

**DESARROLLO DE LAS INGENIERÍAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE  
DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MÓDULO MULTIPROCESO**

**ANGELA MARÍA SANGUINO RHENALS  
DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

**DESARROLLO DE LAS INGENIERÍAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE  
DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MÓDULO MULTIPROCESO**

**ANGELA MARÍA SANGUINO RHENALS  
DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO**

**Tesis de Grado**

**Director de Proyecto  
JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA  
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bucaramanga, 20 de Octubre de 2010**

## **Bucaramanga, 20 de Octubre de 2010**

A Dios, por la oportunidad que me brinda cada día para luchar por mis sueños y de disfrutar este mundo tan maravilloso con mi seres queridos.

A mi padre y a mi madre quienes con su empeño, sacrificio y constancia me orientaron y educaron para ser una persona de bien que lucha constantemente por alcanzar sus metas.

A mis hermanos Patricia, Jannia y Carlos por apoyarme en mis decisiones y ser ejemplo de tenacidad, quienes ya han recorrido exitosamente esta etapa en sus vidas.

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla, quien con su paciencia nos ha apoyado, alentado y guiado en el desarrollo del proyecto.

Ángela María Sanguino Rhenals



**Bucaramanga, 20 de Octubre de 2010**

A Dios, quien con su infinito amor me ha colmado de vida para compartir con mi familia, amigos y personas grata y por darme sabiduría para la ejecución de este proyecto.

A mis padres, por su amor, esmero y dedicación que me alentaron para desarrollarme como persona y como profesional

A mi hermano y amigo Juan Carlos Rodríguez Orozco, quien más que un ejemplo de superación me insto a que hiciera realidad mi sueño con perseverancia.

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla Saavedra, quien más que un director en este proyecto fue nuestro amigo y colega nos brindo su apoyo y conocimiento para hacer de este proyecto una realidad.

A nuestros futuros colegas, quienes les será útil este libro para la continuación e implementación de este Modulo Multiproceso.

Diego Fernando Rodríguez Orozco

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos principalmente a nuestro Padre Celestial, a nuestro Salvador Jesucristo y a la inefable presencia del Espíritu Santo quien nos inspiró, nos guió y nos dio sabiduría para escribir este libro.

A nuestros padres y familiares como fuente de inspiración.

Al Alma Mater, especialmente profesores y director de proyecto quien con su paciencia, disponibilidad y dedicación hizo posible este logro.

## CONTENIDO

	Pag
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. INGENIERÍA CONCEPTUAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. INGENIERÍA BÁSICA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. INGENIERÍA DE DETALLE.....</b>	<b>8</b>
<b>2. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. ALCANCE DE LA INGENIERIA CONCEPTUAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL PROYECTO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1. Normas y estándares.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2. Sistema de nivel y volumetría en tanques.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.3. Sistema de destilación atmosférica.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.4. Sistema de refrigeración basado en una torre de enfriamiento.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.5. Variables del proceso.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>2.5. EXPLICACIÓN DEL MÓDULO MULTIPROCESO.....</b>	<b>31</b>
<b>2.6. TAMAÑO Y UBICACIÓN DEL MÓDULO.....</b>	<b>33</b>
<b>2.7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DEL MÓDULO.....</b>	<b>33</b>

<b>2.8. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN Y LAS SEÑALES DE CONTROL.....</b>	<b>34</b>
<b>2.9. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES.....</b>	<b>36</b>
<b>2.10. PROGRAMACIÓN GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>36</b>
<b>2.11. REQUISITOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO....</b>	<b>38</b>
<b>3. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1. ALCANCE DE LA INGENIERIA BÁSICA.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.1 Sistemas de Proceso.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.2 Variables del Proceso.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.3 Lazos de control.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3 ESPECIFICACIONES DE INGENIERÍA.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.1 Instrumentación.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.2 Equipos de acondicionamiento.....</b>	<b>129</b>
<b>3.3.3 Equipos de Protección Eléctrica.....</b>	<b>131</b>
<b>3.3.4 Sistemas de control.....</b>	<b>139</b>
<b>3.3.5 Diagrama de Tubería y P&amp;ID del Módulo Multiproceso.....</b>	<b>146</b>
<b>3.3.6 Cálculos del Sistema de Refrigeración Basado en una Torre de Enfriamiento.....</b>	<b>148</b>
<b>4. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.....</b>	<b>155</b>
<b>4.1. ALCANCE DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.....</b>	<b>155</b>
<b>4.2. LISTADOS VARIOS.....</b>	<b>155</b>

<b>4.2.1 Listado de Instrumentos.....</b>	<b>156</b>
<b>4.2.2 Listado de Equipos.....</b>	<b>157</b>
<b>4.2.3 Listado de Acondicionadores de Señal y de Protecciones Eléctricas</b>	<b>159</b>
<b>4.2.4 Listado de Accesorios y Cableado.....</b>	<b>160</b>
<b>4.3 CALCULO Y DISEÑO.....</b>	<b>162</b>
<b>4.3.1 Cálculo de la Capacidad del Tanque TK1.....</b>	<b>162</b>
<b>4.3.2 Cálculo de la Capacidad del Tanque TK2.....</b>	<b>163</b>
<b>4.3.3 Cálculo de la Capacidad del Boiler de Destilación.....</b>	<b>164</b>
<b>4.3.4 Cálculo de las Dimensiones del Tanque TK8 y TK9.....</b>	<b>167</b>
<b>4.3.5 Cálculo de las Dimensiones de la Torre de Enfriamiento.....</b>	<b>168</b>
<b>4.4. DISEÑO DE PLANOS Y DIBUJOS.....</b>	<b>170</b>
<b>4.4.1 Diseño Mecánico del Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques.....</b>	<b>171</b>
<b>4.4.2 Diseño Mecánico del Módulo de Destilación.....</b>	<b>173</b>
<b>4.4.3 Diseño Mecánico del Módulo de refrigeración.....</b>	<b>175</b>
<b>4.4.4 Diseño Mecánico del Tablero de Control.....</b>	<b>177</b>
<b>4.4.5 Diseño final del Módulo Multiproceso.....</b>	<b>181</b>
<b>4.4.6 Plano Eléctrico.....</b>	<b>182</b>
<b>4.5. PRESUPUESTO FINAL.....</b>	<b>183</b>
<b>4.5.1 Presupuesto de la Instrumentación del Módulo Multiproceso.....</b>	<b>183</b>
<b>4.5.2 Presupuesto de los Equipos del Módulo Multiproceso.....</b>	<b>185</b>
<b>4.5.3 Presupuesto de Acondicionadores de Señal y Equipos de Protección Eléctrica.....</b>	<b>186</b>

<b>4.5.4 Presupuesto de Válvulas en el Módulo Multiproceso.....</b>	<b>187</b>
<b>4.5.5 Presupuesto del PLC Siemens S7-200.....</b>	<b>187</b>
<b>4.5.6 Presupuesto de la Tubería del Módulo Multiproceso.....</b>	<b>188</b>
<b>4.5.7 Presupuesto de Accesorios de Montaje y Cableado.....</b>	<b>190</b>
<b>4.5.8 Presupuesto Total del Módulo Multiproceso.....</b>	<b>192</b>
<b>4.6 HOJA DE DATOS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>192</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>193</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>195</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>202</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pag
<b>Tabla 1.</b> Clasificación de Equipos.....	7
<b>Tabla 2.</b> Letras de identificación.....	15
<b>Tabla 3.</b> Símbolos generales.....	16
<b>Tabla 4.</b> Líneas de Conexión de Instrumentos.....	16
<b>Tabla 5.</b> Medidores de Nivel en Líquidos.....	18
<b>Tabla 6.</b> Elementos Mecánicos.....	34
<b>Tabla 7.</b> Medidores de Nivel de Líquidos.....	28
<b>Tabla 8.</b> Sistemas de Medición de Caudal.....	29
<b>Tabla 9.</b> Inventario de Señales de Control e Instrumentación.....	35
<b>Tabla 10.</b> Cronograma General de Ejecución.....	37
<b>Tabla 11.</b> Identificación de los Instrumentos de las Variables de Entrada.....	51
<b>Tabla 12.</b> Identificación de los Equipos de las Variables de Salidas.....	52
<b>Tabla 13.</b> Información de los Lazos de Control del Módulo Multiproceso.....	56
<b>Tabla 14.</b> Listado de los Equipos e Instrumentos de las Variables del Módulo Multiprocesos.....	62
<b>Tabla 15.</b> Características Generales del Sensor de Flujo ROTOR X.....	65
<b>Tabla 16.</b> Características Generales del Accesorio de Instalación.....	66
<b>Tabla 17.</b> Características Generales del Transmisor de Flujo.....	67

<b>Tabla 18.</b>	Características Generales del Sensor de Sonar.....	70
<b>Tabla 19.</b>	Características Generales de las RTD.....	71
<b>Tabla 20.</b>	Características Generales de las RTD PT100.....	73
<b>Tabla 21.</b>	Información Técnica del Transmisor SITRANS TH100.....	78
<b>Tabla 22.</b>	Información Técnica del Transmisor THD-D1-C.....	80
<b>Tabla 23.</b>	Especificaciones del Módulo IP 2100-1.....	87
<b>Tabla 24.</b>	Información Técnica del Detector Fotoeléctrico SIMATIC PXO.....	92
<b>Tabla 25.</b>	Información Técnica de la Fibra Óptica de Plástico.....	93
<b>Tabla 26.</b>	Información Técnica del sensor de Proximidad Inductivo.....	97
<b>Tabla 27.</b>	Información Técnica de la Válvula Solenoide EV220B 15B.....	101
<b>Tabla 28.</b>	Información Técnica de la Válvula Solenoide EV210B 2.0B.....	104
<b>Tabla 29.</b>	Información Técnica de la Electrobomba Pedrollo PKm 60.....	108
<b>Tabla 30.</b>	Información Técnica de la Bomba Centrífuga.....	108
<b>Tabla 31.</b>	Información Técnica del Parallax Standard Servo.....	111
<b>Tabla 32.</b>	Información Técnica del Ventilador Fonsoning.....	113
<b>Tabla 33.</b>	Información Técnica de la Resistencia Calefactora R-0346-40....	114
<b>Tabla 34.</b>	Inventario de Válvulas del Módulo Multiproceso.....	117
<b>Tabla 35.</b>	Especificaciones de la Válvula de Ingreso Itap.....	119
<b>Tabla 36.</b>	Especificaciones de la Válvula de Ingreso Itap.....	120
<b>Tabla 37.</b>	Especificaciones de la Válvula de Esfera 2014 Ginebra.....	121
<b>Tabla 38.</b>	Especificaciones de la Válvula de Esfera 2014 Ginebra de ¼”.....	123
<b>Tabla 39.</b>	Especificaciones de la Válvula de Esfera 2014 Ginebra de ½”.....	124



<b>Tabla 40.</b>	Especificaciones de la Válvulas Flotadoras Tipo HKPF – Serie 330.....	125
<b>Tabla 41.</b>	Especificaciones de la Válvula Integral de Bloqueo y Purga Modelo.....	127
<b>Tabla 42.</b>	Especificaciones de la Válvulas Flotadoras Tipo HKPF – Serie 330.....	128
<b>Tabla 43.</b>	Especificaciones de los Elementos de Protección.....	134
<b>Tabla 44.</b>	Inventario detallado de los equipos de protección en el Módulo Multiproceso.....	138
<b>Tabla 45.</b>	Características Generales de la CPU 224.....	141
<b>Tabla 46.</b>	Características generales de los módulos de ampliación Siemens.....	142
<b>Tabla 47.</b>	Datos técnicos del módulo Ethernet.....	144
<b>Tabla 48.</b>	Características técnicas de la fuente SITOP 24VDC a 5A.....	145
<b>Tabla 49.</b>	Proceso iterativo para el cálculo de Ntlog.....	154
<b>Tabla 50.</b>	Datos de la altura de la torre de enfriamiento.....	154
<b>Tabla 51.</b>	Listado de Instrumentos.....	157
<b>Tabla 52.</b>	Listado de Equipos.....	158
<b>Tabla 53.</b>	Listado de Acondicionadores de Señal y Protecciones Eléctricas.	159
<b>Tabla 54.</b>	Listado de Accesorios y Cableado.....	161
<b>Tabla 55.</b>	Presupuesto de la Instrumentación del Módulo Multiproceso.....	184
<b>Tabla 56.</b>	Presupuesto de Equipos del Módulo Multiproceso.....	185

<b>Tabla 57.</b>	Presupuesto de Acondicionadores de Señal y Protecciones Eléctricas en el Módulo Multiproceso.....	186
<b>Tabla 58.</b>	Presupuesto de válvulas en el Módulo Multiproceso.....	187
<b>Tabla 59.</b>	Presupuesto del PLC S7-200 Siemens del Módulo Multiproceso.	188
<b>Tabla 60.</b>	Presupuesto de la Tubería del Módulo Multiproceso.....	189
<b>Tabla 61.</b>	Presupuesto de los Accesorios de Montaje y Cableado del Módulo Multiproceso.....	191
<b>Tabla 62.</b>	Presupuesto Total del Módulo Multiproceso.....	192
<b>Tabla 63.</b>	Matriz de Coherencia Interna del Proyecto.....	194

## LISTA DE FIGURAS

	Pag
<b>Figura 1.</b> Letras y Números Utilizados para Número de Etiquetas.....	12
<b>Figura 2.</b> Partes Principales de una Válvula (Válvula de Globo).....	19
<b>Figura 3.</b> Modos de Condensación.....	20
<b>Figura 4.</b> Diagrama de un proceso de destilación .....	21
<b>Figura 5.</b> Clasificación de las Torres de Enfriamiento.....	22
<b>Figura 6.</b> Torre de Enfriamiento de Tiro Inducido Flujo a Contracorriente.....	24
<b>Figura 7.</b> Campo de Medida de los Instrumentos de Temperatura.....	26
<b>Figura 8.</b> Termómetro de resistencia.....	26
<b>Figura 9.</b> Medidores de Nivel en Líquidos.....	27
<b>Figura 10.</b> Elementos de Medida Volumétrica.....	30
<b>Figura 11.</b> Sistemas del Módulo Multiproceso e Identificación de Variables....	32
<b>Figura 12.</b> P&ID del Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques.....	41
<b>Figura 13.</b> P&ID del Sistema de Destilación Atmosférica en Diagrama.....	44
<b>Figura 14.</b> Partes de la Torre de Enfriamiento del Módulo Multiproceso.....	47
<b>Figura 15.</b> P&ID del Sistema de Refrigeración .....	50
<b>Figura 16.</b> Lazo de Control de Caudal en el Sistema de Nivel y Volumetría....	53
<b>Figura 17.</b> Lazo de Control de Nivel en el Sistema de Nivel y Volumetría.....	54
<b>Figura 18.</b> Lazo de Control de Temperatura en el Sistema de Destilación.....	54
<b>Figura 19.</b> Lazo de Control de Nivel en el Subsistema de Recolección.....	55

<b>Figura 20.</b>	Lazo de Control de Nivel en el Subsistema de Recolección.....	55
<b>Figura 21.</b>	Lazo de Control de Posición en el Sistema de Recolección.....	55
<b>Figura 22.</b>	Lazo de Control de Caudal del Sistema de Nivel.....	63
<b>Figura 23.</b>	Sensor Transmisor de Caudal del Sistema de Refrigeración.....	64
<b>Figura 24.</b>	(a) Sensor de Flujo ROTOR X +GF+ SIGNET (b) Diseño en Solid Edge.....	65
<b>Figura 25.</b>	Accesorio de Montaje SIGNET.....	66
<b>Figura 26.</b>	(a) Transmisor de Flujo +GF+ SIGNET (b) Diseño en Solid Edge.....	67
<b>Figura 27.</b>	Lazo de Control de Nivel del Sistema de Nivel.....	69
<b>Figura 28.</b>	(a) SIMATIC PXS310 Sensor de Sonar (b) Diseño en Solid Edge.....	69
<b>Figura 29.</b>	Lazo de Control de Temperatura del Sistema de Destilación.....	72
<b>Figura 30.</b>	Sensores Temperatura del Sistema de Refrigeración.....	73
<b>Figura 31.</b>	RTD PT100 de Tres Hilos [21], (b) Diseño en Solid Edge.....	74
<b>Figura 32.</b>	(a) Transmisor SITRANS TH100 Hilos [22] (b) Diseño en Solid Edge.....	75
<b>Figura 33.</b>	Interfaz del Software SIPROM T.....	76
<b>Figura 34.</b>	Diagrama de Función del SITRANS TH100.....	76
<b>Figura 35.</b>	Ubicación del Transductor en el Sistema de Refrigeración.....	79
<b>Figura 36.</b>	Transductor THD-D1-C.....	80
<b>Figura 37.</b>	Cuerpo de la Válvula.....	81

<b>Figura 38.</b>	Partes Principales de una Válvula de Globo.....	82
<b>Figura 39.</b>	(a) Vista Frontal de la Válvula Vanguard de Valtek	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	84
<b>Figura 40.</b>	(a) Vista Lateral de la Válvula Vanguard de Valtek [9]	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	85
<b>Figura 41.</b>	Ubicación de la Válvula Electroneumática de Caudal.....	85
<b>Figura 42.</b>	Esquema del Posicionador Air to Open.....	86
<b>Figura 43.</b>	Actuador de Diafragma.....	86
<b>Figura 44.</b>	Esquema del Transductor .....	88
<b>Figura 45.</b>	Ubicación de los Sensores de Nivel Alto.....	90
<b>Figura 46.</b>	(a) Detector Fotoeléctrico para Fibra Óptica SIMATIC PXO [26]	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	91
<b>Figura 47.</b>	(a) Aplicación de Nivel con Sensor SIMATIC PXO440	
	(b) Diseño en Solid Edge del Sensor SIMATIC PXO440.....	92
<b>Figura 48.</b>	Aplicación de Nivel con Sensor de Fibra Óptica.....	93
<b>Figura 49.</b>	Ubicación del Sensor de Posición.....	94
<b>Figura 50.</b>	Posicionamiento de la boquilla de TK7 en TK8.....	95
<b>Figura 51.</b>	Posicionamiento de la boquilla de TK7 en TK9.....	96
<b>Figura 52.</b>	(a) Sensor de Proximidad Inductivo	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	96
<b>Figura 53.</b>	Solenoide Energizado.....	98
<b>Figura 54.</b>	Válvula Solenoide Típica.....	98

<b>Figura 55.</b>	Ubicación del Lazo de Control de Nivel y Válvula Solenoide.....	99
<b>Figura 56.</b>	(a) Estructura Externa de la Válvula EV220B 15B	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	100
<b>Figura 57.</b>	Estructura Interna de la válvula EV220B 15B de Danfoss .....	100
<b>Figura 58.</b>	(a) Estructura Externa de la Válvula EV210B 2.0B	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	102
<b>Figura 59.</b>	Estructura Interna de la Válvula EV210B 2.0B de Danfoss.....	103
<b>Figura 60.</b>	Instalación del Kit de Ajuste NO de la Válvula EV210B 2.0B.....	103
<b>Figura 61.</b>	Ubicación de la Bomba “M1” en el Módulo de Nivel.....	105
<b>Figura 62.</b>	Ubicación de la Bomba “M1” en el Módulo de Refrigeración.....	106
<b>Figura 63.</b>	(a) Electrobomba Pedrollo PKm 60	
	Diseño en Solid Edge.....	107
<b>Figura 64.</b>	Ubicación de la Bomba Centrífuga en el Módulo de Destilación...	109
<b>Figura 65.</b>	(a) Bomba Centrífuga, (b) Diseño en Solid Edge.....	109
<b>Figura 66.</b>	Ubicación del Servomotor en el Lazo de Control de Posición.....	110
<b>Figura 67.</b>	(a) Parallax Standard Servo	
	(b) Diseño de Servomotor con embudo en Solid Edge.....	111
<b>Figura 68.</b>	Ubicación del Extractor de Aire en Sistema de Refrigeración.....	112
<b>Figura 69.</b>	(a) Ventilador AC Axial Fans Fonsoning	
	(b) Diseño en Solid Edge.....	113
<b>Figura 70.</b>	Ubicación de la Resistencia calefactora en Sistema de	
	Destilación.....	114

<b>Figura 71.</b>	Diseño en Solid Edge de la Resistencia Calefactora.....	115
<b>Figura 72.</b>	Ubicación de Válvulas en el Sistema de Nivel y Volumetría.....	118
<b>Figura 73.</b>	Válvula de Ingreso.....	119
<b>Figura 74.</b>	(a) Válvula de Desagüe 1, (b) Diseño en Solid Edge.....	120
<b>Figura 75.</b>	(a) Válvula de Esfera Paso Total, (b) Diseño en Solid Edge.....	121
<b>Figura 76.</b>	Ubicación de Válvulas en el Sistema de Destilación Atmosférica..	122
<b>Figura 77.</b>	Diseño en Solid Edge de la Válvula de desagüe.....	123
<b>Figura 78.</b>	Instalación Típica de una Válvula Flotadora.....	124
<b>Figura 79.</b>	(a) Válvula Flotadora Tipo HKPF - Serie 330 (b) Diseño en Solid Edge.....	125
<b>Figura 80.</b>	(a) Válvula Integral de Bloqueo y Purga (b) Diseño en Solid Edge.....	126
<b>Figura 81.</b>	Válvula de Alivio de Agua sin Palanca en el Módulo de Nivel.....	128
<b>Figura 82.</b>	Válvula de Alivio de Agua sin Palanca Helbert.....	128
<b>Figura 83.</b>	Instalación del Relé Electromagnético para la Válvula Solenoide..	130
<b>Figura 84.</b>	Diseño en Solid Edge de un relé electromagnético.....	130
<b>Figura 85.</b>	Instalación del Relé de Estado Sólido para la Motobomba.....	131
<b>Figura 86.</b>	Diseño en Solid Edge de un Relé de Estado Sólido.....	131
<b>Figura 87.</b>	(a) Interruptor Termomagnético Totalizador de Caja Moldeada (b) Diseño en Solid Edge .....	132
<b>Figura 88.</b>	Taco Termomagnético Enchufable.....	132
<b>Figura 89.</b>	(a) Breaker Monopolar , (b) Diseño en Solid Edge.....	133

<b>Figura 90.</b>	(a) Breaker Bipolar, (b) Diseño en Solid Edge.....	133
<b>Figura 91.</b>	(a) Fusible, (b) Diseño en Solid Edge.....	134
<b>Figura 92.</b>	CPU 224 de Siemens.....	139
<b>Figura 93.</b>	Diseño en Solid Edge de CPU 224 de Siemens.....	140
<b>Figura 94.</b>	Métodos de montaje, orientación y espacio necesario.....	141
<b>Figura 95.</b>	Diseño en Solid Edge del módulo de ampliación Siemens EM 231 .....	142
<b>Figura 96.</b>	Diseño en Solid Edge del módulo de ampliación Siemens EM 232.....	143
<b>Figura 97.</b>	Diseño en Solid Edge del Módulo Ethernet .....	144
<b>Figura 98.</b>	Diseño en Solid Edge de la fuente SITOP.....	145
<b>Figura 99.</b>	Diagrama de Tubería del Módulo Multiproceso.....	146
<b>Figura 100.</b>	P&ID del Módulo Multiproceso.....	147
<b>Figura 101.</b>	Torre de Enfriamiento.....	148
<b>Figura 102.</b>	Diagrama de entalpías vs Temperatura y Línea de operación.....	151
<b>Figura 103.</b>	Dimensiones de tanque de reserva TK1.....	162
<b>Figura 104.</b>	Dimensiones del tanque TK2.....	163
<b>Figura 105.</b>	Vista superior del tanque K2.....	164
<b>Figura 106.</b>	Dimensiones del Boiler de destilación TK6.....	165
<b>Figura 107.</b>	Dimensiones del Cuello de Destilación.....	166
<b>Figura 108.</b>	Dimensiones del tanque de recolección de destilado TK5.....	167
<b>Figura 109.</b>	Dimensiones de los tanques de recolección de	



destilado TK8 y TK9.....	168
<b>Figura 110.</b> Dimensiones de la torre de enfriamiento TK3.....	169
<b>Figura 111.</b> Diseño mecánico del Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques..	170
<b>Figura 112.</b> Diseño en Solid Edge del Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques.....	171
<b>Figura 113.</b> Imágenes del Sistema de Nivel y volumetría en Tanques en distintos ángulos.....	172
<b>Figura 114.</b> Diseño mecánico del Sistema de Destilación.....	173
<b>Figura 115.</b> Vista en detalle del Sistema de recolección de destilado.....	174
<b>Figura 116.</b> Diseño mecánico del sistema de Refrigeración Torre de Enfriamiento.....	175
<b>Figura 117.</b> Imágenes del Sistema de Refrigeración Torre de enfriamiento....	176
<b>Figura 118.</b> Diseño en Solid Edge del Tablero de Control.....	177
<b>Figura 119.</b> Diseño Final del Módulo Multiproceso.....	179
<b>Figura 120.</b> Vista frontal del Módulo Multiproceso.....	180
<b>Figura 121.</b> Vistas laterales del Módulo Multiproceso.....	181
<b>Figura 122.</b> Plano Eléctrico del Módulo Multiproceso.....	182

## LISTA DE ANEXOS

	Pag
<b>Anexo A.</b> Hoja de Características del Sensor y Transmisor de Caudal +GF+SIGNET.....	203
<b>Anexo B.</b> Hoja de Características del Sensor y Transmisor de Nivel SIMATIC PXS830.....	217
<b>Anexo C.</b> Hoja de Características del Transmisor de Temperatura SITRANS TH100.....	222
<b>Anexo D.</b> Hoja de Características del Sensor y Transmisor de Temperatura y Humedad THD-D1-C.....	257
<b>Anexo E.</b> Hoja de Característica del Sensor de Proximidad Inductivo PRCM18 - 8DN de Autonics.....	264
<b>Anexo F.</b> Hoja de Características de la Válvula Electro-neumática Valtek.....	266
<b>Anexo G.</b> Hoja de Características de la Válvula Solenoide de Caudal EV220B 15B.....	303
<b>Anexo H.</b> Hoja de Características de la Válvula Solenoide de Caudal EV210B 2.0B.....	316
<b>Anexo I.</b> Hoja de Características de la Bomba Pedrollo PK60.....	330
<b>Anexo J.</b> Hoja de Características de la bomba Centrífuga 2E-38N.....	332
<b>Anexo K.</b> Hoja de Características del Servomotor Parallax.....	335
<b>Anexo L.</b> Hoja de Características del Extractor de Aire Fonsoning.....	338

<b>Anexo M.</b> Hoja de Características del PLC S7-200.....	340
<b>Anexo N.</b> Norma ASTM E123-02 (Aparatos de Determinación de Agua por Destilación).....	365
<b>Anexo O.</b> Manual de Solid Edge.....	371
<b>Anexo P.</b> Supplement to Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams.....	386

## GLOSARIO

**Condensación:** Se denomina condensación al cambio de estado de la materia que se encuentra en forma gaseosa a forma líquida. Es el proceso inverso a la vaporización.

**Condensador térmico:** es un intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta. Se fabrican en tamaños y disposiciones diversas para ser empleados en numerosos procesos térmicos.

**Destilación:** es la operación de separar, mediante vaporización y condensación, los diferentes componentes líquidos, sólido en líquido o gases licuados de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición (temperaturas de ebullición) de cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intrínseca de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen (ni otras magnitudes cuales quiera).

**Diagrama de Proceso e Instrumentación P&ID:** es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.

**Ingeniería Conceptual:** La ingeniería conceptual comprende el estudio de las características generales del proyecto, donde se define el alcance y objetivos del mismo; además se efectúa el estudio y selección del proceso a desarrollar, estableciéndose las bases de diseño y las estrategias para su ejecución; se analiza el grado de reutilización de equipos, así como la identificación de equipos importantes y su distribución en la planta; se formula un estudio preliminar del impacto ambiental, recomendaciones de seguridad industrial y un estimativo del costo del proyecto.

**Ingeniería Básica:** Comprende toda la información básica indispensable, como el desarrollo de las especificaciones de materias primas, productos y subproductos, incluyendo sus características comerciales; especificaciones de los productos que requiere el proceso; caracterización de las interrelaciones de una unidad de proceso con otras; diseño y dimensionamiento de equipos principales, líneas e

instrumentos; determinación del sistema operacional de la planta; selección de los sistemas de control y su grado de automatización; establecimiento de requisitos de seguridad para el personal y las instalaciones; definición de las fuentes de contaminación del proceso y recomendación para su tratamiento; elaboración de las guías de operación; definición del alcance del proyecto de manera concreta.

**Ingeniería de detalle:** Es el desarrollo de las especificaciones básicas de los equipos, instrumentos y elementos que conforman una unidad, planta o proyecto, interpretando y traduciendo a un lenguaje más pormenorizado como planos, documentos y listados.

**Lazo de Control:** en teoría de control y en general en instrumentación industrial se conoce como lazo de control o "Control Loop" a un conjunto de componentes que consta de: Elemento sensor, transductor de señal, receptor de señal, comparador de punto de ajuste, mecanismo de control (neumático, electrónico, etc.) y elemento final de control (válvula, calentador, interruptor, etc.) y que están configurados en forma de circuito de tal manera que la señal de control es transmitida al elemento final de control para ajustar el proceso a un punto de consigna dependiendo de la magnitud del estímulo generado por el proceso.

**Norma ASTM:** Creada en 1898, ASTM International es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso. ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios. Los miembros de ASTM, que representan a productores, usuarios, consumidores, el gobierno y el mundo académico de más de 100 países, desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones.

**Relé de estado Sólido:** Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los

contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos.

**Solid Edge:** Es un programa de parametrizado de piezas en 3D basado en un software de sistema de diseño asistido por ordenador (CAD). Permite el modelado de piezas de distintos materiales, doblado de chapas, ensamblaje de conjuntos, soldadura y funciones de dibujo en plano para ingenieros. Este es uno de los paquetes instalados a enterrar el uso masivo del CAD 2D dando paso al CAD 3D, con las consiguientes ventajas a todos los niveles del trabajo. A través de software de terceras partes, es compatible con otras tecnologías PLM. También trae "Insight", escrito en PDM y con funcionalidades CPD basadas en tecnología Microsoft.

**Torre de enfriamiento:** Una torre de refrigeración es una instalación que extrae calor del agua mediante evaporación o conducción. Las industrias utilizan agua de refrigeración para varios procesos. Como resultado, existen distintos tipos de torres de enfriamiento. Existen torres de enfriamiento para la producción de agua de proceso que solo se puede utilizar una vez, antes de su descarga. También hay torres de enfriamiento de agua que puede reutilizarse en el proceso.

**Válvula solenoide:** Este tipo de válvulas es controlada variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina). Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general estas válvulas operan de forma completamente abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal. Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar.

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** DESARROLLO DE LAS INGENIERIAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MODULO MULTIPROCESO

**AUTOR(ES):** DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO  
ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS

**FACULTAD:** FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA

**DIRECTOR(A):** JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

### **RESUMEN**

Se desarrollaron las Ingeniería Conceptual, Básica y de Detalle en el diseño de una Planta Multiproceso que comprende: Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques, Sistema de Destilación Atmosférica y Sistema de Refrigeración basado en una Torre de Enfriamiento. La ingeniería conceptual comprendió el estudio de las características generales del proyecto como el planteamiento del problema y su alcance, además se estableció la fundamentación teórica de cada Sistema y las normas a utilizar, analizando el grado de reutilización de equipos e instrumentos de un módulo de nivel previo y la formulación de un presupuesto preliminar. La ingeniería básica comprendió la definición de los sistemas y variables de proceso, diseño de los lazos de control y selección general de la instrumentación requerida, como sensores, transmisores y actuadores en base al diagrama de proceso. La ingeniería de detalle comprendió las especificaciones mecánicas y eléctricas para la disposición y operación de instrumentos, especificaciones y diseño de gabinetes y cajas de conexión, así como los planos de detalle de los equipos e instrumentos y la selección del sistema de protección eléctrica, accesorios de montaje y cableado necesario.

**PALABRAS CLAVE:** Modulo Multiproceso, Sensores, Elementos Finales, Ingeniería Conceptual Básica y de Detalle, Control.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **ABSTRACT OF THESIS PROJECT**

**TITLE: DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL ENGINEERING, BASIC AND DETAILED FOR THE DESIGN OF A MULTIPROCESS MODULE**

**AUTHOR(S): DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO  
ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS**

**DEPARTAMENT: ELECTRONIC ENGINEERING**

**DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA**

### **ABSTRACT**

It was performed the Concept, Basic, and Detail Engineering to design a Multiprocessor Module, comprising: Level and Tank Volume System, Atmospheric Distillation System, and Cooling System based on cooling water. Conceptual Engineering included the study of the project's general characteristics such as the approach of the problem and the scope of the project; also, it was established the theoretical foundation of each System and standards to be used, analyzing the reuse of equipment and instruments and the formulation of a preliminary budget. The Basic Engineering included the definition of the systems and process variables, the design of control loops and selection of the instrumentation required, such as sensors, transmitters, and actuators based on the flow diagram. The Detail Engineering included the mechanical and electrical specifications for the location and operation of instruments, specifications and design of cabinets and connection boxes, and the detail planes of equipment and instruments, and the selection of the protection electrical system, mounting accessories and wiring needed.

**KEYWORDS:** Multiprocessor Module, Sensors, Final Elements, Conceptual Engineering, Basic Engineering, Detail Engineering, Control.

**V° B° THESIS DIRECTOR**



## INTRODUCCION

El control de procesos industriales ha evolucionado notablemente a través del tiempo, procesos cada vez más complejos han requerido de métodos más efectivos y eficientes para obtener mejores niveles de producción en los procesos de manufactura y prestación de servicios. Dicha evolución ha exigido el uso de herramientas tecnológicas que de una u otra forma optimizan el desarrollo de las ingenierías CONCEPTUAL, BASICA y de DETALLE aplicadas al diseño e implementación de los Procesos Industriales.

En el presente documento se consignan los términos de referencia con base en un diseño Conceptual, Básico y Detallado para las propuestas encaminadas a suministrar una planta multiprocesos con control de Nivel y Volumetría en tanques, Sistema de destilación atmosférica y Sistema de refrigeración basado en una Torre de Enfriamiento para el Laboratorio de control de procesos de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

Se pretende adelantar desde la Ingeniería Conceptual lo referente al estudio de las características generales del proyecto, identificando las necesidades de la Planta para la selección del proceso e instrumentación a implementar; en esta etapa se fija la normativa y la base teórica para el desarrollo del Módulo Multiprocesos. A través de la Ingeniería Básica se identifican las variables de proceso y los lazos de control, estableciendo las especificaciones de ingeniería en equipos e instrumentos; en esta etapa se elabora el diagrama de tubería e instrumentación P&ID. Finalmente con la Ingeniería de Detalle, se desarrollan las especificaciones eléctricas y mecánicas de equipos, instrumentos y demás elementos que conforman la planta, traducido a un lenguaje más pormenorizado como planos, documentos y listados; además, se logra el ensamble mecánico final del Módulo Multiproceso a través del software de moldeamiento mecánico Solid Edge.

Este trabajo constituye el primer paso para la creación de un Módulo Multiproceso, necesario para impartir prácticas en lo referente al área de Instrumentación Electrónica a Nivel de Pregrado y Postgrado en la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana.

## **1. MARCO CONCEPTUAL**

### **1.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL**

La ingeniería conceptual es la primera etapa de un proyecto, después de que se ha planteado su necesidad. La concepción de un nuevo proyecto normalmente se inicia por una de las siguientes causas:

- Obsolescencia e incremento de la capacidad.
- Mejoras en el rendimiento del proceso.
- Obtención de nuevos productos
- Mejorar la calidad de los productos existentes.
- Cumplimiento de regulaciones ambientales.
- Requisitos de seguridad industrial.
- Conservación de energía y otros recursos.
- Mejora en el factor de servicio.
- Eliminación de cuellos de botella.
- Mejorar el aspecto mecánico/metalúrgico de equipos y de sistema de control de procesos.

Durante esta etapa se definen, de una manera preliminar, aspectos como los siguientes:

- Capacidad requerida para la instalación.
- Ubicación aproximada.
- Área física de la instalación.
- Costo de inversión.
- Costo de mantenimiento.
- Rentabilidad de la inversión.
- Previsión para ampliaciones futuras.
- Disposición general de los equipos en el área de la planta.
- Diagrama de flujo de los procesos principales.
- Estudio de vías de acceso.
- Requerimientos de los servicios públicos o determinación de producción propia.

La ingeniería conceptual comprende el estudio de las características generales del proyecto, donde se define el alcance y objetivos del mismo; además se efectúa el estudio y selección del proceso a desarrollar, estableciéndose las bases de diseño y las estrategias para su ejecución; se analiza el grado de reutilización de equipos, así como la identificación de equipos importantes y su distribución en la planta; se formula un estudio preliminar del impacto ambiental, recomendaciones de seguridad industrial y un estimativo del costo del proyecto. [1]

En esta etapa se logra ahorrar dinero y tiempo, gracias a los ajustes en la base de diseño.

Durante la Ingeniería Conceptual se debe gestionar los siguientes contenidos:

**1.1.1. Alcance del anteproyecto.** Se describe las bases generales del anteproyecto y su identificación oficial, teniendo en cuenta la toma de decisiones y material descriptivo como diagramas de flujo del proceso, lista preliminar de equipos mayores y disposición final de la planta.

**1.1.2. Tamaño y localización de la planta.** Se describe a manera general las dimensiones preliminares de la planta, así como datos meteorológicos y ambientales a los que pueda estar expuesta. Se visiona posibles ampliaciones en el futuro si las hay.

**1.1.3. Selección de la tecnología.** Comprende el estudio y justificación de la tecnología que será implementada.

**1.1.4. Objetivos del proyecto.** Determina el fin por el cual se desarrolla el proyecto, y debe generar utilidades para el propietario de este.

**1.1.5. Justificación económica y sensibilidad.** Es el estudio preliminar de las insuficiencias que presenta la planta para justificar las necesidades del proyecto y determinar si los ajustes que faltan son económicos y técnicamente posibles.

Es de vital importancia, identificar y cuantificar con bases firmes y lograr índices de rentabilidad reales. Las bases económicas deben tener una proyección realista. [1]

**1.1.6. Formulación y selección preliminar de alternativas.** Durante esta fase, los encargados del diseño plantean alternativas para suplir las necesidades de la planta, luego se comparan y se escoge la más atractiva. Si el proyecto involucra nuevas tecnologías se recomienda contratar asesoría técnica.

**1.1.7. Preparación de las bases de diseño.** En esta fase se definen los rangos de operación de los equipos o instrumentos en la planta de acuerdo al diagrama de proceso.

**1.1.8. Programación de macro actividades y eventos importantes (Milestones).** Es la elaboración de un cronograma de actividades generales donde se especifica las fechas de iniciación y finalización del proyecto, esto para comparar alternativas de ejecución durante los estudios preliminares. Esta fase presenta un panorama general de las actividades a realizar para dar cumplimiento a la ejecución del proyecto.

**1.1.9. Identificación de equipos principales.** Este análisis permite identificar que equipos requieren un largo plazo de entrega, para evitar contratiempos en la ejecución del proyecto.

**1.1.10. Estimativo de costos clase I.** En esta etapa se plantea un estimativo muy general con indicadores económicos muy macros, valores históricos actualizados de plantas comparables y cuyo grado aproximación oscila en un + 25% - 40% con respecto al costo final.

**1.1.11. Estudio preliminar del impacto ambiental.** Comprende un análisis muy preliminar de los efectos nocivos al ecosistema que se deriven de la operación de las facilidades o plantas del nuevo anteproyecto. [1]

## **1.2 INGENIERÍA BÁSICA**

Comprende toda la información básica indispensable, como el desarrollo de las especificaciones de materias primas, productos y subproductos, incluyendo sus características comerciales; especificaciones de los productos que requiere el proceso; caracterización de las interrelaciones de una unidad de proceso con otras; diseño y dimensionamiento de equipos principales, líneas e instrumentos;

determinación del sistema operacional de la planta; selección de los sistemas de control y su grado de automatización; establecimiento de requisitos de seguridad para el personal y las instalaciones; definición de las fuentes de contaminación del proceso y recomendación para su tratamiento; elaboración de las guías de operación; definición del alcance del proyecto de manera concreta. [1]

Los contenidos que se gestionan durante la ingeniería básica son los siguientes:

**1.2.1. Alcance desde la Ingeniería Básica:** Incluye toda la información necesaria para desarrollar la ingeniería de detalle. Entre las actividades a desarrollar se tienen:

- Determinación de la información básica indispensable.
- Diseño y dimensionamiento de equipos principales, líneas e instrumentos.
- Lista preliminar de equipos tales como: válvulas, tubería, instrumentos y cables. En general se deben emitir los cómputos de materiales.
- Determinación del sistema operacional de la planta.
- Selección de los Sistemas de Control y su grado de automatización.
- Revisión de los diagramas de flujo de los procesos principales, y elaboración de los diagramas de procesos y de tubería e instrumentación (P&ID) correspondientes.
- Elaboración de los diagramas unifilares para la alimentación eléctrica.
- Cálculos preliminares de cada sistema.

**1.2.2. Descripción del proceso.** Se puede agrupar en:

- **Sistemas de Proceso.** Describir los procesos que intervienen en la planta a través de diagramas P&ID indicando los equipos e instrumentación que operan en cada sistema.
- **Variables de Operación.** Indicar que variables interfieren en cada sistema especificando los rangos de operación a través de tablas.
- **Lazos de Control.** Especificar el tipo de control a efectuar en cada sistema identificando los elementos que intervienen en cada lazo. [1]

**1.2.3. Datos generales.** En los datos generales se especifica lo siguiente:

- **Sistemas de medida.** En el diseño se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades, las unidades fundamentales se indican a continuación:

Longitud	: Metro [m]
Masa	: Kilogramo [Kg]
Tiempo	: Segundo [s]
Corriente Eléctrica	: Ampere [A]
Temperatura	: Kelvin [K]
Cantidad de Sustancia	: Mole [mol]

- **Condiciones del lugar.** Las principales condiciones del lugar son:
  - Temperatura de Bulbo Seco Mínima/Máxima/Promedio.
  - Humedad Relativa Mínima/Máxima/Promedio.
  - Elevación Sobre el Nivel del Mar.
  - Presión barométrica.
  - Corrosividad del ambiente.

**1.2.4. Especificaciones de ingeniería.** Comprende lo siguiente:

- **Equipos.** Para cada equipo debe hacerse una hoja de especificación que contenga información general, como: condiciones de operación y diseño, datos mecánicos, datos para construcción, materiales y notas generales que deban tener en cuenta durante el diseño detallado. La clasificación de los diferentes grupos de equipos se presenta en la tabla. (Ver tabla 1)
- **Tubería.** Esta especificación se refiere al número de línea, la clase de producto que conduce, propiedades físicas como: Gravedad y viscosidad, dimensiones como diámetro y longitud aproximada y condiciones de operación como flujo normal / máximo, presión y temperatura. La clasificación se reduce a Gas, Aire, Vapor y Líquido. [1]

Hornos	Intercambiadores de calor	Tanques de Almacenamiento	Bombas	Turbinas y Motores	Equipos Varios
Convección	Doble Tubos	Techo flotante	Centrífugas	Turbinas Vapor	Microprocesador
Radiación	Cascos y Tubos	Techo Cónico	Rotatorias	Turbinas Gas	Equipo Periférico
Mixtos	Enfriadores	Cilindros Verticales	Desplazamiento positivo	Motores Diesel	Sopladores y Ventiladores
Circulares	Condensadores	Cilindros Horizontales	Recíprocas	Motores Gasolina	Mezcladoras
Tubos Horizontales Caja	Generadores	Otros tanques	Proporcionadoras	Motores Eléctricos	Decantadores
Tubos Verticales Caja	Proceso-Proceso		Otras Bombas	Otros Motores	Extrusores
Otros Hornos	Enfriadores Aire				Molinos y Trituradores
	Otros Intercambiadores				PLC

Tabla 1. Clasificación de Equipos [1]

- **Instrumentos.** Para cada instrumento debe hacerse una hoja de especificación que contenga la información general, identificación, servicio, condición de operación y diseño, rango, material, cantidad. Se tiene la clasificación siguiente:
  - Manómetros.
  - Instrumentos de presión.
  - Termómetros.
  - Termopares y pozos.
  - Instrumentos de temperaturas.
  - Instrumentos de presión.
  - Niveles de vidrio.
  - Instrumentos de flujo.
  - Interruptores de parada y alarmas.
  - Instrumentos de tablero.
  - Microprocesador.
  - Válvulas de control.
  - Válvulas de seguridad.
  - Válvulas de presión.
  - Otros instrumentos.

**1.2.5. Cálculos de la Ingeniería Básica.** En este apartado se plasma los cálculos necesarios para el diseño de cada sistema y que son el soporte para los cálculos de la ingeniería detallada. [1]

### **1.2.6. Planos.**

- **Diagrama de tubería e instrumentación (P&ID).** Los sistemas de control de procesos se representan en diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID) utilizando símbolos normalizados. Se representan: Instrumentación, tuberías, bombas, motores y otros. Los P&ID muestran cómo los equipos de procesos industriales están interconectados por un sistema de canalizaciones. Los esquemas de los P&ID también muestran los instrumentos y las válvulas que supervisan y controlan el flujo de los materiales a través de las canalizaciones.

## **1.3 INGENIERÍA DE DETALLE**

Es el desarrollo de las especificaciones básicas de los equipos, instrumentos y elementos que conforman una unidad, planta o proyecto, interpretando y traduciendo a un lenguaje más pormenorizado como planos, documentos y listados. [1]

La Ingeniería de Detalle comprende las siguientes etapas:

**1.3.1. Alcance.** Corresponde las actividades que están fundadas en la ingeniería básica.

**1.3.2. Listados Varios.** Corresponde a un conjunto de cuadros informativos detallados acerca de características generales de los equipos, instrumentos, tuberías, accesorios y cableados para facilitar las gestiones de compra. Este se subdivide en:

- **Listados de Instrumentos**
- **Listados de Equipos**
- **Listado de Tuberías**
- **Listado de Accesorios y Cableado de montaje**



**1.3.3. Cálculos y Diseños.** Es el conjunto de datos suministrados por la ingeniería básica que sirvan de entrada para obtener, mediante cálculos manuales o programas de computador, el dimensionamiento de equipos, la información necesaria para elaborar los planos y dibujos, los datos para hojas de especificaciones, los parámetros que permitan la selección de equipos y materiales. Este se subdivide en:

- **Diseño de tanques del Sistema de Nivel y Volumetría**
- **Diseño y cálculos del Sistema de Destilación atmosférica**
- **Diseño y cálculos del Sistema de Refrigeración basado en una Torre de enfriamiento.**

**1.3.4. Diseño de Planos y Dibujos.** Es la representación gráfica de la información primaria y la obtenida durante el cálculo y diseño, mostrando a través de localizaciones, flujos, esquemas, diagramas, equipos, instrumentos y características especiales requeridos para la construcción y adquisición de equipos y materiales. Corresponde a los diseños mecánicos de los instrumentos y equipos elaborados a través del software Solid Edge, así como el ensamble de estos en los distintos módulos para la elaboración final del Módulo Multiproceso. Se subdivide en:

- **Diseño Mecánico de equipos e instrumentos**
- **Diseño Mecánico del Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques**
- **Diseño Mecánico del Módulo de Destilación Atmosférica**
- **Diseño Mecánico de la Torre de enfriamiento**
- **Diseño Mecánico del Tablero de Control**
- **Diagrama Eléctrico**
- **Diagrama Unifilar**

**1.3.5. Hojas de datos.** Es el conjunto de hojas de especificaciones proveniente de los fabricantes de cada equipo e instrumento.

**1.3.6. Presupuesto.**

## **2. DESARROLLO DE LA INGENIERIA CONCEPTUAL**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

La facultad de ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con un Módulo de Nivel y Caudal instalado en el laboratorio de instrumentación y control, el cual por los años de funcionamiento, unido al desarrollo mundial de la tecnología resulta obsoleto, para el desarrollo y capacitación de los estudiantes.

El Módulo actual presenta fallas en el control de sus procesos y en el funcionamiento de mucho de los equipos e instrumentos, Por tanto se hace necesario reestructurar el Módulo actual, desarrollando las Ingenierías Conceptual Básica y Detalle, para disminuir los tiempos de ejecución y costos del proyecto.

En aras de optimizar el presupuesto disponible, se propone reutilizar la estructura soporte del Módulo actual incluyendo equipos como la electroválvula Valtek y la motobomba Pedrollo porque se encuentran en buenas condiciones de uso; así mismo, aprovechando al máximo el espacio disponible de la estructura mecánica, se plantea mejorar el Sistema de Nivel y Caudal existente y añadir un Sistema de Destilación y un Sistema de refrigeración basado en una torre de enfriamiento, para obtener un Módulo Multiproceso con tecnología de punta.

Con este Módulo Multiproceso, se impartirán prácticas de laboratorio a nivel de pregrado y postgrado, logrando que el estudiante este altamente capacitado en la manipulación de equipos e instrumentos para solucionar los problemas que se le presenten en su vida laboral.

### **2.2 ALCANCE DE LA INGENIERIA CONCEPTUAL**

La ingeniería conceptual aplicada al diseño del Módulo Multiproceso está enfocada en definir las necesidades de la planta, para ello se parte desde la fundamentación teórica de los Sistemas que intervienen en el módulo Multiproceso como Sistema de Nivel y volumetría en tanque, sistema de Destilación y sistema de Refrigeración basado en una torre de enfriamiento, definiendo la normatividad a utilizar, y mencionando a grandes rasgos las bases de diseño que serán el punto de partida para el desarrollo de las ingenierías básica y de detalle.

## 2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL PROYECTO

**2.3.1. Normas y estándares.** La normalización es el proceso, método o sistema definido exhaustivamente para aplicar, instalar o describir un proceso o sistema determinado. Su importancia fundamental está en la homogeneización de la calidad de los productos, aplicación correcta de métodos y tecnologías y la preservación del acervo tecnológico y del ambiente. Para llegar al proceso de la normalización, debe haber un consenso entre las empresas, instituciones o personas involucradas con el fenómeno a describir.

La Sociedad Norteamericana de pruebas de Materiales, con sus siglas en inglés ASTM (American Society for Testing and Materials), desarrolla y publica estándares técnicos por consenso voluntario en el amplio sector de materiales, productos, sistemas y servicios; manteniendo un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias. Las industrias alrededor del mundo se han dirigido a ASTM para el desarrollo de normas que son conocidas por su alta calidad técnica y su pertinencia en el mercado; estas normas son una parte importante de la infraestructura de información que orienta el diseño, la fabricación y el comercio en la economía global [2]. Para este proyecto se tomó como referencia la Norma ASTM E 123-02 (Especificación estándar de Aparatos para la determinación de agua por destilación), la cual establece los requerimientos de los aparatos para la destilación.

En Colombia las normas que más se utilizan a nivel de instrumentación industrial, son las definidas por la Sociedad Americana de Instrumentación, ISA (Instrument Society of America), la cual estandariza algunas normas asociadas a la representación y uso de dispositivos en los sistemas de control. Las normas de mayor aplicación son la ISA-S5.1 sobre simbología e identificación de la instrumentación industrial, ISA-S5.4 sobre los diagramas de lazos e ISA-S.20 sobre normas para especificar los instrumentos industriales [3].

- **Norma ASTM E 123-02 (Especificación estándar de Aparatos para la determinación de agua por destilación).** Esta norma cubre las especificaciones que presentan los aparatos usados en los métodos para determinar el agua en los productos derivados del petróleo por destilación. El matraz de destilación tendrá una capacidad nominal entre 500ml a 1000ml según sea necesario y deberá ser de vidrio resistente a altas temperaturas. Se tomó esta convención de medida para la construcción del matraz de

destilación del Módulo Multiproceso, siendo su capacidad nominal de 1000ml [2].

- **Norma ISA-S5.1.** Simbología e identificación de la instrumentación industrial para la representación gráfica de los sistemas de control en plantas industriales, se utiliza el diagrama de flujo de instrumentos, abreviado como P&ID, por sus siglas en inglés “Piping & Instrumentation Diagram”, en él se muestra toda la instrumentación empleada para el control de la planta industrial. Para establecer un medio uniforme de designación de instrumentos y sistemas de instrumentación basados en medida y control, ISA propuso la norma ANSI/ISA S5.1-84 del año 1984 y con una rectificación en 1992; en la cual especifica la nomenclatura para nombrar los instrumentos, y símbolos para representarlos. [3]

A continuación se presentan las generalidades de la norma:

- a. Los instrumentos son generalmente identificados por un código alfanumérico o un número de etiqueta que identifica la función en el proceso y el lazo de control en el cual está localizado. La figura 1 indica cómo las letras y los números son seleccionados y agrupados para lograr una rápida identificación.



Figura 1: Letras y Números Utilizados para Número de Etiquetas. [3]

- b. La identificación funcional de un instrumento o su equivalente funcional consiste de letras tomadas de la tabla 1, que incluye una primera letra (designando la medición o variable inicial) y una o más letras sucesivas (designan las funciones ejecutadas). (Ver tabla 2)
- c. Las letras funcionales agrupadas para un instrumento pueden minimizarse de acuerdo al sentido común del usuario. El número total de letras dentro

de un grupo no debe exceder de 4. El número mínimo dentro de un grupo se puede determinar por:

- Arreglo de letras funcionales dentro de sub grupos.
  - Se omite la I (indica) si un instrumento grafica e indica la misma variable medida.
- d.** Todas las letras de identificación funcional van sobre el componente.
- e.** La identificación en los lazos consiste de una primera letra y luego un número. Cada instrumento dentro del lazo tiene asignado el número correspondiente al lazo, este es único, y en el caso de numeración paralela es la misma letra. Un instrumento común a varios lazos llevaría la identificación del lazo predominante.
- f.** Si un lazo tiene varios instrumentos con la misma identificación funcional, se puede agregar un sufijo al número del lazo por ejemplo: FV– 2, FV– 2B, FV– 2C o TE– 25 –1, TE – 25 – 2 etc. Sin embargo es más conveniente o lógico en determinadas situaciones designar a un par transmisor de flujo, por ejemplo como FT – 2 y FT – 3 en vez de FT-2 y FT-2B. El sufijo se aplica de acuerdo a la siguiente pauta:
- En componentes se empleará una letra por ejemplo A, B, C, etc.
  - Para un instrumento como un registrador multipunto de temperatura que imprime números por punto de identificación, el elemento primario se numerará como TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3 correspondiendo al número de identificación del punto.
  - Para mas subdivisiones de un lazo se designaran por sufijos alternados en serie de letras y números.
- g.** La norma ISA S5.1 define cuatro tipologías de elementos gráficos: instrumentos discretos (se simboliza mediante un circulo), controles/indicadores compartidos (representado por círculos rodeados por un hexágono), funciones computacionales (hexágono), y controladores lógicos programables (rombo dentro de un cuadrado); agrupándolos en cuatro categorías por ubicación: ubicación primaria, ubicación auxiliar, montado en campo y localización trasera o inaccesible. (Ver tabla 3)

- h. El agregar una simple línea horizontal a través de cualquiera de los cuatro elementos gráficos, indica que el instrumento reside en una localización primaria, y es accesible por el operario. Una doble línea indica una ubicación auxiliar accesible por el operario. La ausencia de líneas indica que el instrumento está montado en campo, es decir, cerca de la variable de proceso a medir o actúa directamente sobre el proceso. Los dispositivos localizados detrás del panel o alguna otra ubicación inaccesible son mostrados con una línea horizontal punteada. (Ver tabla 3)
- i. Las señales de instrumentación utilizadas en el control de procesos son usualmente de los siguientes tipos: Neumática, electrónica (eléctrica), capilar, hidráulica, sónica o indicando radioactividad. Cada señal tiene un símbolo diferente [3] [4]. (Ver tabla 4)

Primera Letra		Letras Sucesivas			
	Variable Medida	Letra de Modificación	Función de Lectura Pasiva	Función de Salida	Letra de Modificación
A	Análisis (4)		Alarma		
B	Llama		Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C	Conductividad			Control	
D	Densidad o Peso Específico	Diferencial (3)			
E	Tensión (f.e.m)		Elemento Primario		
F	Caudal	Relación (3)			
G	Calibre		Vidrio (8)		
H	Manual				Alto (6)(13)(14)
I	Corriente Eléctrica		Indicación o indicador (9)		
J	Potencia	Exploración (6)			
K	Tiempo			Estación de control	

L	Nivel		Luz piloto (10)		Bajo (6)(13)(14)
M	Humedad				Medio o Intermedio (6)(13)
N	Libre (1)		Libre	Libre	Libre
O	Libre (1)		Orificio		
P	Presión o Vacío		Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integración (3)			
R	Radiactividad		Registro		
S	Velocidad o Frecuencia	Seguridad (7)		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisión o transmisor	
U	Multivariable (5)		Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V	Viscosidad			Válvula	
W	Peso o Fuerza		Vaina		
X	Sin clasificar (2)		Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Libre (1)			Relé o computador (12)	
Z	Posición			Elemento final de control sin clasificar	

Tabla 2: Letras de identificación. [3] [4]

















SIMBOLOS GENERALES DE INSTRUMENTOS				
	Ubicación Primaria	Ubicación Auxiliar	Montado en Campo	Localización Trasera
Instrumentos Discretos				
Indicación/Control Compartido				
Función Computacional				
Control Lógico Programable				

Tabla 3. Símbolos generales. [4]

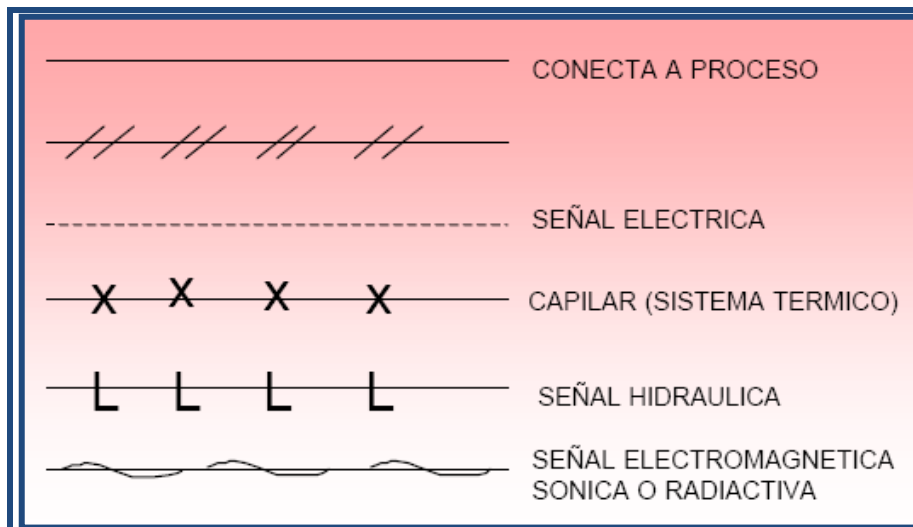


Tabla 4. Líneas de Conexión de Instrumentos. [3] [4]



- **ANSI/IEEE Std 315A-1986 - Supplement to graphic symbols for electrical and electronics diagrams.** Esta norma proporciona los símbolos gráficos y la información sobre los símbolos gráficos internacionalmente aprobados para el uso de diagramas eléctricos y electrónicos. [5]

**2.3.2. Sistemas de nivel y volumetría en tanques.** El control de nivel de líquidos en depósitos y el flujo entre ellos es un problema básico de los sistemas de control. Se hace uso de estos cuando se requiere una producción continua, cuando se desea mantener una presión hidrostática, cuando un proceso requiere de control y medición de volúmenes de líquidos ó; bien en el caso más simple, para evitar que un líquido se derrame. La medición de nivel de líquidos, dentro de un recipiente parece sencilla, pero puede convertirse en un problema más ó menos difícil, sobre todo cuando el material es corrosivo ó abrasivo, cuando se mantiene a altas presiones, cuando es radioactivo ó cuando se encuentra en un recipiente sellado en el que no conviene tener partes móviles ó cuando es prácticamente imposible mantenerlas. El control de nivel entre dos puntos, uno alto y otro bajo, es una de las aplicaciones más comunes de los instrumentos para controlar y medir el nivel [4].

Los sistemas de control de nivel en tanques se componen básicamente de sensores, transmisores, controlador y actuadores como cualquier sistema de control. Los sensores y transmisores de nivel se encargan de medir una magnitud física (Nivel) y transformarla en una magnitud eléctrica para que pueda ser interpretada por el controlador y comparar la variable medida con la de referencia para determinar el error y de esta manera generar la acción de control que será efectuada por el actuador.

Los instrumentos mecánicos de medición y control de niveles ó cargas hidrostáticas, incluyen dispositivos visuales e indicadores, el dispositivo más simple para medir niveles es una varilla graduada, que se pueda insertar en un recipiente, la profundidad real del material se mide por la parte mojada de la varilla, este método es muy utilizado para medir el nivel en los tanques de una gasolinera, este método es simple pero efectivo, no es muy práctico, sobre todo si el material es tóxico ó corrosivo, ya que el individuo que lo aplica tiene que estar de pie sobre la abertura manejando la varilla con las manos. [4]

Los métodos utilizados para la medición del nivel de líquidos, básicamente pueden ser clasificados en: métodos de medición directa y método de medición indirecta.

Los métodos de medición directa se basan en determinar la altura de un líquido sobre una línea de referencia, mientras que los métodos de medición indirecta se basan en determinar el nivel del fluido ya sea determinando la presión hidrostática, el desplazamiento producido por un flotador en el líquido contenido en el tanque de proceso o aprovechando las características eléctricas del líquido. [4]

<b>SENSORES DE NIVEL EN LÍQUIDOS</b>			
<b>Instrumentos de Medida Directa</b>	<b>Instrumentos de Medida Indirecta</b>		
	<b>Por Presión hidrostática</b>	<b>Por Desplazamiento</b>	<b>Por Características Eléctricas</b>
Medidor de Sonda	Medidor Manométrico	Medidor de Nivel de Tipo Desplazamiento	Medidor Conductivo
Medidor de cinta y Plomada	Medidor de Membrana		Medidor Capacitivo
Medidor de Nivel de Cristal	Medidor de Tipo Burbujeo		Medidor Ultrasónico
Medidor de Flotador	Medidor de Presión Diferencial de Diafragma		Medidor de Radiación
			Medidor Láser

Tabla 5. Medidores de Nivel en Líquidos. [4]

Para regular o detener la circulación del líquido en los sistemas de nivel se utilizan las válvulas, las cuales tienen la función de regular el caudal comportándose como un orificio cuya sección de paso varía continuamente. La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y es tan importante como el elemento primario, el transmisor y el controlador.

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

El actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros por ser los más sencillos y de rápida actuación. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte y lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda a una posición determinada del vástago. [4]

El cuerpo de la válvula contiene en su interior el obturador y los asientos y una serie de accesorios para conectar la válvula a la tubería. El obturador es quien se encarga de controlar la cantidad de líquido que pasa por la válvula y puede actuar en la dirección de su propio eje o bien tener un movimiento rotativo. Está unido a un vástago, que pasa a través de la tapa del cuerpo y que es accionado por el servomotor. [4]

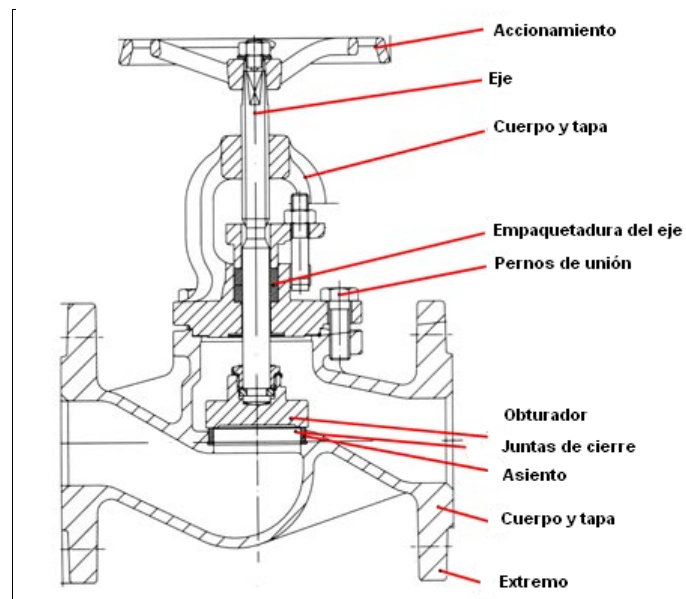


Figura 2: Partes Principales de una Válvula (Válvula de Globo). [6]

**2.3.3. Sistema de destilación atmosférica.** La destilación es la operación de separar los diferentes componentes líquidos de una mezcla por medio de calor, aprovechando las diferencias de volatilidad entre los componentes a separar.

Esta operación se realiza en forma continua en las denominadas columnas o torres de destilación donde por un lado asciende el vapor del líquido hasta salir por la cabeza de la columna y por el otro va descendiendo el líquido hasta llegar a la base. [7]

La destilación atmosférica es la que se realiza a una presión cercana a la atmosférica y comúnmente se utiliza en la industria petroquímica para extraer los hidrocarburos presentes en el crudo, sin afectar la estructura molecular de los componentes. En las unidades de destilación atmosférica, el objetivo es obtener combustibles terminados y cortes de hidrocarburos que luego se procesarán en otras unidades. [8]

En el módulo multiprocesos se utilizó un sistema de destilación atmosférica para obtener agua destilada.

La destilación atmosférica se basa en la transferencia de masa entre las fases líquido-gas de una mezcla, permitiendo separar sus componentes en función del punto de ebullición de cada sustancia. La separación ocurre cuando existe equilibrio entre las fases líquido y vapor que es función de la temperatura y presión del sistema. Así, los componentes de menor peso molecular se concentran en la fase vapor y los de peso mayor, en el líquido. Las columnas se diseñan para que el equilibrio líquido-vapor se obtenga de forma controlada y durante el tiempo necesario para obtener los productos deseados. [8]

La fase líquida se obtiene mediante un Sistema de condensación unido al balón de destilación. La condensación ocurre cuando la temperatura de un vapor se reduce por debajo de su temperatura de saturación. En un equipo industrial, el proceso normalmente resulta del contacto entre el vapor y una superficie fría. La condensación puede ocurrir en forma de película o en forma de gotas.

- **Condensación de película.** Ocurre cuando un vapor puro al entrar en contacto con una superficie fría se condensa formando gotas en dicha superficie.
- **Condensación por gota.** Se caracteriza por presentar un crecimiento de las gotas individuales, las adyacentes se reúnen y finalmente, se forma un pequeño chorro y el chorro fluye con rapidez hasta el fondo de la superficie capturando y absorbiendo todas las gotas que se encuentran en su trayectoria y dejando una superficie seca tras ella.

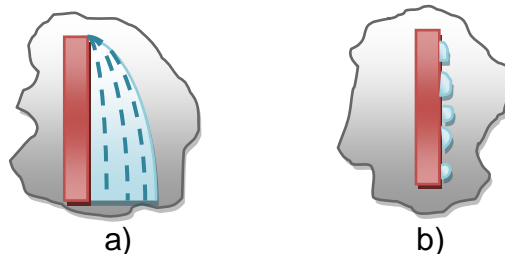


Figura 3. Modos de Condensación. a) Condensación Tipo Película. b) Condensación por Goteo. [9]

La condensación puede ocurrir en una de dos formas dependiendo de la condición de la superficie. La forma dominante de condensación es una en la que una película líquida cubre toda la superficie de condensación, y bajo la acción de la gravedad la película fluye de forma continua desde la superficie. Sin embargo, si la superficie está cubierta de una sustancia que impide que se moje, es posible mantener condensación de gotas. La mayoría de los condensadores consisten, por tanto, en serpentines horizontales a través de los que un refrigerante líquido fluye y alrededor del que se hace circular el vapor a condensar. En términos de mantener altas velocidades de condensación y de transferencia de calor, la formación de gotas es superior a la formación de película.

Aunque es deseable alcanzar la condensación de gotas en aplicaciones industriales, a menudo es difícil mantener esta condición. Por tal razón y como los coeficientes de convección para condensación de película son más pequeños que los del caso de gotas, los cálculos del diseño de condensadores con frecuencia se basan en la suposición de condensación de película. [9]

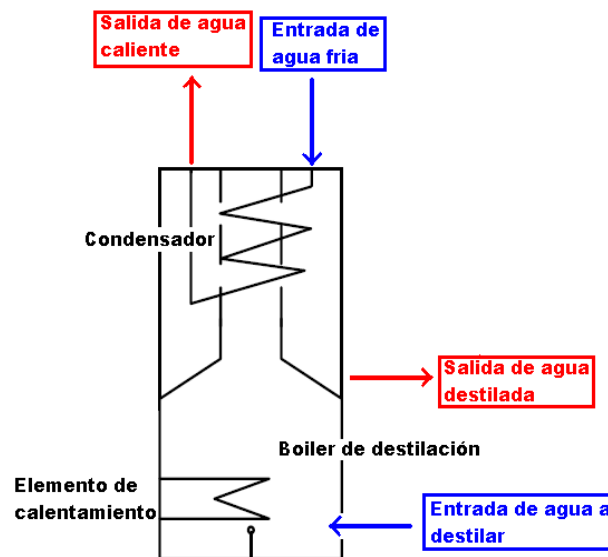


Figura 4. Diagrama de un proceso de destilación [11]

**2.3.4 Sistema de refrigeración basado en una torre de enfriamiento.** Las torres para el enfriamiento de agua permiten al proceso, contar con un suministro constante de agua fría, recirculando para ello el agua calentada ya usada. En ellas se consigue disminuir la temperatura del agua caliente mediante la transferencia de calor y masa al aire, esto se logra mediante 2 mecanismos: la transmisión de calor por convección y la transferencia de vapor desde el agua al aire.

En la transmisión de calor por convección, debido a la diferencia de temperaturas entre el agua y el aire, hay un desplazamiento de flujo caliente desde el agua hacia el aire que la rodea. La transferencia de vapor desde el agua al aire ocurre cuando se evapora la película exterior de la gota que se pone en contacto con el aire, requiriendo para este proceso de absorber calor, el cual se toma de la propia gota, enfriándola consecuentemente. Es decir, el enfriamiento se realiza tanto por calor sensible (diferencia de temperatura entre el aire y el agua) como por calor latente (cambio de estado físico del agua a vapor).

El objeto que se persigue en la torre es que la gota este el mayor tiempo posible en contacto con el aire, lo cual se logra con la altura de la misma y además interponiendo obstáculos (relleno), que la van deteniendo y al mismo tiempo la van fragmentando facilitando más el proceso evaporativo. [9]



Figura 5. Clasificación de las Torres de Enfriamiento. [9]

Clasificación de torres por proceso:

- **Enfriamiento directo.** En la cual el fluido de enfriamiento (agua fría) va directamente al proceso y retorna a la parte superior de la torre de enfriamiento como agua caliente.
- **Enfriamiento indirecto.** En este caso el agua fría hace contacto con un intercambiador de calor y retorna a la parte superior de la torre de enfriamiento como agua caliente.

## Clasificación de torres por tiro:

- **Torres de tiro natural.** Una torre de tiro natural es aquella en la que el aire es inducido por una gran chimenea situada sobre el relleno. El tiro de aire a través de la atmósfera se crea por la diferencia de densidades entre el aire fresco a la entrada y el aire tibio a la salida y también por la diferencia de velocidades entre el viento que circula a través del suelo y el viento que circula por la parte superior de la chimenea. Es por ello que este tipo de torres han de ser altas y, además, deben tener una sección transversal grande para facilitar el movimiento del aire ascendente. Estas torres son muy utilizadas en centrales térmicas; muy pocas veces son aplicables a plantas industriales debido a la fuerte inversión inicial necesaria. [9]
- **Torres de tiro mecánico.** Son torres compactas y con una sección transversal y altura menor a la de las torres de enfriamiento de tipo natural, por lo tanto ejercen mayor control sobre el caudal de aire suministrado.

Las torres de tiro mecánico se clasifican en torres de tiro forzado y torres de tiro inducido. En las de tiro forzado el ventilador se sitúa en la entrada del aire, mientras que en las de tiro inducido se ubica en la zona de descarga del mismo. [9]

- Torres de tiro forzado.** El aire se descarga a baja velocidad por la parte superior de la torre. El tiro de aire forzado es enviado horizontalmente a través de la bandeja y en contra de las gotas de agua que descienden; las gotas de agua que son arrastradas hacia arriba son detenidas por los deflectores ubicados en la parte superior de la torre.
- Torres de tiro inducido.** Las torres de tiro inducido pueden ser de flujo a contracorriente o de flujo cruzado. El flujo a contracorriente significa que el aire se mueve verticalmente a través del relleno, de manera que los flujos de agua y de aire tienen la misma dirección pero sentido opuesto. En las torres de flujo cruzado, el aire circula en dirección perpendicular respecto al agua que desciende.

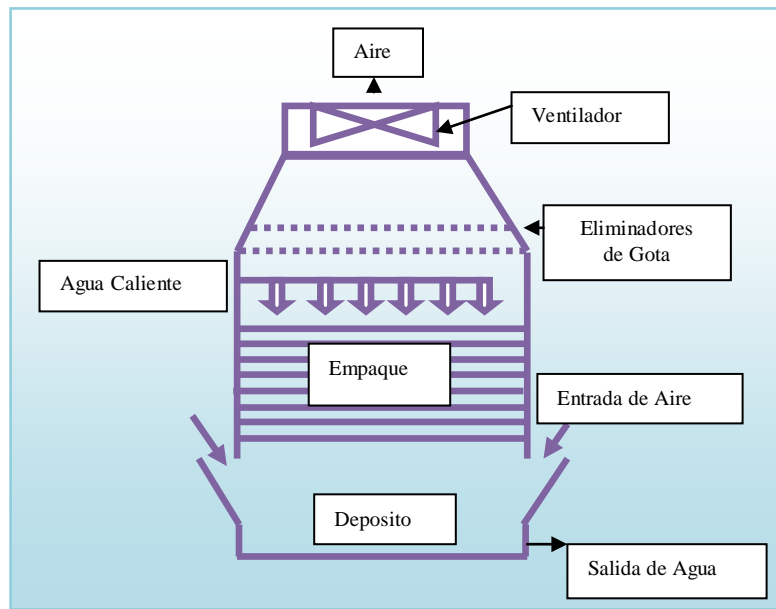


Figura 6. Torre de Enfriamiento de Tiro Inducido con Flujo a Contracorriente. [11]

- **Torres atmosféricas.** Son las que utilizan las corrientes de aire de la atmósfera. El aire se mueve de forma horizontal y el agua cae verticalmente (flujo cruzado). Son torres de gran altura y pequeña sección transversal.

Clasificación de torres por circuito:

- **Sistema de recirculación abierta.** En este tipo de sistema el agua tiene contacto directamente con la atmósfera, por lo tanto hay pérdidas por evaporación y purgado.
- **Sistema de recirculación cerrada.** En este tipo de sistema el agua circula dentro del sistema sin tener contacto con la atmósfera, evitando así pérdidas por evaporación y purgado. [9] [10]

### 2.3.5 Variables del proceso.

- **Temperatura.** La temperatura es la cantidad de calor expresada en grados que contiene un cuerpo, siendo el calor una de las formas de presentarse la energía. La forma más corriente de suministrar calor a un cuerpo para que



aumente la temperatura, es ponerlo en contacto con otros cuerpos que se encuentran a un nivel superior de calor. Esto produce un aumento de temperatura y, en consecuencia, cambios en todas las propiedades físicas del mismo, tales como:

- Aumento en dimensiones.
- Aumento de presión, a volúmenes constantes.
- Cambio de fuerza electromotriz desarrollada cuando el cuerpo está en contacto con otro.
- Cambio de resistencia Eléctrica.
- Aumento de la radiación superficial.
- Cambio de calor.
- Cambio de estado

Cada uno de los cambios mencionados puede servir como base para medir la variación de temperatura. De hecho una gran cantidad de instrumentos aprovechan esto como principio de operación.

La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes. A continuación se muestra una tabla donde se mencionan los diferentes instrumentos para la medida de temperatura. En el Módulo Multiproceso se seleccionó termómetros de resistencia o RTD para la medida de temperatura.

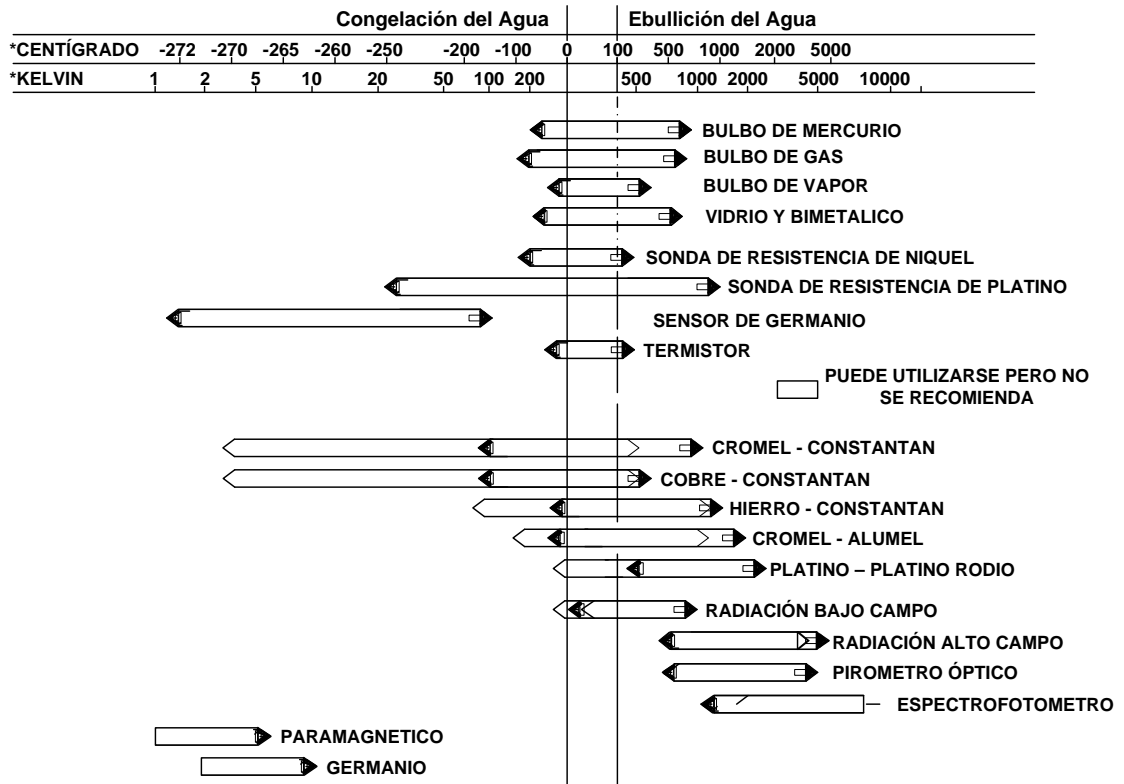


Figura 7. Campo de Medida de los Instrumentos de Temperatura. [4]

- Termómetros de resistencia.** Elemento que utiliza un conductor, el cual presenta un “coeficiente de temperatura de resistencia” que expresa a una temperatura especificada la variación de la resistencia en ohmios del conductor. [4]

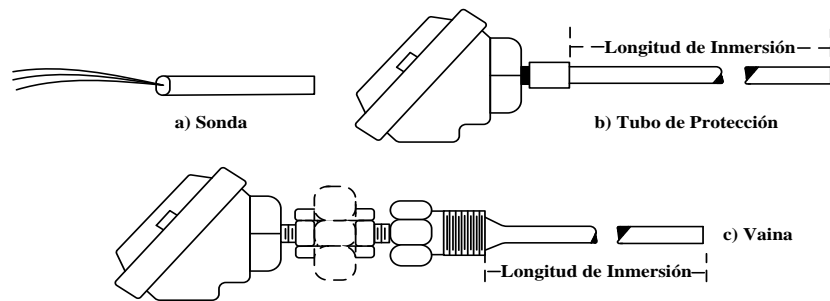


Figura 8. Termómetro de Resistencia. [4]

- **Nivel.** Se define como la distancia entre una línea de referencia y la superficie del líquido o sólido, generalmente esta línea se asume como el fondo del recipiente.

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento adecuado del proceso como de la consideración del balance adecuado de las materias primas o productos finales. Los instrumentos de nivel se dividen en:

- **Medidores de nivel de líquidos.** Trabajan midiendo, directamente la altura del líquido sobre una línea de referencia, la presión hidrostática, el desplazamiento generado por un flotador o aprovechando las características eléctricas del líquido. (Ver figura 9)

Aquellos instrumentos que realizan la medida directa se dividen en: sonda, cinta y plomada, nivel de cristal y de flotador. [4]

Por otra parte, los que realizan la medida aprovechando la presión hidrostática son: manométrico, de membrana, tipo burbujeo y de presión diferencial de diafragma. Los medidores de desplazamiento a barra de torsión aprovechan el empuje producido por el líquido. [4]

Finalmente, los que utilizan las características eléctricas del líquido se clasifican en: resistivo, conductivo, capacitivo, ultrasónico, de radiación y de láser. (Ver tabla 6)

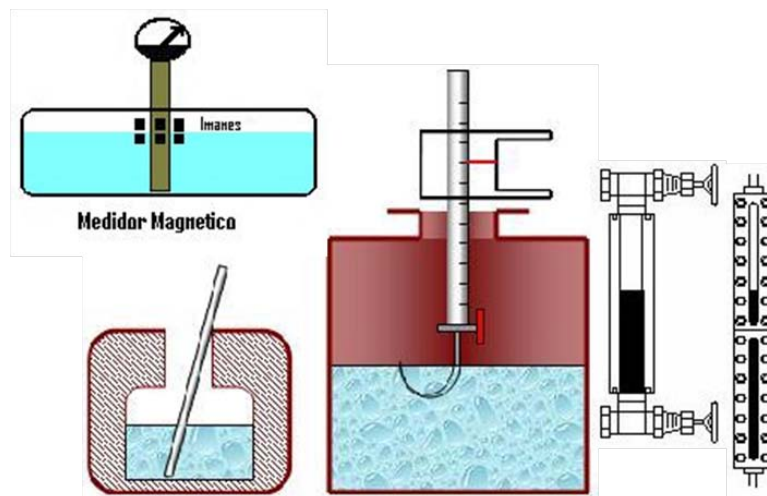


Figura 9. Medidores de Nivel en Líquidos. [4]

Instrumento	Campo de Medida	Precisión % Escala	Presión Máxima bar	Temp. Máxima Fluido °C
Sonda	Limit.	0,5 mm	Atm.	60
Cristal	»	»	150	200
Flotador	0-10 m	±1-2%	400	250
Manométrico	Alt. Tanque	±1%	Atm.	60
Membrana	0-25 m	±1%	»	60
Burbujeo	Alt. Tanque	±1%	400	200
Presión diferencial	0,3 m	±0,15 % a ±0,5%	150	200
Desplazamiento	0-25 m	±0,5%	100	170
Conductivo	Ilimitado	–	80	200
Capacitivo	0,6 m	±1%	80-250	200-400
Ultrasónico	0,30 m	±1%	400	200
Radar	0-30 m	±2,5 mm		
Radiación	0-2,5 m	±0,5-2%	–	150
Láser	0-2 m	±0,5-2%	–	1500

Tabla 6: Medidores de Nivel de Líquidos [4]

- **Caudal.** Es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Para medir el caudal se utilizan medidores volumétricos o los de caudal de masa, lo cual depende del tipo de caudal.

Los medidores volumétricos determinan el caudal en volumen del fluido, esto se puede realizar directamente (desplazamiento) e indirectamente por deducción (presión diferencial, área variable, velocidad, fuerza, tensión inducida, torbellino). Ver tabla 7 y figura 10.

Los medidores del caudal de masa se efectúa a partir de una medida volumétrica compensándola para las variaciones de densidad del fluido, o directamente el caudal masa aprovechando característica medibles de la

masa del fluido. Para el primer sistema se compensa directamente la densidad o las variables de presión o temperatura.

Tipo	Sistema	Elemento	Transmisor
Medidores Volumétricos	Presión Diferencial	Placa Orificio	Equilibrio de fuerzas Silicio difundido
		Tobera	
		Tubo Venturi	
		Tubo Pitot	
		Tubo Annubar	
	Área variable	Rotámetro	Equilibrio de movimientos Potenciométrico Puente de impedancias
	Velocidad	Vertedero con flotador con canales abiertos	Potenciométrico Piezoeléctrico
		Turbina	
		Sondas ultrasónicas	
	Fuerza	Placa de impacto	Equilibrio de fuerzas Galgas extensométricas
Tensión Inducida	Medidor magnético	Convertidor potenciométrico	
Desplazamiento Positivo	Disco giratorio	Generador tacométrico	
	Pistón oscilante		
	Pistón alternativo		
	Medidor rotativo		
	Medidor de paredes deformables		
Torbellino	Medidor de frecuencia de termistancia, condensador, ultrasonido	Transductor de resistencia	
Oscilante	Válvula oscilante	Transductor de impulsos	
Medidores de Caudal Masa	Compensación de P y Temp. en Medidores Volumétricos		
	Térmico	Diferencia temp. en dos sondas de resistencia	Puente de Wheatstone
	Momento	Medidor axial	Convertidor de par
		Medidor axial de doble turbina	
Fuerza de Coriolis	Tubo de vibración	Convertidor de par	

Tabla 7. Sistemas de Medición de Caudal [4]

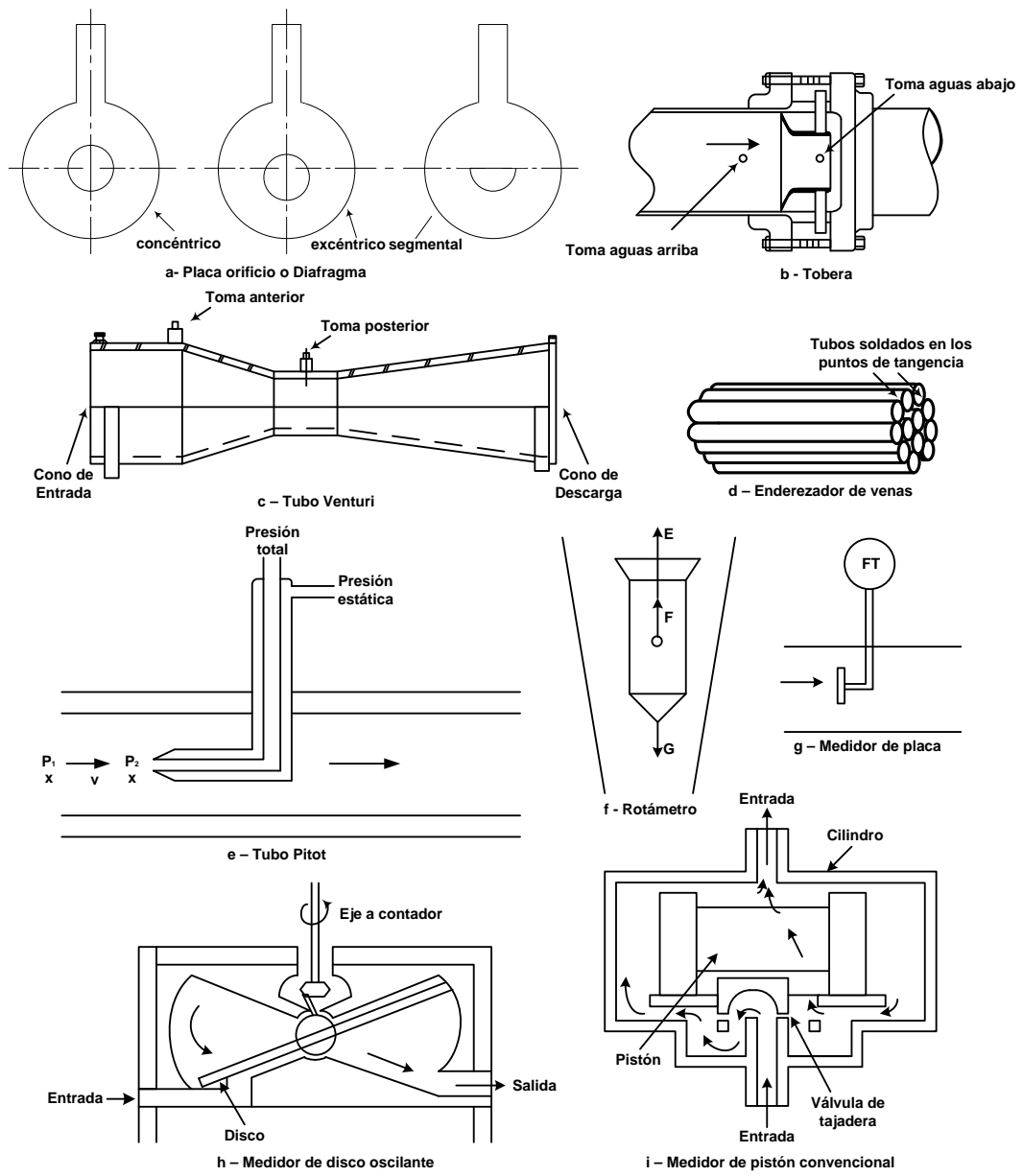


Figura 10. Elementos de Medida Volumétrica [4]

## **2.4 JUSTIFICACIÓN**

El módulo multiproceso será utilizado para introducir a los estudiantes de pregrado en la operación e implementación de dispositivos utilizados a nivel industrial, a través de experiencias de laboratorio en áreas relacionadas con la instrumentación electrónica y los sistemas de control. De igual manera a nivel de posgrado se adaptarán experiencias encaminadas a la profundización de estas áreas con el fin de evaluar alternativas de optimización de los procesos industriales relacionados con los sistemas que constituyen el módulo.

Los estudiantes realizarán un trabajo experimental, de investigación, supervisión y control acorde a las exigencias de la industria. El módulo enlaza tres sistemas en un solo proceso, estos se complementan para evaluar las generalidades de un proceso industrial. El sistema de control y los equipos implementados en el módulo se seleccionaron acorde a las tecnologías utilizadas en la región, con el objetivo de que el estudiante tenga una visión global de los procesos que se ejecutan en la industria.

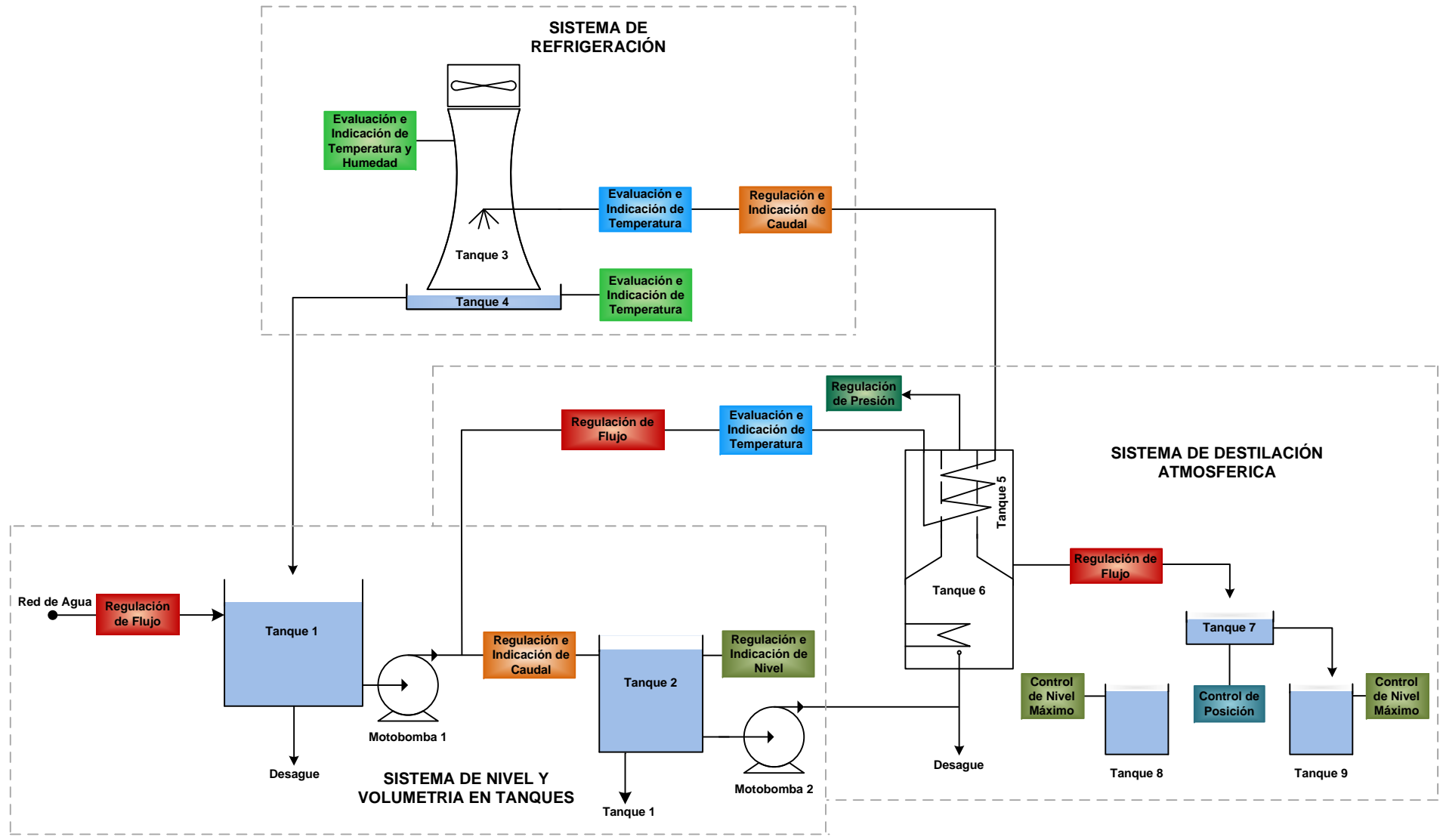
## **2.5 EXPLICACIÓN DEL MÓDULO MULTIPROCESO**

El módulo multiproceso está constituido por un sistema de control de nivel y volumetría en tanques, un sistema de destilación atmosférica y un sistema de refrigeración basado en una torre de enfriamiento; los cuales le permiten al estudiante relacionarse con equipos e instrumentos utilizados en la industria para el control de sus procesos. (Ver figura 20)

Los sensores y actuadores implementados en el módulo multiproceso, constituyen los elementos de medida de las variables del proceso y los elementos finales que ejecutan las acciones de control que requieran los lazos de control del proceso.

Las acciones de control son coordinadas por el controlador lógico programable (PLC) que se implementa de acuerdo a los requerimientos de las señales análogas y digitales de entrada y salida que constituyen el módulo multiproceso.

La estructura soporte del módulo multiproceso está compuesto por los elementos de los tres sistemas y a su vez incorpora los equipos e instrumentos que estos requieran.



FECHA: 30-03-2010

CONTIENE: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MÓDULO MULTIPROCESO  
 BASADO EN NORMA ISA/ANSI S5.1/84

DISEÑO: DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO - ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS  
 DIBUJO: ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS

PROYECTO: DESARROLLO DE LAS INGENIERIAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MÓDULO MULTIPROCESO



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
 SECCIONAL BUCARAMANGA**

INTEGRANTES DEL PROYECTO: DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO  
 ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS  
 DIRECTOR DEL PROYECTO: INGENIERO JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

REVISADO POR:  
 DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
 APROBADO POR:  
 DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



## **2.6 TAMAÑO Y UBICACIÓN DEL MÓDULO MULTIPROCESO**

El módulo multiproceso se ubicará en el Laboratorio de Control (B-204) de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga.

El tamaño de la estructura de soporte del módulo será de **1.014X1.739X0.929** (LargoxAnchoxAlto) metros. Esta estructura requerirá de un suministro de agua y de un sistema de desagüe.

## **2.7 EQUIPOS E INSTRUMENTOS DEL MÓDULO**

Los sensores son dispositivos que detectan variaciones de un variable externa, estos medirán el estado de las variables del proceso y transmitirán al controlador la señal electrónica correspondiente, por lo tanto se requiere unificar el tipo de señal electrónica que se trabajará, de acuerdo a los estándares que se utilizan en la industria, así como establecer los rangos de operación de estos instrumentos. La transmisión de la señal al controlador requerirá de un transmisor electrónico integrado al sensor o instalado entre el elemento sensor y el controlador.

Los actuadores o elementos finales de control, ejecutarán las acciones de control del PLC, que serán establecidas de acuerdo a las señales electrónicas que el controlador les transmitirá y que a su vez estarán determinadas por la lógica de control instaurada para el proceso. La señal electrónica de control se elige de acuerdo al tipo de control que se implementará y a la normalización existente. Esto a su vez determinará los equipos de protección eléctrica y acondicionamiento necesarios para proteger la integridad de todos los equipos utilizados en el módulo multiproceso.

El controlador realizará el análisis de la señal electrónica suministrada por los transmisores de los sensores y establecerá el estado de los actuadores de acuerdo a la lógica implementada. Por lo tanto la selección de este equipo de control requiere de la evaluación de las señales análogas y digitales de entrada y salida que inciden en el proceso y a su vez debe contemplar la posibilidad de ampliaciones. (Ver tabla 9)

## 2.8 IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y SEÑALES DE CONTROL

INVENTARIO DE SEÑALES DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN					
ENTRADAS ANALÓGICAS					
ITEM	NOMBRE	SEÑAL DE CONTROL	RANGO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Transmisor de Caudal	4-20mA	0-40 L/min	Sistema de Nivel en Tanques	Registra el Caudal impulsado por la Bomba 1 del Tanque 1 al Tanque 2
2	Transmisor de Caudal	4-20mA	0-40 L/min	Torre de Enfriamiento	Registra el Caudal impulsado por la Bomba 1 del Tanque 1 a la Torre de Enfriamiento
3	Transmisor de Nivel	4-20mA	0-100%	Sistema de Nivel en Tanques	Suministra el Nivel de Tanque 2
4	Sensor Transmisor de Temperatura	4-20mA	0-100°C	Torre de Enfriamiento	Registra la Temperatura de Entrada de Agua en la Torre de Enfriamiento
5	Sensor Transmisor de Temperatura	4-20mA	0-100°C	Torre de Enfriamiento	Registra la Temperatura de Salida de Agua en la Torre de Enfriamiento
6	Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad	4-20mA	10-90% 0-100°C	Torre de Enfriamiento	Registra la Humedad y Temperatura del Aire de Salida en la Torre de Enfriamiento
7	Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad	4-20mA	10-90% 0-100°C	Torre de Enfriamiento	Registra la Humedad y Temperatura del Aire de Entrada en la Torre de Enfriamiento
8	Sensor Transmisor de Temperatura	4-20mA	0-200°C	Sistema de Destilación	Registra la Temperatura de Fase de Vapor en el Tanque de Destilación – Tanque 6
9	Sensor Transmisor de Temperatura	4-20mA	0-200°C	Sistema de Destilación	Registra la Temperatura de Fase Líquida en el Tanque de Destilación - Tanque 6
SALIDAS ANALÓGICAS					
ITEM	NOMBRE	SEÑAL DE CONTROL	RANGO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Válvula Electroneumática de Caudal	4-20mA	0-100%	Sistema de Nivel en Tanques	Permite el Paso de Líquido del Tanque 1 al Tanque 2

<b>SALIDAS DIGITALES</b>					
<b>ITEM</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>SEÑAL DE CONTROL</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Electroválvula Solenoide de Caudal 0-120VAC	0-24VDC	NC	Torre de Enfriamiento	Permite el Paso de Flujo de Agua en el Tubo de Condensación
2	Electroválvula Solenoide de Caudal 0-120VAC	0-24VDC	NA	Sistema de Destilación	Permite el Paso del Destilado al Tanque 7
3	Motobomba 1	0-24VDC	40 L/min	Sistema de Nivel en Tanques	Impulsa Líquido del Tanque 1 al Tanque 2
4	Motobomba 2	0-24VDC	4 L/min	Sistema de Destilación	Impulsa Líquido del Tanque 2 al Tanque 6
5	Servomotor	0-5VDC	0-360 <sup>o</sup>	Sistema de Destilación	Posiciona el Tanque 7
6	Motor Extractor de Aire	0-24VDC		Torre de Enfriamiento	Extrae Aire de la Torre de Enfriamiento
7	Calefactor Eléctrico	0-24VDC	0-200 <sup>o</sup> C	Sistema de Destilación	Permite Calentar el Tanque de Destilación
<b>ENTRADAS DIGITALES</b>					
<b>ITEM</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>SEÑAL DE CONTROL</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Interruptor de Nivel Alto	0-24VDC	NA	Sistema de Destilación	Interrumpe la Entrada de Líquido cuando está en el Nivel Alto del Tanque 8
2	Interruptor de Nivel Alto	0-24VDC	NA	Sistema de Destilación	Interrumpe la Entrada de Líquido cuando está en el Nivel Alto de Tanque 9
3	Sensor Transmisor de Posición	0-24VDC	NPN-NA	Sistema de Destilación	Sensor de Proximidad inductiva, permite controlar el motor paso a paso M3

Tabla 9 Inventario de Señales de Control e Instrumentación [11]



## **2.9 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES**

El Módulo Multiproceso al enlazar tres Sistemas como Sistema de Nivel y Volumetría en tanques, Sistema de Destilación y Sistema de refrigeración, esta rico de equipos e instrumentación. Entre los equipos principales se encuentra la válvula electro-neumática Valtek, encargada de regular el flujo de agua entre los tanques TK1 y TK2; las bombas 1 y 2 encargadas de impulsar el agua a los tanques del Módulo Multiproceso; la Columna de Destilación con una capacidad para destilar 1l de agua y provista de un condensador para los procesos de destilación y condensación del agua; la Torre de Enfriamiento para el suministro constante de agua fría al sistema de destilación específicamente en el condensador.

Otros equipos que hacen parte del módulo multiproceso están instalados dentro de los equipos principales tales como: la resistencia eléctrica, encargada de calentar el agua en la columna de destilación; Extractor de aire, ubicado en la torre de enfriamiento para succionar el calor de las gotas de agua caliente que llegan a la torre; servomotor, encargado de girar el tanque TK7 para que sea posicionado en TK8 o TK9. Entre los instrumentos que se utilizarán en el módulo multiproceso están especificados sensores que medirán las variables de nivel, humedad, caudal temperatura y posición.

## **2.10 PROGRAMACIÓN GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

La implementación del módulo multiproceso implica el análisis de la planificación realizada en las ingenierías conceptual, básica y de detalle que proporcionarán los requerimientos generales del módulo, las especificaciones de los elementos, equipos e instrumentos que lo constituyen y los costos que se generan en su adquisición, así como los cálculos que justifican los equipos e instrumentos seleccionados para la aplicación.

La ejecución del proyecto requerirá de la estructuración de un plan general de actividades, el cual expondrá las acciones a realizar en la implementación del módulo multiproceso.

Cronograma General para la Implementación del Módulo Multiproceso													
Ítem	Actividad	Año 2011											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Evaluación de las Ingenierías Conceptual, Básica y de Detalle del Módulo Multiproceso	█	█										
2	Aprobación del Presupuesto del Proyecto	█	█										
3	Elaboración de las Ordenes de Compra para Equipos, Instrumentos y Elementos del Módulo			█	█								
4	Comisionamiento de la Construcción de los Sistemas de Destilación y de Enfriamiento			█	█								
5	Acondicionamiento de la Estructura de Soporte				█	█							
6	Evaluación del Software de Programación e Interfaz Gráfica		█	█	█	█							
7	Instalación de los Equipos e Instrumentos de los Sistemas del Módulo en la Estructura Soporte					█	█						
8	Instalación del Gabinete de Control y de los Elementos de Protección y Cableado					█	█	█					
9	Evaluación de las Conexiones Eléctricas Realizadas con los Equipos e Instrumentos de los Sistemas del Módulo								█				
10	Evaluación de las Señales entre el Equipo de Control y la Instrumentación a través del Software de Programación								█				
11	Estudio de las Estrategias de Control para los Lazos de Control del Modulo Multiproceso						█	█	█				
12	Elaboración del Programa de Usuario para el Equipo de Control						█	█	█	█			
13	Establecimiento del Protocolo de Comunicación entre el Equipo de Control y de Interfaz Grafica								█				
14	Diseñar la Interfaz Grafica de Usuario (GUI)								█	█	█		
15	Optimización del Proceso										█		
16	Elaboración de los Planos Eléctricos del Módulo								█	█	█		
17	Elaboración de los Manuales de Usuario y de Especificaciones Técnicas del Módulo Multiproceso											█	
18	Capacitación del Personal de Laboratorio de Control (B-204)											█	█

Tabla 10. Cronograma General de Ejecución [11]

## **2.11 REQUISITOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO**

El Módulo Multiproceso será instalado en el laboratorio de Instrumentación y Control de la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana. Este laboratorio tiene una altura aproximada de 3m con una tensión de alimentación trifásica.

La instalación de los equipos e instrumentos de los sistemas del módulo multiproceso, implica la evaluación de los requisitos de seguridad que se requieren para su óptimo funcionamiento.

Los mecanismos de protección se establecen al estudiar las recomendaciones del fabricante y las normas de seguridad existentes, que regulan las instalaciones eléctricas, en las cuales se contemplan las medidas fundamentales para conservar la integridad de los equipos e instrumentos, al estar expuestos continuamente al medio ambiente y a diversos fenómenos eléctricos, los cuales les generan riesgos y a su vez exponen la vida del operario.

Por otra parte, las instalaciones realizadas requieren de un mantenimiento preventivo cada 3 meses, el cual las conserva en óptimas condiciones y asegura su vida útil, y a su vez proporciona la opción de reforzar las medidas de seguridad implementadas.

### 3. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA

#### 3.1 ALCANCE DE LA INGENIERIA BÁSICA

El desarrollo de la Ingeniería Básica para el diseño del Módulo Multiproceso, está enfocado en recopilar las especificaciones generales de los equipos, instrumentos y materiales, así como los datos básicos de los sistemas, cálculos, graficas y planos; que son la base para elaborar en detalle todos los requerimientos del diseño final.

Se hizo énfasis en la descripción del proceso de la planta en general, identificando las variables que intervienen en cada sistema y especificando los lazos de control que estos presentan. Se estableció los datos generales como sistemas de medida, condiciones del lugar y servicios industriales. A su vez, se desarrollaron las especificaciones de ingeniería en equipos, tubería e instrumentos; se realizaron los cálculos que sustenten el diseño de cada sistema y finalmente se elaboraron los planos entregables como el diagrama de tubería e instrumentación.

#### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

**3.2.1 Sistemas de proceso.** El módulo multiproceso para el laboratorio de control contendrá tres (3) sistemas de proceso: sistema de control de nivel y volumetría en tanques, sistema de destilación atmosférica y sistema de refrigeración basado en una torre de enfriamiento.

- **Sistema de control de nivel y volumetría en tanques.** Controlar el nivel de un líquido en un tanque es un problema básico en los procesos industriales, pues estos requieren líquidos para ser bombeados, para almacenarlos en tanques, procesarlos mediante componentes químicos y luego bombearlos a otros tanques.

El control de nivel se hace necesario cuando se requiere mantener el nivel del líquido en un rango de variación determinado, cuando se desea mantener una presión hidrostática, cuando se necesita establecer una producción continua o en el caso más sencillo para evitar que el líquido se derrame.



El sistema de control de nivel y volumetría en tanques, está compuesto por:

- Dos tanques, uno de depósito de agua en la parte inferior del módulo (tanque 1), y otro en la parte superior (tanque 2), identificados de acuerdo a la norma ANSI/ISA S5.1-84 como “TK1” y “TK2”, respectivamente.
- Una bomba “M1”, para la circulación del agua del tanque 1 (TK1) al tanque 2 (TK2).
- Una válvula electroneumática “FV-10”, para regular el caudal de agua a través de la tubería que conecta al tanque 1 (TK1) con el tanque 2 (TK2).
- Un sensor de nivel “LT-10”, instalado en el tanque 2 (TK2).
- Un sensor de caudal “FT-10”, el cual medirá el caudal de agua a través de la tubería de 1” que conecta al tanque 1 (TK1) con el tanque 2 (TK2).
- Tres válvulas manuales “V-1”, “V-3” y “V-5”. La válvula “V-1” permite la entrada de agua al tanque 1 (TK1). Las válvulas “V-3” y “V-5” se instalan para realizar el desagüe de los tanques 1 y 2 (TK1 y TK2).
- Dos válvulas de cierre “V-2” y “V-6”, que se instalan para interrumpir la entrada de agua a los tanques 1 y 2 (TK1 y TK2), al alcanzar el nivel máximo.
- Una válvula de seguridad “V-4”, que protegerá la bomba “M1” al presentarse el cierre de la válvula electroneumática “FV-10” retornando el agua hacia el tanque 1 (TK1). (Ver figura 12)

Inicialmente la válvula “V-1”, que está conectada con la red de agua se abrirá, para garantizar el suministro de agua al tanque de depósito “TK1”. El agua presente en “TK1”, será impulsada hacia el tanque superior “TK2” por medio de la bomba “M1”. En este trayecto, el caudal de agua será regulado por la válvula electro-neumática “FV-10”, la cual permitirá establecer diferentes rangos de caudal para el llenado de “TK2” a través de la señal de control establecida por el controlador.

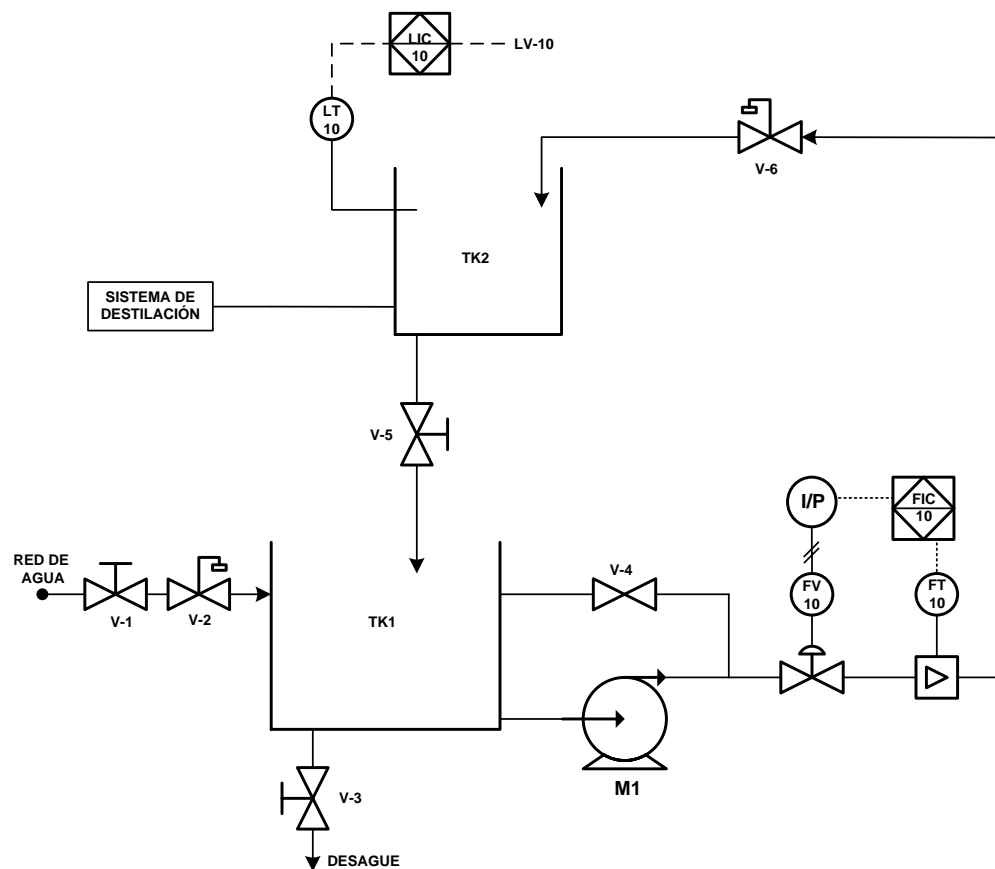


Figura 12. P&ID del Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques [11]

Se instalará el sensor de caudal “FT-10” en serie con la válvula electro-neumática “FV-10”, para medir el caudal de agua a través de la tubería que conecta a “TK1” con “TK2”.

El agua proveniente de “TK1” ingresa a “TK2” por la parte superior, generando turbulencias, por lo tanto se implementa en TK2 un sistema que convierte el flujo turbulento en flujo laminar, con el fin de evitar errores en la medición de nivel. (Ver figura 12)

La medición de nivel se efectúa en “TK2”, utilizando: un sensor de nivel ultrasónico “LT-10” para realizar la medición continua del nivel y un sensor de flotador acoplado con la válvula de cierre “V-6”, el cual evitará que se desborde “TK2”. La señal suministrada por el sensor de nivel “LT-10”, permite establecer indirectamente el volumen de agua en “TK2” conociendo la altura del liquido y el área de su sección transversal. Al finalizar la determinación del

nivel y el volumen en “TK2”, el sistema estará listo para enviar porciones de agua al sistema de destilación a través de la bomba M2.

El sistema de control de nivel y volumetría en tanques, permite controlar y visualizar dentro de un rango el valor del caudal establecido para el llenado de “TK2”, a través del control de la válvula electro-neumática “FV-10” y el sensor de caudal “FT-10”. A su vez, se controla y visualiza el nivel presente en “TK2”, utilizando la válvula electro-neumática “FV-10”, el sensor de nivel “LT-10” y la válvula de cierre “V-6”; y finalmente se determinará el volumen del líquido presente en “TK2”. (Ver figura 12)

El sistema de control está constituido por un PLC Siemens S7-200, el cual se encarga de monitorear el estado de las variables de los sistemas para realizar las acciones de control requeridas, de acuerdo a la estrategia de control que se implemente para los lazos de control.

- **Sistema de destilación atmosférica.** La destilación es el proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación.

El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles.

La industria en general requiere agua purificada de alta calidad en los equipos de energía de vapor, o dentro de los procesos de manufactura. El principal problema está en los contaminantes inorgánicos que se incrustan en su costosa maquinaria, o que alteran el proceso productivo donde se utilizan.

La industria de los semiconductores, maquinaria de corte por agua, agua para alimentar calderas, la industria alimentaria, elaboración de cosméticos, procesos químicos, procesos de fotografía, procesos de impresión, entre otros, requieren de agua libre de sales y minerales.

El sistema de destilación atmosférica, está compuesto por:

- Una cámara de proceso hermética y transparente con dos (2) secciones, donde ocurren los procesos de evaporación y condensación. La sección de la cámara donde se almacena el líquido a destilar y el tubo vertical donde

se desplazan los vapores, se identifica de acuerdo a la norma ANSI/ISA S5.1-84 como "TK6". La sección de la cámara donde se deposita el destilado se identifica como "TK5". Por otra parte, esta cámara de proceso posee una tapa superior y otra inferior, ajustadas por medio de espárragos roscados, los cuales permiten hermetizarla. A su vez, estas tapas alojan igualmente los conductos de entrada y salida de agua y de refrigerante, así como las conexiones de los sensores de temperatura. (Ver figura 13)

- Un dispositivo calefactor ubicado dentro de la cámara de proceso, identificado como "C2", el cual está compuesto por una resistencia eléctrica en el núcleo de un cilindro de cobre.
- Un condensador en espiral "C1", hecho en tubería de vidrio resistente a altas temperaturas por el cual circula agua refrigerada, para garantizar el proceso de condensación en la cámara de proceso.
- Una bomba "M2", para impulsar el agua de "TK2" a "TK6".
- Una válvula de seguridad "V-8", ubicada en la cámara de proceso.
- Un sensor de temperatura "TT-30B", instalado en la parte inferior de "TK6" de la cámara de proceso, el cual monitoreara constantemente la temperatura del agua y la transmitirá al controlador, el cual evaluará según los parámetros de control el estado del elemento final de control "C2". (Ver figura 22)
- Un sensor de temperatura "TT-30A" y un sensor de presión "PI-30", que se instala en el tubo vertical de destilación de "TK6", para monitorear la temperatura de evaporación del líquido y la presión de vapor de la cámara de destilación.
- Una válvula manual "V-9", que se instala para realizar el desagüe de la cámara de destilación "TK6".
- Una válvula solenoide de flujo "FV-30A", que restringe o permite el flujo de agua impulsada por "M1" de "TK1" a "C1".
- Un sensor de temperatura "TT-20A", instalado en la tubería de salida de agua conectada a la salida del condensador en espiral "C1", instalado en la

cámara de proceso. Este mide la temperatura de salida del agua que ingresa a “C1” y la transmite al controlador.

- Un sensor de caudal “FT-30”, el cual mide el caudal de agua a través de la tubería que conecta al condensador “C1” y la torre de enfriamiento.
- Una válvula reguladora de caudal de “V7”, de accionamiento manual para fijar el caudal de agua que ingresa a la torre de enfriamiento.

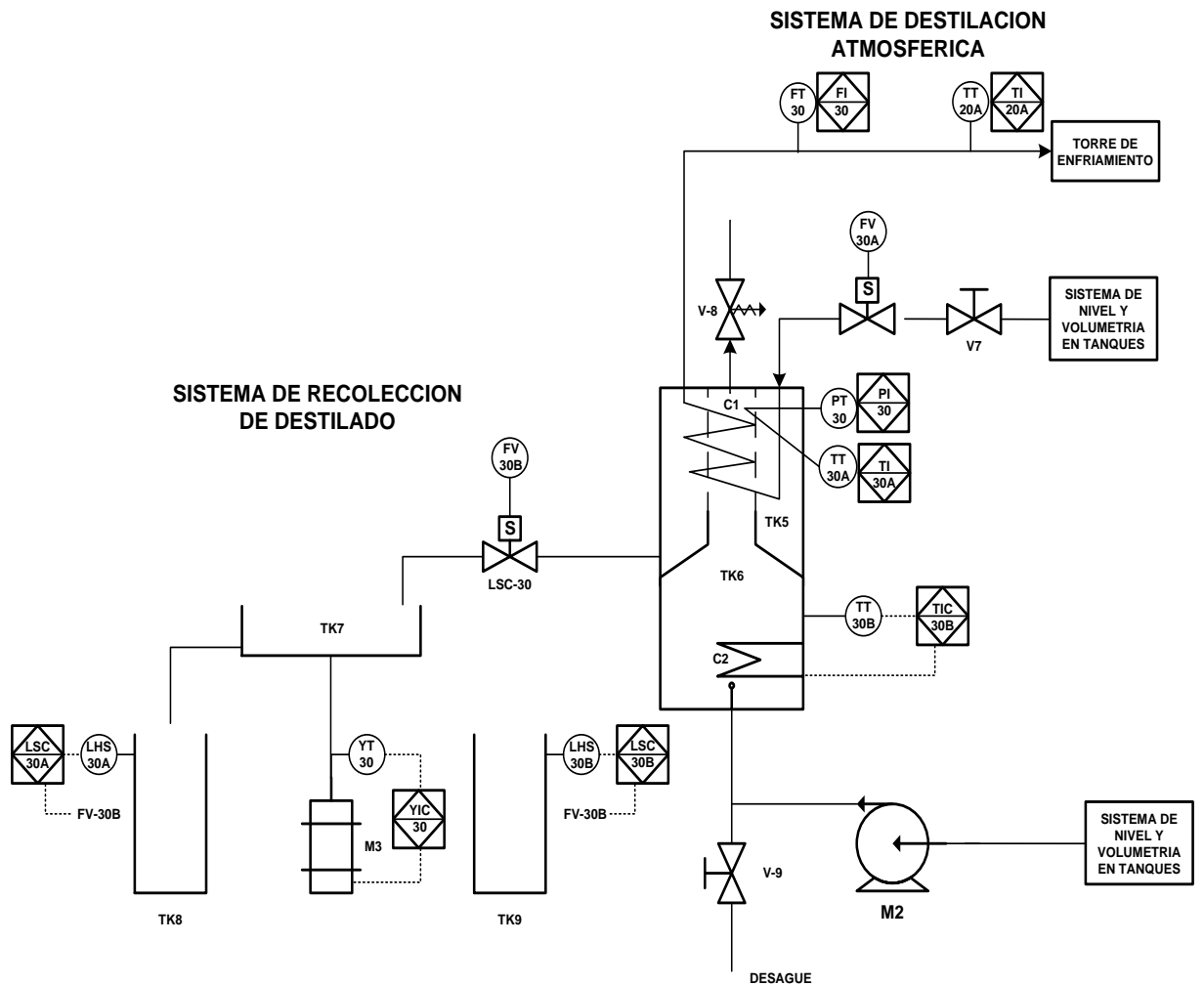


Figura 13. P&ID del Sistema de Destilación Atmosférica [11]

El agua proveniente de “TK2”, es impulsada hacia la cámara de destilación “TK6” por medio de la bomba “M2”; una vez se termine el llenado de “TK6”, la bomba “M2” dejará de bombear agua y la resistencia calefactora “C2” se

encenderá para iniciar el proceso de destilación. El agua debe hervir a 100 °C, para que empiece a evaporarse, por tanto la recirculación de agua refrigerada a través del condensador “C1” se inicia antes que el agua alcance este valor. (Ver figura 13)

El sensor de temperatura “TT-30B” es ubicado en “TK6”, para monitorear constantemente la temperatura del agua y enviar señales al controlador para que este evalúe de acuerdo a los parámetros de control, el estado de la resistencia calefactora “C2” conforme al Set Point de temperatura establecido.

El tubo de destilación en “TK6” está provisto de orificios para la circulación del vapor, producto del líquido en ebullición, y está atravesado por el condensador “C1” para que haya un intercambio de energía entre el líquido refrigerante que circula por “C1” y el vapor que saldrá por los orificios. De esta manera ocurrirá la condensación del vapor del líquido que caerá en “TK5” y será enviado a los tanques de recolección del destilado. Se instalan el sensor de temperatura “TT-30A” y el de presión “PT-30” en el tubo de destilación, para monitorear la temperatura de evaporación y la presión de la cámara de destilación. (Ver figura 13)

La válvula de seguridad “V-8” se ubica en la parte superior de la cámara de destilación “TK6” y permite controlar la presión en su interior, es decir, si la presión alcanza un valor por encima del establecido de acuerdo a las características de la cámara de destilación “TK6”, automáticamente la válvula se abre para liberar el vapor y se cierra cuando se alcancen las condiciones normales de la cámara.

El sensor de temperatura “TT-20A”, y de caudal “FT-30”, permiten evaluar las condiciones del agua que ingresa a la torre de enfriamiento, y la válvula “V7” regulará el caudal de agua que se requiera.

El sistema de destilación atmosférica poseerá un subsistema de recolección de destilado, el cual está compuesto por:

- Un tanque de distribución de destilado “TK7”.
- Dos tanques de recolección de destilado “TK8” y “TK9” que poseen un interruptor de nivel alto “LHS-30A” y “LHS-30B”, respectivamente.

- Una válvula solenoide “FV-30B”, que restringe el flujo de agua a “TK7”.
- Un motor paso a paso “M3” con un sensor óptico “YT-30”, para posicionar “TK7”.

Al iniciar el proceso de condensación del vapor, la válvula “FV-30B” permite el flujo del líquido condensado a través de la tubería para que sea almacenado en “TK7”. Inicialmente “TK7” se posiciona en TK8.

Cuando “TK8” alcance el máximo nivel, el interruptor de nivel alto “LHS-30A” transmitirá la señal correspondiente al controlador, el cual establecerá la señal adecuada para cerrar la válvula “FV-30B”, y ubicar a través de “M3” y “YT-30” a “TK7” en la posición de “TK9” y posteriormente abrir la válvula “FV-30B”. Este proceso continuará hasta que termine el proceso de destilación para garantizar la recolección del líquido, producto de la condensación.

El sistema posee sensores, cuya señal será transmitida directamente al PLC S7-200 de Siemens para realizar la evaluación y el procesamiento de la información para ejecutar las acciones de control necesarias sobre los elementos finales de control. (Ver figura 13)

- **Sistema de refrigeración basado en una torre de enfriamiento.** Las torres de enfriamiento regulan el proceso de enfriamiento mediante la evaporación controlada, reduciendo así la cantidad de agua consumida. Esto se logra cuando a la gota que se pone en contacto con el aire, se le evapora la película exterior, requiriendo para este proceso de absorber calor, el cual se toma de la propia gota, enfriándola consecuentemente. Es decir, el enfriamiento se realiza tanto por calor sensible (cambio de temperatura) como por calor latente (cambio de estado físico).

La torre de enfriamiento es el dispositivo que mantendrá el agua del condensador en la temperatura requerida para que trabaje como refrigerante en el proceso de condensación de vapores para la obtención del destilado. Por lo tanto este módulo trabaja en conjunto con el módulo de destilación mientras el de nivel y volumetría en tanques, está deshabilitado, salvo por los tanques “TK1” y “TK2” y la bomba “M1”, que serán reutilizados para el almacenamiento del líquido.

La torre de enfriamiento a diseñar es una torre de tiro inducido con flujo a contracorriente. (Ver figura 14)

Los componentes importantes de esta torre son:

- La carcasa, a través de la cual circula el líquido y que a su vez esta compuesta por: el relleno, cuyo objetivo es aumentar la superficie de intercambio por unidad de volumen de la torre, el sistema impulsor de aire, el sistema de distribución del líquido, sensores y transmisores de temperatura, humedad y caudal.
- El sistema impulsor de aire acoplado a la carcasa está integrado por: el ventilador, el motor, el eje de transmisión y el subsistema de control de velocidad.
- El sistema de distribución del líquido, incluye las cañerías de distribución internas, las válvulas de flujo, los picos rociadores y el depósito o cuba de recolección del líquido.

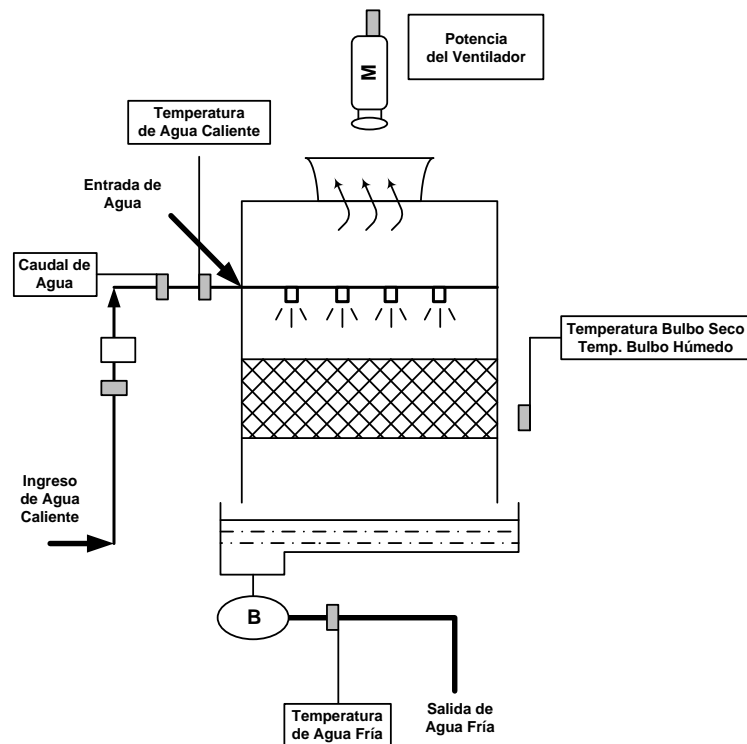


Figura 14. Partes de la Torre de Enfriamiento del Módulo Multiproceso [11]



La operación de la torre de enfriamiento inicia cuando el líquido en el balón de destilación alcance su temperatura de ebullición, para el caso del agua la operación inicia al alcanzar los 100 °C. La temperatura es registrada por el sensor “TT-30B”, instalado en la parte inferior de “TK6” de la cámara de proceso del sistema de destilación atmosférica. El agua que ingresa a la torre de enfriamiento, es bombeada directamente por la bomba “M1”, para lo cual se requiere que la válvula electro-neumática “FV-10” este cerrada y que la válvula solenoide de flujo “FV-30A” este abierta.

El sensor de temperatura “TT-20A” instalado en la salida del condensador “C1”, permite evaluar la diferencia de temperatura en el proceso de intercambio de energía, ocurrido durante la condensación del líquido en la cámara de proceso. El sensor de caudal “FT-30”, ubicado en la tubería de entrada de la torre de enfriamiento, se utiliza para medir el caudal que circula a través de la tubería.

La tubería de entrada de la torre de enfriamiento, está conectada a un sistema de aspersión que se ubica en el interior de la torre, y el cual está constituido por boquillas (toberas), que pulverizarán el agua de tal forma que se alcance un alto contacto entre el aire y las gotas. (Ver figura 14)

En la parte superior de la torre de enfriamiento se ubica un ventilador cuya función es succionar el aire para que pase a través de ella, para que el flujo de agua y el del aire tengan la misma dirección, pero sentidos opuestos, de modo que se logre un mayor enfriamiento, ya que la resistencia del aire que asciende contra el agua que cae se traduce en una gran pérdida de presión estática y en un aumento de la potencia de ventilación. Con el fin de aumentar el tiempo y la superficie de intercambio entre el aire y el agua se ha establecido ubicar un relleno a lo largo de “TK3”.

De acuerdo a lo anterior, el sistema de refrigeración, está compuesto de:

- El tanque de depósito de agua (tanque 1), identificados como “TK1”.
- La bomba “M1”, para la circulación del agua del tanque 1 (TK1) al condensador “C1”.
- Las válvulas manuales “V-1” y “V-3”.

- La válvula de cierre “V-2”.
- La válvula de seguridad “V-4”.
- La válvula solenoide de flujo “FV-30A”, que restringe o permite el flujo de agua impulsada por “M1” de “TK1” a “C1”.
- El sensor de temperatura “TT-20A”.
- La válvula de una sola vía “V-7”.
- El sensor de caudal “FT-30”, que mide el caudal de agua a través de la tubería que conecta a “C1” y la torre de enfriamiento. (Ver figura 15)
- La válvula reguladora de caudal de “V7”, de accionamiento manual para fijar el caudal de agua que ingresa a la torre de enfriamiento.
- El ventilador “M4”, que suministra el aire a la torre de enfriamiento y a su vez es parte del sistema impulsor de aire.
- Dos sensores de temperatura y humedad relativa “MT/TT-20A” y “MT/TT-20B”, instalados en la parte superior e inferior de la torre de enfriamiento, los cuales miden la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo y la humedad relativa y la transmiten al controlador, y a su vez permiten evaluar la eficiencia de la torre de enfriamiento. (Ver figura 15)
- Un sensor de temperatura “TT-20B”, instalado en la parte inferior de “TK4”, el cual monitoreara constantemente la temperatura del agua y la transmite al controlador.

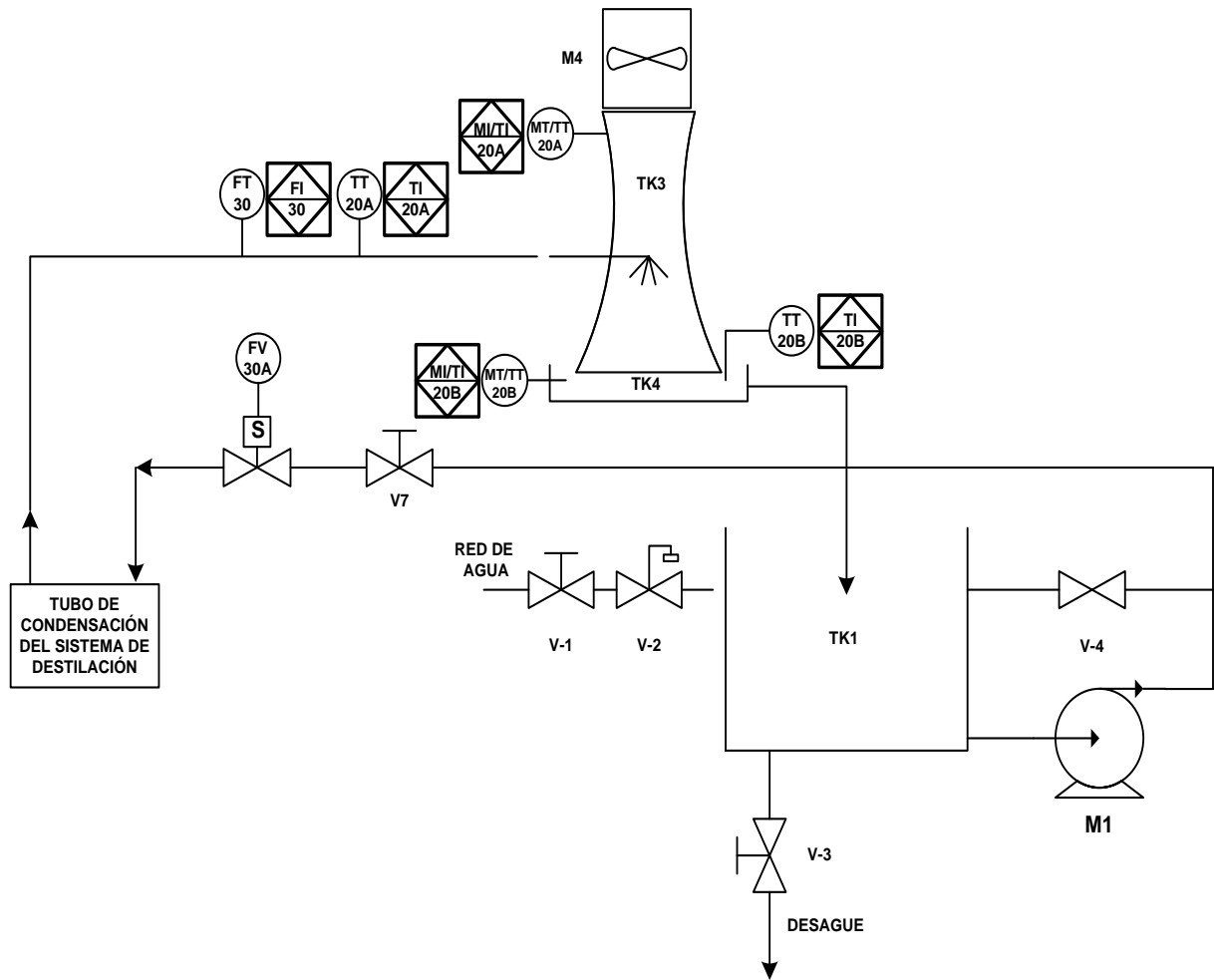


Figura 15. P&ID del Sistema de Refrigeración [11]

**3.2.2 Variables de proceso.** En todo proceso existen variables, que establecen sus entradas y salidas. Temperatura, nivel, flujo, presión, son las variables más comunes en los procesos industriales, estas a su vez son monitoreadas y controladas por medio de los instrumentos y equipos del proceso.

En la tabla 15 se especifican los instrumentos de las variables de entrada que intervienen en cada uno de los sistemas del módulo multiproceso.

Sistema	Variable	Sensor	Identificación	Rango de Operación
<b>Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques</b>	Caudal	Medidor de Caudal	FT-10	0-40 L/min
	Nivel	Medidor de Nivel Ultrasónico	LT-10	0-45 cm
<b>Sistema de Destilación Atmosférica</b>	Temperatura	RTD PT100	TT-30A	0-200 °C
		RTD PT100	TT-30B	0-200 °C
	Nivel	Interruptor de Nivel Alto	LHS-30A	Alto
		Interruptor de Nivel Alto	LHS-30B	Alto
	Posición	Sensor de proximidad inductivo	YT-30	0-360°
<b>Sistema de Refrigeración Basado en una Torre de Enfriamiento</b>	Temperatura	RTD PT100	TT-20A	0-100 °C
		RTD PT100	TT-20B	0-100 °C
	Humedad y Temperatura	Transductor de HR y Temperatura	MT/TT-20A	0-100 °C 10-90% HR
		Transductor de HR y Temperatura	MT/TT-20B	0-100 °C 10-90% HR
	Caudal	Medidor de Caudal	FT-30	0-40 L/min

Tabla 15. Identificación de los Instrumentos de las Variables de Entrada [11]

Sistema	Variable	Elemento	Identificación	Operación
Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques	Caudal	Válvula Electroneumática	FV-10	0-40 L/min
		Bomba	M1	40 L/min
	Flujo	Válvula	V-1	Manual
		Válvula	V-2	NA
		Válvula	V-3	Manual
		Válvula de Seguridad	V-4	NC
		Válvula	V-5	Manual
		Válvula	V-6	NA
Sistema de Destilación Atmosférica	Temperatura	Condensador	C1	0-50 °C
		Resistencia de Calentamiento	C2	0-150 °C
	Caudal	Bomba	M2	4 L/min
	Flujo	Válvula Solenoide	FV-30A	NC
		Válvula Solenoide	FV-30B	NA
		Válvula	V-7	Manual
		Válvula de Seguridad	V-8	NC
		Válvula	V-9	Manual
Posición	Servomotor	M3		
Sistema de Refrigeración	Velocidad	Extractor de Aire	M4	1/8 HP

Tabla 16. Identificación de los Equipos de las Variables de Salida [11]

En la tabla 16 se especifican los equipos de las variables de salida que intervienen en cada uno de los sistemas del módulo multiproceso.

**3.2.3 Lazos de Control.** El módulo multiproceso a implementar en el laboratorio de control para la universidad Pontificia Bolivariana está compuesto por seis (6) lazos de control cerrados, ubicados en el sistema de nivel y volumetría en tanques, el sistema de destilación atmosférica y el subsistema de recolección de destilado.

Un lazo de control cerrado está constituido por el elemento sensor, el actuador o elemento final de control y el controlador. De acuerdo al valor deseado para cada variable del proceso, el controlador realizará una acción de control dependiendo de la señal de error, que constituye la diferencia del Set Point y el estado actual de la variable.

El sistema de control se implementara a través del PLC Siemens S7-200 y estará encargado de establecer de acuerdo a las variables del proceso y al Set-Point establecido por el operador para cada variable, el estado de los elementos finales de control para cada uno de los lazos del módulo multiproceso. Este control se ejecutara de acuerdo al programa de usuario diseñado con el software de programación correspondiente.

De acuerdo a las variables de entrada y los elementos finales especificados en la tablas 15 y 16 respectivamente, a continuación se explican los lazos de control cerrados que contiene cada sistema del módulo multiproceso.

#### a. Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques

- **Caudal.** Controlara el caudal de agua a través de la tubería que conecta a “TK1” con “TK2”; utilizando el sensor de caudal “FT-10”, la válvula electroneumática “FV-10” y el controlador.

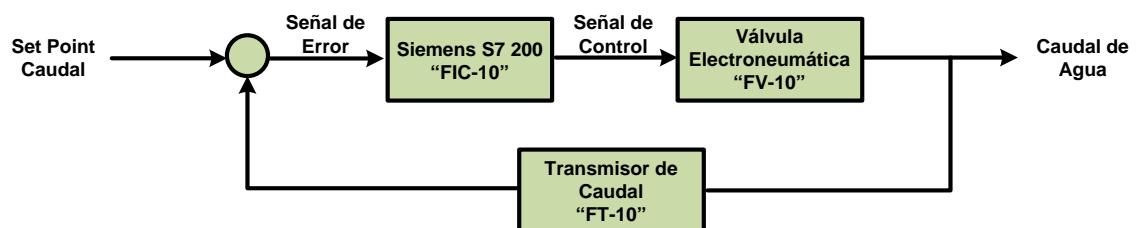


Figura 16. Lazo de Control de Caudal en el Sistema de Nivel y Volumetría [11]

- **Nivel.** Controlara el nivel de agua en “TK2” que será enviado a “TK6”, con la cual se iniciara el proceso de destilación. Se utilizará el sensor de nivel “LT-10” para “TK2”, la bomba “M2” que conecta a “TK2” con “TK6” y el controlador.

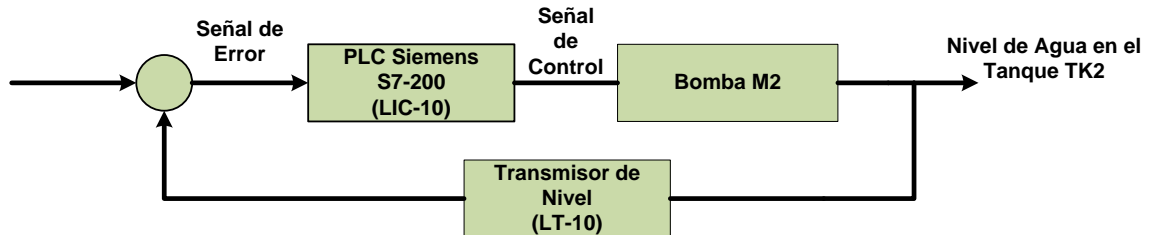


Figura 17. Lazo de Control de Nivel en el Sistema de Nivel y Volumetría [11]

## b. Sistema de Destilación Atmosférica

- **Temperatura.** Controlara la temperatura del agua en “TK6”, utilizando la resistencia de calentamiento “C2”, el sensor de temperatura “TT-30B” constituido por la RTD PT100 y el transmisor de temperatura que suministrara la señal de salida de acuerdo a la variación de resistencia de la PT100, y el controlador.

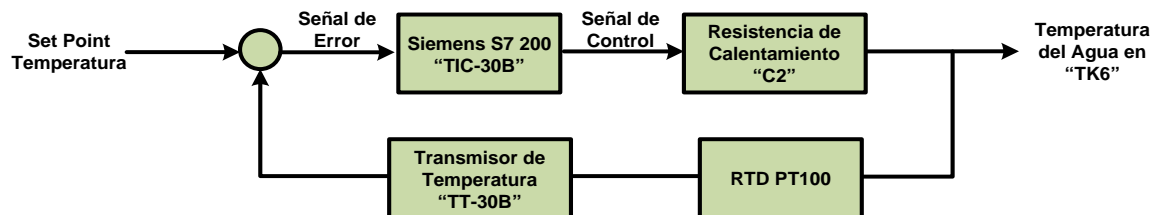


Figura 18. Lazo de Control de Temperatura en el Sistema de Destilación [11]

## c. Subsistema de Recolección de Destilado

- **Nivel I.** Controlara el nivel de agua en el “TK8”, utilizando el interruptor de nivel alto “LHS-30A”, la válvula solenoide “FV-30B” que interrumpirá el flujo de agua a “TK7” y el controlador.

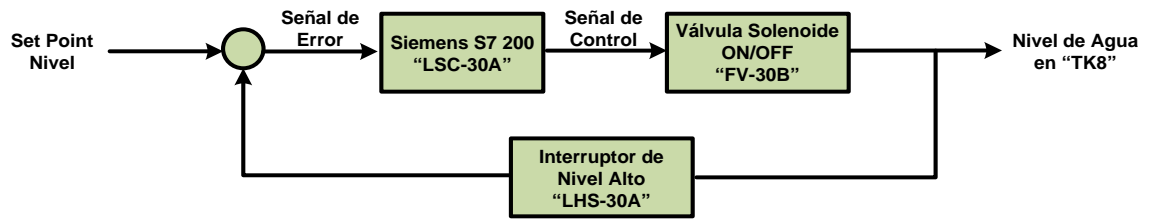


Figura 19. Lazo de Control de Nivel en el Subsistema de Recolección [11]

- **Nivel II.** Controlara el nivel de agua en el “TK9”, utilizando el interruptor de nivel alto “LHS-30B”, la válvula solenoide “FV-30B” y el controlador.

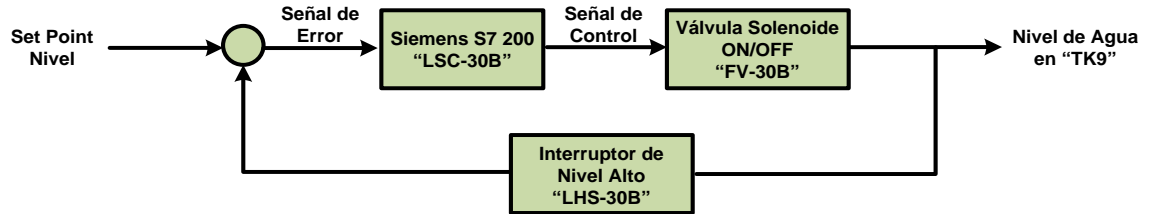


Figura 20. Lazo de Control de Nivel en el Subsistema de Recolección [11]

- **Posición.** Controlará la posición de la salida de agua de “TK7”, ya sea en “TK8” ó “TK9”. Se utilizara un sensor inductivo “YT-30”, el servomotor “M3” y el controlador.

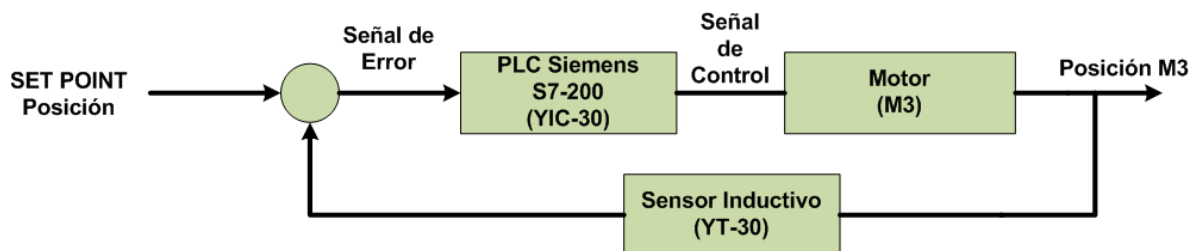


Figura 21. Lazo de Control de Posición en el Sistema de Recolección [11]

En la tabla 13 se especifica la información general de los lazos de control cerrados del módulo multiproceso.



Información		Sistema de Nivel		Sistema de Destilación			
		Caudal	Nivel	Temperatura	Nivel I	Nivel II	Posición
Set Point	Señal de Referencia	-	-	100 °C	20 cm	20 cm	-
	Rango	0 – 40 L/min	0 - 45 cm	0 – 100 °C	0 - 20 cm	0 - 20 cm	0 - 180°
Sensor	Tipo	Paletas	Sensor de Sonar	RTD PT 100	Fibra Óptica	Fibra Óptica	Sensor de Proximidad Inductivo
	Señal de Salida	Pulsos Colector Abierto	Pulso Ultrasónico	0 - 100°C	Haz Luminoso	Haz Luminoso	Pulsos
Transmisor	Tipo	Transmisor Totalizador de Flujo	Ultrasónico	Transmisor de Temperatura para PT100	Sensor para Fibra Óptica	Sensor para Fibra Óptica	Incluido con el sensor
	Señal de Control	4 – 20 mA	4 – 20 mA	4 –20 mA	PNP	PNP	PNP-NO/200mA
	Identificación ISA	FT-10	LT-10	TT-30B	LHS-30A	LHS-30B	YT-30
Controlador	Tipo	Siemens S7 200	Siemens S7 200	Siemens S7 200	Siemens S7 200	Siemens S7 200	Siemens S7 200
	Identificación ISA	FIC-10	LIC-10	TIC-30B	LSC-30A	LSC-30B	YIC-30
Elemento Final de Control	Tipo	Válvula Electro Neumática	Válvula Solenoide	Resistencia Eléctrica	Válvula Solenoide	Válvula Solenoide	Servomotor
	Señal de Control	4 – 20 mA	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	Pulsos
	Identificación ISA	FV-10	M2	C2	FV-30B	FV-30B	M3

Tabla 13. Información de los Lazos de Control del Módulo Multiproceso [11]

### 3.3 ESPECIFICACIONES DE INGENIERÍA

**3.3.1 Instrumentación.** Este ítem recopila la información básica de los instrumentos de medición (Sensores) y elementos finales (Actuadores) que se implementarán en el Módulo Multiproceso. Los sensores son los encargados de medir las variables físicas como: temperatura, presión, nivel, caudal entre otras; estos a su vez requieren de transmisores para convertir la medida obtenida de la variable en una señal estándar y enviarla al controlador. Los actuadores son los encargados de realizar la acción de control y mantener las variables físicas dentro de los parámetros definidos por el operario a través de una acción de control.

La selección de la instrumentación se realizó de acuerdo al inventario de señales planteado en la Ingeniería Conceptual. A su vez esta selección requirió establecer las condiciones de operación de los instrumentos a utilizar, acordes a los requerimientos de diseño de cada sistema, las cuales están dadas por el rango de operación, señal de control, alimentación, condiciones ambientales, tipo de conexión, entre otras. (Ver tabla 14)

Los sensores que se utilizan en el Módulo Multiproceso realizarán la medición de la variable física y el transductor o convertidor acoplado al elemento primario de medida generará la señal eléctrica correspondiente al estado de la variable, que a su vez será acondicionada y transmitida al sistema de control. En la industria se utilizan señales de control de 4-20 mA, 0-20 mA, 1-5 mA, 10-50 mA, 0-10 VDC, 0-5 VDC, entre otras.

En los instrumentos de medición se unificó la señal de control que estos utilizarán y de acuerdo a esta se eligieron los módulos necesarios por el controlador para la lectura de las señales transmitidas y de igual forma el módulo necesario para la comunicación con el PC, en el cual se implementará la interfaz grafica de usuario. Finalmente se seleccionó el sistema de acondicionamiento que se requiere para realizar el control de los elementos finales de cada sistema.

En la siguiente tabla se presenta el listado de las variables de entrada y salida análoga y digital que constituyen los sistemas del módulo multiproceso. A su vez se especifican las condiciones de operación de cada una de estas variables las cuales determinan el tipo de instrumento utilizado.

## INVENTARIO DE SEÑALES DEL MÓDULO MULTIPROCESO

### ENTRADAS ANALOGAS

Ítem	Nombre	Señal de Control	Ident.	Rango	Especificación	Características
1	Sensor y Transmisor de Caudal	4-20 mA	FT-10	0 - 40 L/min	R-32500-00 Sensor de Flujo Rotor X+GF+SIGNET	Alimentación: 5 – 24 VDC Señal de Salida: Pulsos Colector Abierto Máxima Temperatura: 85 °C Velocidad de Flujo: 0.1 – 6 m/seg Material del Cuerpo: Polipropileno (PP) Tubería: 1"
					R-05631-00 Transmisor Totalizador de Flujo +GF+SIGNET	Alimentación: 12 – 24 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA
2	Sensor y Transmisor de Caudal	4-20 mA	FT-30	0 - 40 L/min	R-32500-00 Sensor de Flujo Rotor X+GF+SIGNET	Alimentación: 5 – 24 VDC Señal de Salida: Pulsos Colector Abierto Máxima Temperatura: 85 °C Velocidad de Flujo: 0.1 – 6 m/seg Material del Cuerpo: Polipropileno (PP) Tubería: ½"
					R-05631-00 Transmisor Totalizador de Flujo +GF+SIGNET	Alimentación: 12 – 24 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA
3	Sensor Transmisor de Nivel	4-20 mA	LT-10	0 - 45 cm	3RG6233-3LS00 SIMATIC PXS830	Alimentación: 20 - 30 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Rango de Temperatura: -25 – 70 °C Material: Latón Niquelado Alcance: 10 – 100 cm

4	Sensor y Transmisor de Temperatura	4-20 mA	TT-20A	0 – 100 °C	RTD PT100	Largo del Bulbo: 5 cm Diámetro: 1/8" Conexión: ½ NPT. Cabezal Industrial en Aluminio
					SITRANS TH100	Alimentación: 8.5 – 36 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Tipo de Entrada: PT100 Temperatura Lineal
5	Sensor y Transmisor de Temperatura	4-20 mA	TT-20B	0 – 100 °C	RTD PT100	Largo del Bulbo: 10 cm Diámetro: 1/8" Conexión: ½ NPT. Cabezal Industrial en Aluminio
					SITRANS TH100	Alimentación: 8.5 – 36 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Tipo de Entrada: PT100 Temperatura Lineal
6	Sensor y Transmisor de Temperatura	4-20 mA	TT-30A	0 – 200 °C	RTD PT100	Largo del Bulbo: 12 cm Diámetro: 1/8" Conexión: ½ NPT. Cabezal Industrial en Aluminio
					SITRANS TH100	Alimentación: 8.5 – 36 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Tipo de Entrada: PT100 Temperatura Lineal
7	Sensor y Transmisor de Temperatura	4-20 mA	TT-30B	0 – 200 °C	RTD PT100	Largo del Bulbo: 11 cm Diámetro: 1/8" Conexión: ½ NPT. Cabezal Industrial en Aluminio
					SITRANS TH100	Alimentación: 8.5 – 36 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Tipo de Entrada: PT100 Temperatura Lineal

8	Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad	4-20 mA	MT/TT-20A	-19 – 60 °C 0 – 99%HR	THD-D1-C Temperature Humidity Double	Alimentación: 24 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Longitud del Sensor: 100 mm Montaje en Ducto
9	Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad	4-20 mA	MT/TT-20B	-19 – 60 °C 0 – 99%HR	THD-D1-C Temperature Humidity Double	Alimentación: 24 VDC Señal de Control: 4 – 20 mA Longitud del Sensor: 100 mm Montaje en Ducto

### SALIDAS ANALOGAS

Ítem	Nombre	Señal de Control	Ident.	Rango	Especificación	Características
1	Válvula Electroneumática de Caudal	4-20 mA	FV-10	0 – 100 %		Rata de Flujo: 0 – 40 L/min Serie: Vanguard de Valtek Tipo: Válvula Globo Rango de Temperatura: -20 F a 180 F Conexión: 1"
					Beta I/P Positioner Valtek	Alimentación: 110 VAC Entrada: 4-20 mA Salida: 3 – 15 psi Rango de Temperatura: -20 F a 180 F Presión de Alimentación: 30 – 150 psi

### ENTRADAS DIGITALES

Ítem	Nombre	Señal de Control	Ident.	Rango	Especificación	Características
1	Interruptor de Nivel Alto	0-24 VDC	LHS-30A	0 – 20 cm	SIMATIC PXO440 Sensor de Fibra Óptica	Rango de Alimentación: 10 - 36 VDC Material Aislante (PBTP - Crastin) Rango de Temperatura: -25 - +55 °C Longitud de Onda: 660 nm Tipo de Luz: Roja

2	Interruptor de Nivel Alto	0-24 VDC	LHS-30B	0 – 20 cm	SIMATIC PXO440 Sensor de Fibra Óptica	Rango de Alimentación: 10 - 36 VDC Material Aislante (PBTP - Crastin) Rango de Temperatura: -25 - +55 °C Longitud de Onda: 660 nm Tipo de Luz: Roja
3	Sensor Transmisor de Posición	0-24VDC	YT-30		Sensor de proximidad Inductivo PRCM18-8DN autonics	Alcance: 1.5mm +/-10% Diámetro: 8mm Respuesta en frecuencia: 800Hz Tipo de Salida : NPN-NO/200mA Alimentación: 12 - 24 VDC
<b>SALIDAS DIGITALES</b>						
Ítem	Nombre	Señal de Control	Ident.	Operación	Especificación	Características
1	Válvula Solenoide de Caudal	0-24 VDC	FV-30A	NC	EV220B 15B	Alimentación de la Bobina: 110 VAC Rango de Presión: 0.3 – 10 bar Rango de Temperatura: 0 – 100 °C Conexión: ½" NPT Material: Bronce
2	Válvula Solenoide de Caudal	0-24 VDC	FV-30B	NA	EV210B 2.0B	Alimentación de la Bobina: 110 VAC Rango de Presión: 0 – 30 bar Rango de Temperatura: -10 – 100 °C Conexión: ¼" NPT Material: Bronce
3	Motobomba 1	0-24 VDC	M1	-	Pedrollo PKm 60	Alimentación: 220 VAC Frecuencia: 60 Hz Potencia: ½ Caudal: 5 - 40 L/min Succión/Descarga: 1"

4	Motobomba 2	0-24 VDC	M2	-	Bomba Centrífuga	Alimentación: 110 VAC Frecuencia: 60 Hz Potencia: ½ Caudal: 4 L/min Succión/Descarga:
5	Servomotor	0-6 VDC	M3	-	Paralax Standard Servo	Alimentación: 4-6VDC Corriente max: 140 +/- 50 mA a 6VDC sin Carga 15 mA en Estado Estático Torque:3,4Kg-cm
6	Extractor de Aire	0-24 VDC	M4	-	FSY20060X115H FONSONING	Alimentación: 110 VAC Flujo de Aire: 400.5 CFM Velocidad: 2250 RPM Potencia: 138 Watt
7	Resistencia Eléctrica	0-24 VDC	C2	-	Resistencias Santander	Alimentación: 115 VAC Potencia: 500 Watt Inmersión en el Agua Rango de Temperatura: Amb. a 100°C Material: Acero Inoxidable

Tabla 14. Listado de los Equipos e Instrumentos de las Variables del Módulo Multiproceso [11]

a. Entradas análogas.

- **Sensor y transmisor de caudal.** El caudal es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo, de forma menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. [4]

En el módulo multiproceso y específicamente en los Sistemas de Nivel y Volumetría en Tanques, y de Refrigeración se hará uso de dos (2) Sensores de Flujo ROTOR X +GF+ SIGNET y sus respectivos Transmisores Totalizadores de Flujo +GF+ SIGNET y Kits de Accesorios de Montaje T en acero para tubería. Se utilizara un Kit para tubería de 1" para el Sistema de Nivel, uno de tubería de 1/2" implementada en el Sistema de Refrigeración. Estos elementos constituirán el sensor de caudal "FT-10", del lazo de control de caudal y el sensor de caudal "FT-30" del agua de entrada a la Torre de Enfriamiento. (Ver figuras 22 y 23)

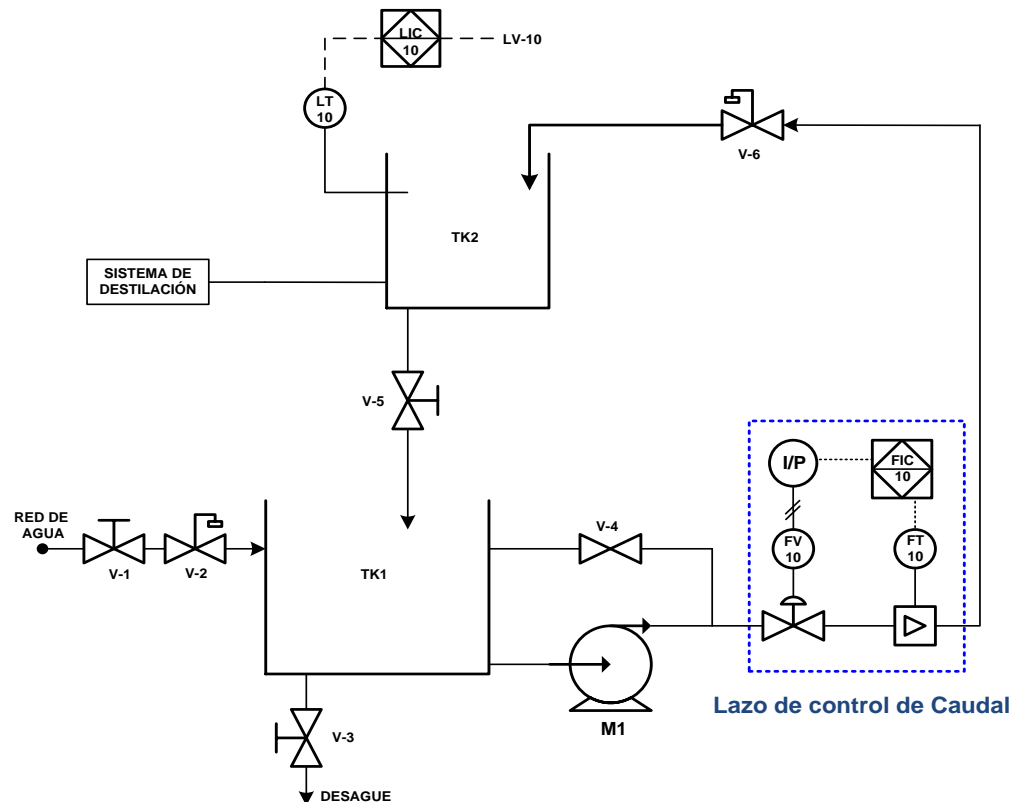


Figura 22. Lazo de Control de Caudal del Sistema de Nivel [11]



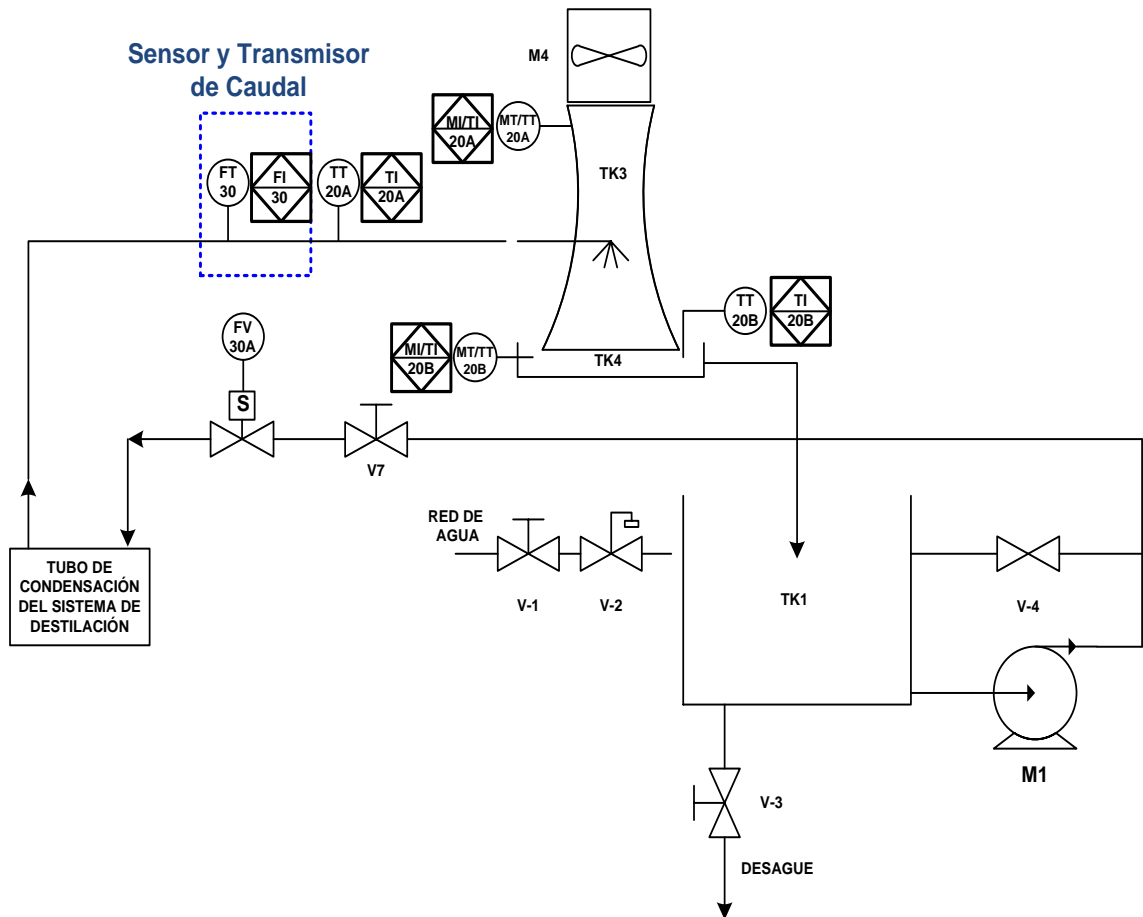


Figura 23. Sensor Transmisor de Caudal del Sistema de Refrigeración [11]

El sensor de flujo “FT-10” ROTOR X +GF+ SIGNET se ubicará en la tubería que conecta a “TK1” con “TK2”, esta tiene un diámetro de 1”. Este sensor realizará la medición del caudal del agua que circulará a través de la tubería de 1” y su señal de salida será enviada al transmisor totalizador de flujo +GF+ SIGNET, que generará la señal de control que se enviará al controlador, el cual establecerá las acciones de control de acuerdo al caudal registrado y al valor de caudal establecido. (Ver figuras 22 y 24)

Por otra parte, el sensor de flujo “FT-30” ROTOR X +GF+ SIGNET se ubicará en la tubería que conecta a “C1” con la torre de enfriamiento. Este sensor realizará la medición del caudal de agua que circulará a través de la tubería

de ½” que conecta con la torre de enfriamiento y se transmitirá la señal de control por el totalizador de flujo +GF+ SIGNET al controlador, con lo cual se evaluará el ajuste a realizar a la válvula reguladora de caudal “V7”, de accionamiento manual. (Ver figuras 23 y 24)



Figura 24. Sensor de Flujo ROTOR X +GF+ SIGNET [12]

<b>Especificación</b>	<b>Sensor de Flujo Rotor X+GF+ SIGNET</b>
Material	Cuerpo en Polipropileno Reforzado Eje en Titanio
Alimentación	5 - 24 VDC
Señal de salida	Pulsos Colector Abierto NPN 49 Hz/ms-1.
Máxima Presión	180 PSI (12.5 bar) 85 °C (185°F)
Máxima Temperatura	212°F (100°C) a 25 psi
Rango	0,1 a 6 m/s (0,3 a 20 pies/s)
Rango de Diámetro de la Tubería	DN 15 a DN 100 (0,5' 4')
Diámetro de Tubería de Instalación	1"
Largo del Sensor	4 1/8 "
Número de Catalogo	R-32500-00
Normas de calidad	CE
Fabricante	Cole Parmer

Tabla 15. Características Generales del Sensor de Flujo ROTOR X [12]

Este sensor posee un rotor con cuatro (4) paletas acopladas, las cuales a su vez tienen instalado un imán que brinda una alta resolución en el rango de medida lineal. El rango de trabajo del sensor se encuentra entre 0.1 a 6 m/seg y se instala en la tubería a través de los accesorios de instalación que garantizan su óptimo funcionamiento. (Ver figura 24)

El accesorio de instalación Signet en T en acero inoxidable 316 (SS) de 1” de diámetro, es el elemento de montaje que asegura la profundidad de inserción

requerida por el sensor de flujo ROTOR X +GF+ SIGNET y a su vez garantizará el acople con la tubería del sistema de nivel a través de una conexión NPT (F) en sus extremos. Este a su vez incluye un accesorio en PVDF (Fluoruro de Polivinilideno) para ajustar el sensor y garantizar su óptima instalación [17]. (Ver figura 25)



Figura 25. Accesorio de Montaje SIGNET [13]

<b>Especificación</b>	<b>Accesorio de Instalación SIGNET</b>
Material	316 SS
Tubería	1"
Tipo de Accesorio	Soporte
Número de Catalogo	R-05620-43 Cr4T010 Stainless Steel Tee 1.0
Fabricante	Cole Parmer

Tabla 16. Características Generales del Accesorio de Instalación [13]

Posterior a la instalación del sensor de flujo ROTOR X +GF+ SIGNET a través del accesorio de montaje, se enviará su señal de pulsos en colector abierto al transmisor totalizador de flujo +GF+ SIGNET.

El transmisor totalizador de flujo +GF+ SIGNET suministrará una señal de salida de 4 a 20 mA, que será enviada al controlador e indicará el flujo de agua en la tubería que conecta a "TK1" con "TK2". Este transmisor posee un LCD de 2x16 caracteres, que permitirá visualizar el flujo entre 0.01 a 99.999; y botones de control, a través de los cuales se escalara la señal de salida y

ajustaran los parámetros de indicación. Se ubicara en el gabinete de control del módulo multiproceso. (Ver figura 26)



Figura 26. Transmisor de Flujo +GF+ SIGNET [14]

<b>Especificación</b>	<b>Transmisor de Flujo +GF+ SIGNET</b>
Material	Ventana en Polipropileno Revestido con Poliuretano Teclado con 4 Botones de Silicona
Alimentación	12 - 24 VDC $\pm 10\%$
Señal de salida	4 – 20 mA Escalable
Precisión	$\pm 0.5$ de la Lectura
Indicación	2 x 16 Caracteres LCD
Conexiones del Cableado	1/2" NPT(F) del Conducto
Impedancia de Carga del Bucle	50 $\Omega$ Max. a 12 VDC 325 $\Omega$ Max. a 18 VDC 600 $\Omega$ Max. a 24 VDC
Dimensiones	3-3/4" W x 3-3/4" H x 4" D
Peso	Aprox. 325g (12 Oz)
Número de Catalogo	R-05631-00 3-8550-1 Loop Pwr Dig Flow Xmitter
Clasificación	NEMA 4X/IP65
Fabricante	Cole Parmer

Tabla 17. Características Generales del Transmisor de Flujo [14]

Se requiere un Kit Universal de Montaje (Número de Catalogo: R-05631-50) para realizar la instalación del Transmisor en tubería o sobre la pared [14].

- **Sensor transmisor de nivel.** La medición de nivel es muy importante, desde el punto de vista del funcionamiento óptimo del proceso, así como del balance adecuado de los productos elaborados.

En el módulo multiproceso y específicamente en el Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques se hará uso del Sensor de Sonar SIMATIC PXS310, que constituye el sensor de nivel “LT-10”, del lazo de control de nivel. (Ver figura 36)

El sensor de sonar SIMATIC PXS310, es un detector de proximidad ultrasónico con compensación de temperatura, que se ubicará en un soporte instalado en la parte superior de “TK2”. Este sensor realizará la medición del nivel de agua presente en “TK2”, que alcanza una altura de 45 cm. Su estructura acopla el sensor y el transmisor, este último se encargará de generar la señal de control de acuerdo al nivel presente en “TK2” y esta a su vez se enviará al controlador, el cual establecerá las acciones de control establecidas. (Ver figura 27)

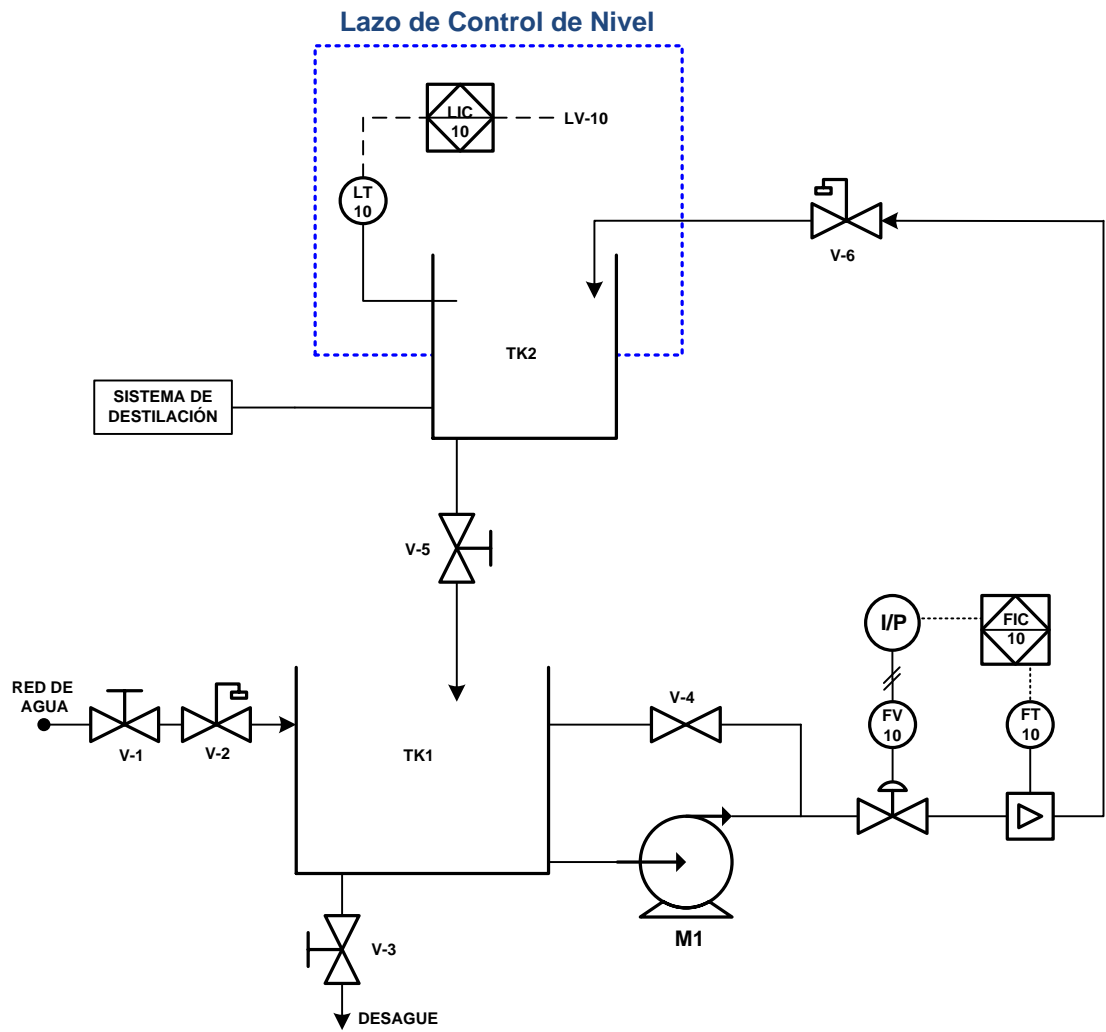


Figura 27. Lazo de Control de Nivel del Sistema de Nivel [11]

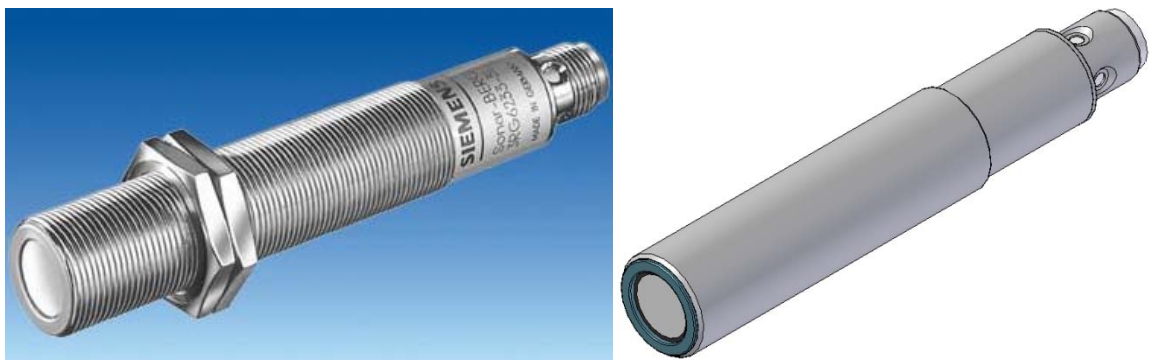


Figura 28. SIMATIC PXS310 Sensor de Sonar [14]

<b>Especificación</b>	<b>SIMATIC PXS310 Sensor de Sonar Serie Compacta M18</b>
Material	Tipo F Latón Niquelado
Alimentación	20 - 30 VDC
Señal de salida	4 – 20 mA
Precisión	± 2.5 %
Ciclo de Medida	30 ms
Grado de Protección	IP67
Temperatura Ambiente	-25 – 70 °C
Alcance	15 - 100 cm
Carga	> 2kΩ
Peso	Aprox. 67g
Número de Referencia	3RG6233-3LS00
Norma de Calidad	CE IEC 60947-5-2
Fabricante	Siemens

Tabla 18. Características Generales del Sensor de Sonar [15]

- **RTD PT100 y transmisor de temperatura.** Una RTD PT 100 (Sonda de Resistencia de Platino de 100a 0°C) es un sensor de temperatura que basa su funcionamiento en la variación de resistencia a cambios de temperatura del medio.

El elemento consiste en un arrollamiento muy fino de platino bobinado entre capas de material aislante y protegido por revestimiento cerámico. Estas bobinas son encapsuladas y situadas dentro de un tubo de protección o vaina de material adecuado de acuerdo a las características del proceso donde se va a usar (Acero, Acero inoxidable 304, Acero inoxidable 316, Hastelloy, Monel).

El material que forma el conductor, se caracteriza por el llamado "coeficiente de temperatura de resistencia", el cual expresa la variación de la resistencia en ohmios del conductor por cada grado de temperatura, a una temperatura

especifica. Los materiales que forman el conductor deben cumplir con ciertas características que son:

- Alto coeficiente de temperatura de la resistencia, esto implica que el instrumento de medida sea muy sensible.
- Alta resistividad, entre más elevada sea la resistencia a una temperatura dada mayor será la variación por grado, esto implica mayor sensibilidad.
- Relación lineal Resistencia-Temperatura.
- Rigidez y ductilidad, esto permite realizar los procesos de fabricación de estirado y arrollamiento del conductor en las bobinas de la sonda, para obtener tamaños pequeños, influyendo en la rapidez de respuesta del instrumento.
- Estabilidad de características del material en el transcurso de su vida útil.

Metal	Resistividad $\mu\Omega/\text{cm}$	Coficiente Temp. $\Omega/\Omega, ^\circ\text{C}$	Intervalo Útil de Temp. $^\circ\text{C}$	Diámetro Mínimo de Hilo mm	Coste Relativo	Resistencia de Sonda a $0^\circ\text{C}$ $\Omega$	Precisión $^\circ\text{C}$
Platino	9,83	0,00385	200→ 950	0,05	Alto	25 – 100 - 130	0,01
Níquel	6,38	0,0063→0,0066	150→300	>>	Medio	100	0,5
Cobre	1,56	0,00425	200→120	>>	Bajo	10	0,1

Tabla 19. Características Generales de las RTD [6]

Las sondas de resistencia o RTD se conectan generalmente a puentes de Wheatstone (dos, tres o cuatro hilos) o a otros circuitos digitales de medida de resistencia. [4]

En el módulo multiproceso y específicamente en los Sistemas de Destilación Atmosférica y de Refrigeración se utilizarán cuatro (4) RTDs PT 100 de tres hilos, por su relación casi lineal y su precisión.

La señal suministrada por cada una de las cuatro (4) RTDs PT100, será adaptada por los transmisores de temperatura SITRANS TH100.



En el sistema de destilación atmosférica se implementarán dos (2) RTD PT100 y sus respectivos SITRANS TH100, que se identifican como “TT-30A” y “TT-30B”. Las RTD medirán la temperatura del vapor de agua y del agua en “TK6”, respectivamente, y el transmisor establecerá de acuerdo a la señal suministrada por la RTD la señal correspondiente. Por otra parte “TT-30B” constituye el sensor y transmisor de temperatura del lazo de control de temperatura para este sistema. (Ver figura 29).

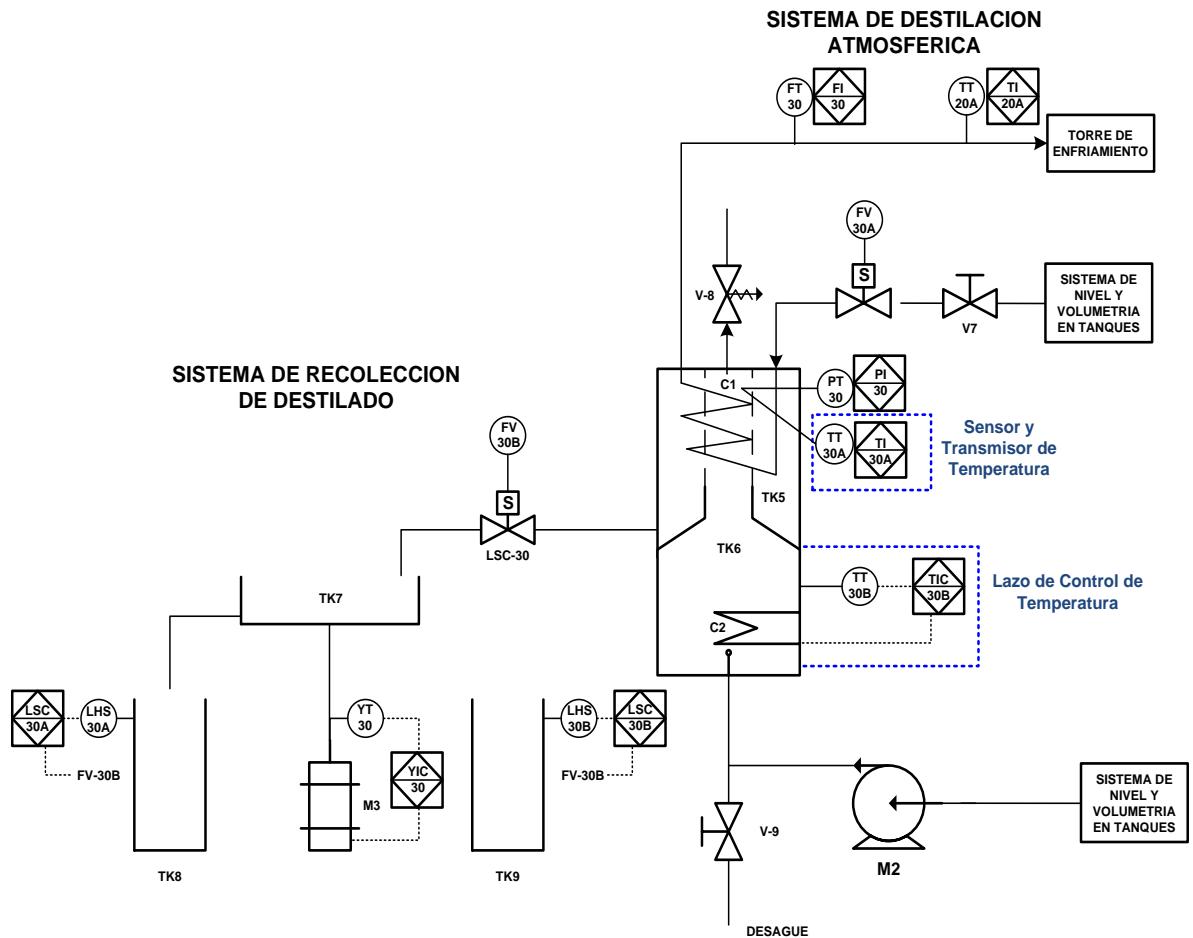


Figura 29. Lazo de Control de Temperatura del Sistema de Destilación [11]

En el sistema de refrigeración se utilizarán dos (2) RTD PT100 y sus respectivos SITRANS TH100, que se identifican como “TT-20A” y “TT-20B”. Las RTD medirán la temperatura del agua que saldrá del condensador “C1” e ingresará a la torre de enfriamiento y la temperatura del agua en “TK4”, respectivamente, y el transmisor establecerá de acuerdo a la señal suministrada por la RTD la señal correspondiente. (Ver figura 30)

Por otra parte, “TT-20A” y “TT-20B” permitirán evaluar la eficiencia de la torre de enfriamiento, a través de la temperatura del agua de entrada y de salida.

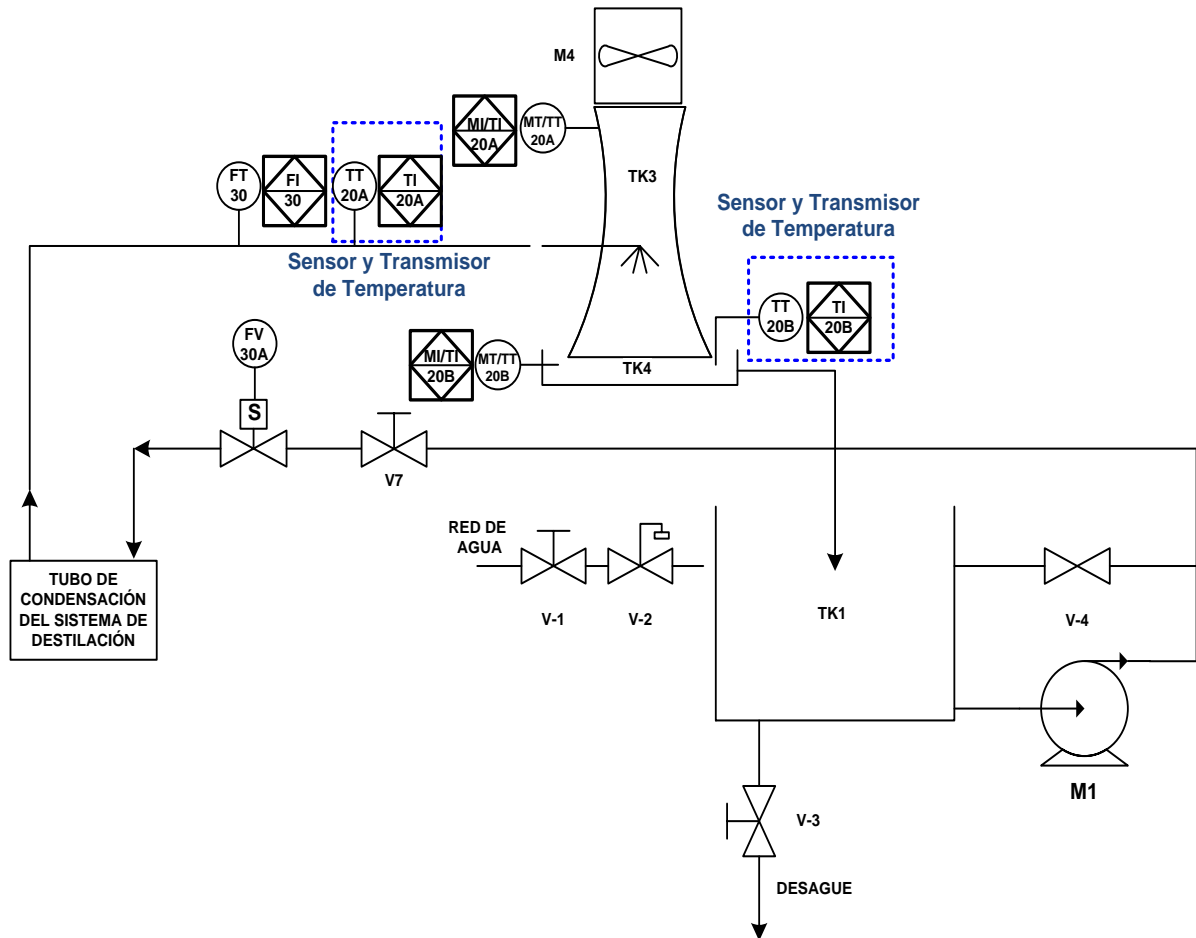


Figura 30. Sensores Temperatura del Sistema de Refrigeración [11]

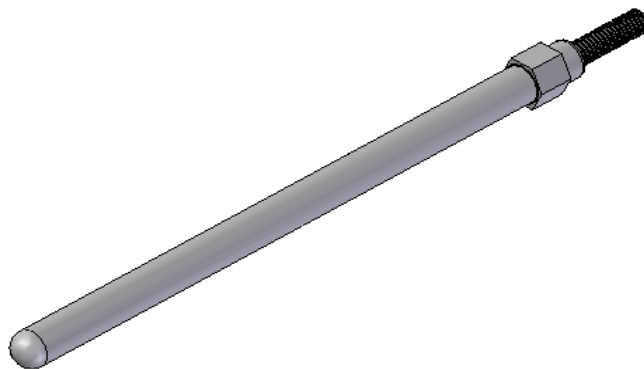
Las RTDs PT100 que se utilizarán en el módulo multiproceso presentan variaciones en su longitud de acuerdo al lugar en que se implementarán (Sistema de Destilación Atmosférica ó Sistema de Refrigeración basado en un Torre de Enfriamiento), por lo tanto en la tabla 24 se detallan sus características. (Ver tabla 20)

Especificación		RTD PT100 a Tres Hilos Sonda de Resistencia
Material		Platino
Conexión		½ NPT
Sección Transversal		1/8"
Longitud	"TT-20A"	5 cm
	"TT-20B"	10 cm
	"TT-30A"	12 cm
	"TT-30B"	11 cm

Tabla 20. Características Generales de las RTD PT100 [11]



(a)



(b)

Figura 31. (a) RTD PT100 de Tres Hilos (b) Diseño en Solid Edge [16]

El transmisor SITRANS TH100 es un circuito digital de medida de resistencia que convierte la señal de resistencia de la RTD de dos, tres o cuatro hilos en una señal análoga (4 a 20 mA) que se le suministrará al controlador, el cual a su vez evaluará y ejecutará las acciones de control establecidas en el sistema de control.

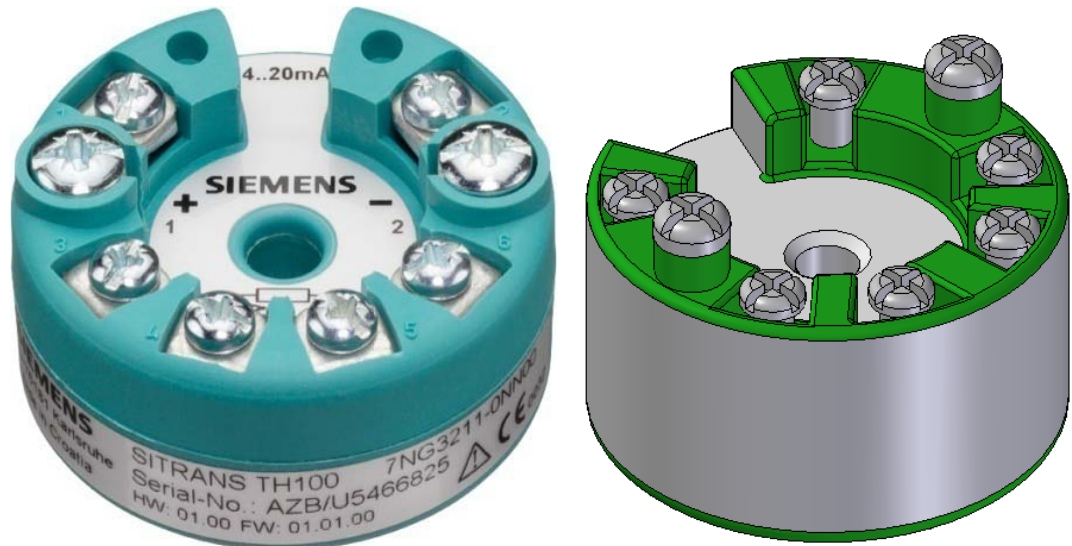


Figura 32. Transmisor SITRANS TH100 [17]

El transmisor SITRANS TH100 se utiliza para la medición de temperatura con Termorresistencias Pt100 en la industria. Su tamaño compacto permite instalarlo en un cabezal tipo B (DIN 43729) o mayor. La señal de salida es una corriente continua de 4 a 20 mA proporcional a la temperatura e independiente de la carga. La parametrización se efectúa por medio del PC con el Software SIPROM T y con el módem para SITRANS TH100/TH200.

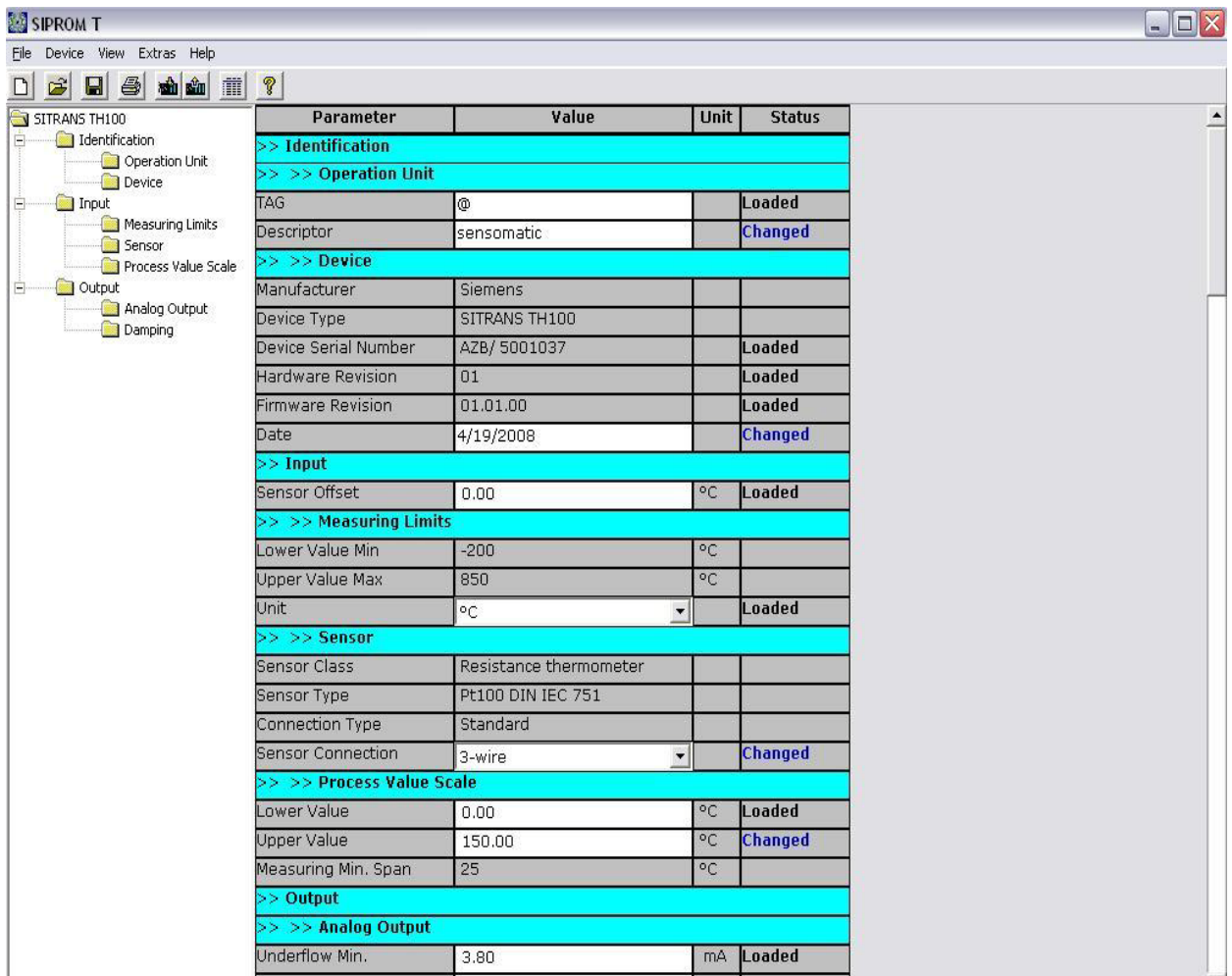


Figura 33. Interfaz del Software SIPROM T [11]

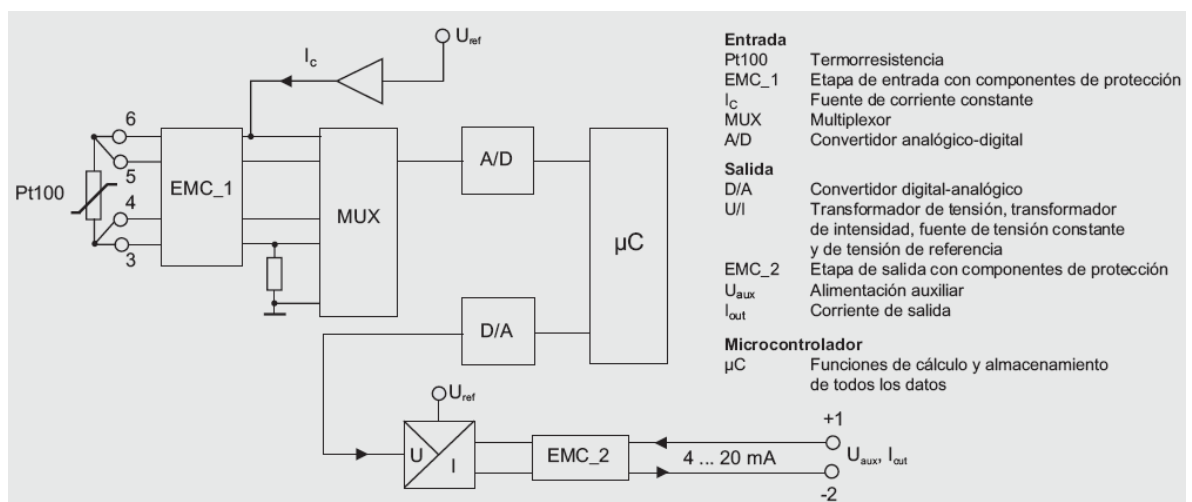


Figura 34. Diagrama de Función del SITRANS TH100 [18]

En el SITRANS TH100, la señal suministrada por una sonda de resistencia Pt100 (Conexión a 2, 3 ó 4 hilos) se amplifica en la etapa de entrada. La tensión proporcional a la magnitud de entrada se digitaliza por medio de un multiplexor en un convertidor analógico-digital. El microcontrolador realiza la conversión de la señal en función de la característica del sensor y de otros parámetros tales como rango de medición, amortiguación, temperatura ambiente, entre otros. La señal ajustada se transforma en una corriente continua de 4 a 20 mA, independiente de la carga en un convertidor Digital-Analógico. Los circuitos de entrada y de salida están protegidos cada uno por un filtro EMC contra las interferencias electromagnéticas. (Ver figura 34)

<b>Condiciones Ambientales</b>	Rango de temperatura ambiente	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
	Rango de temperatura de Almacenamiento	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
	Humedad Relativa del Aire	98%, con Condensación
	Compatibilidad Electromagnética	EN 61326 y NAMUR NE21
<b>Entrada</b>	Tipo	Termómetros de Resistencia
	Magnitud medida	Temperatura
	Tipo de entrada	PT100 según IEC 60751
	Característica	Lineal con Temperatura
	Tipo de conexión	Conexión a 2, 3 ó 4 hilos
	Resolución	14 Bits
	Precisión de Medida Alcance de medida < 250 C Alcance de medida > 250 C	< 0,25 °C (0.45 °F) < 0,1% del Alcance de Medida
	Repetibilidad	< 0,1 °C (0.18 °F)
	Corriente de Medida	Aprox. 0.4 mA
	Ciclo de Medida	< 0,7 seg
	Rango de Medición	-200 ... +850 °C (-328 ... +1562 °F)
	Alcance de Medida	25 ... 1050 °C (77 ... 1922 °F)
	Unidad	°C ó °F
	Offset	Programable: -100 ... +100 °C (-180 ... +180 °F)
	Resistencia del Cable	Máx. 20
	Supresión de Perturbaciones	50 y 60 Hz
Señal de Salida	4 ... 20 mA	
Alimentación Auxiliar	8,5 ... 36 VDC	

<b>Salida</b>	Carga Máx.	$(U_{aux} - 8,5 \text{ V})/0,023 \text{ A}$
	Margen de Saturación	3,6 ... 23 mA Ajustable (Valor por Defecto: 3,84 ... 20,5 mA)
	Señal de Fallo	3,6 ... 23 mA, Ajustable (valor por defecto: 3,6 mA ó 22,8 mA)
	Tiempo de amortiguación	0 ... 30 s
	Protección	Contra Inversión de Polaridad
	Resolución	12 Bit
	Precisión a 23 °C (73.4 °F)	< 0,1% del Alcance de Medida
	Influencia de la Temperatura	< 0,1%/10 °C (0.1%/18 °F)
	Influencia de la Energía Auxiliar	< 0,01% del Alcance de Medida/V
	Influencia de la Carga	< 0,025% del Alcance de Medida Máx./100
<b>Const. Mecánica</b>	Peso	50 g
	Material	Plástico encapsulado
	Sección de los Cables de Conexión	Máx. 2,5 mm <sup>2</sup> (AWG 13)

Tabla 21. Información Técnica del Transmisor SITRANS TH100 [18]

- **Sensor transmisor de temperatura y humedad.** La temperatura y la humedad son variables de suma importancia a nivel industrial, a través de las cuales se evalúa el comportamiento de una amplia variedad de aplicaciones.

En el módulo multiproceso y específicamente en la Torre de Enfriamiento del Sistema de Refrigeración se usarán dos (2) Transductores de Temperatura y Humedad Relativa THD-D1-C, que se identifican como “MT/TT-20A” y “MT/TT-20B”. (Ver figura 35)

Los transductores THD-D1-C se instalarán en la parte superior e inferior de la torre de enfriamiento, identificada como “TK3” y se encargaran de medir la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo y su respectiva humedad relativa. La señal correspondiente a cada variable será enviada al controlador, lo cual permitirá evaluar la eficiencia y el comportamiento del proceso de refrigeración generado en la torre y ajustar los elementos para optimizar el proceso. (Ver figura 36)

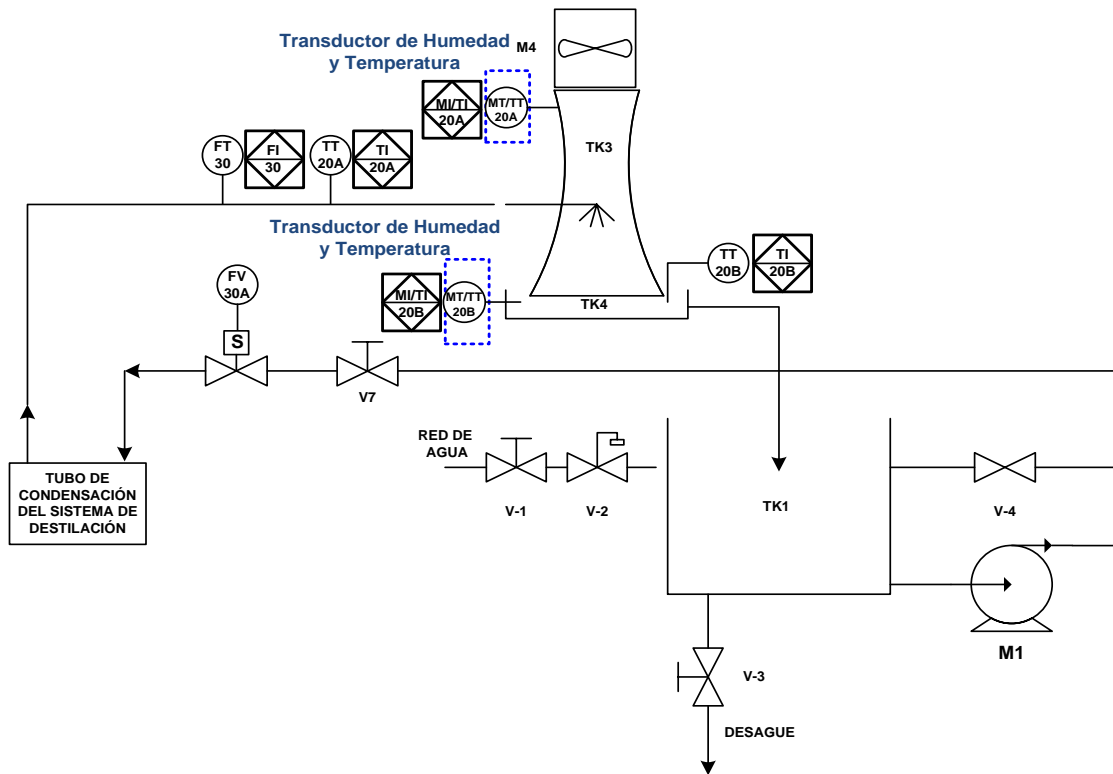
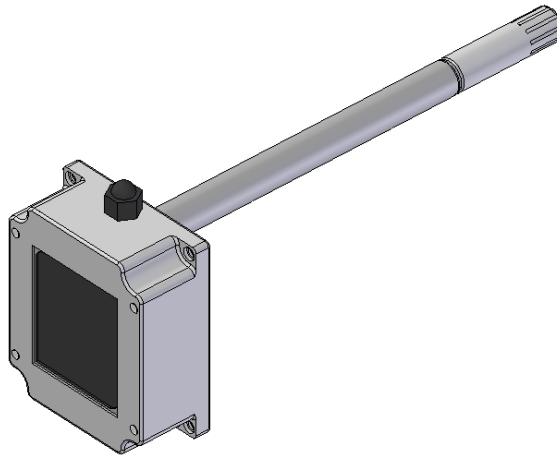


Figura 35. Ubicación del Transductor en el Sistema de Refrigeración [11]



(a)





(b)

Figura 36. (a) Transductor THD-D1-C [24], (b) Diseño en Solid Edge [19]

El transductor THD-D1-C tiene incorporado el sensor y el transmisor que suministra una señal análoga al controlador, el cual indica el estado de la temperatura y la humedad relativa. (Ver tabla 22)

<b>Especificación</b>	<b>Temperature/ Humidity Transducer</b>
Alimentación	24 VDC +10%
Señal de salida	4 – 20 mA
Rango de Medida	-19.9 – 60 °C 0.0 – 99.9 % HR
Precisión de la Temperatura	-19.9 – 5.0 °C: ± 1 °C 5.0 – 40.0 °C: ± 0.5 °C 40.0 – 60.0 °C: ± 1 °C
Precisión de la Humedad	30 – 70 %HR para Máx. +3% HR a 25 °C
Grado de Protección	IP65
Periodo de Muestreo	0.5 seg
Temperatura Ambiente	-20 – 60 °C
Longitud	100 mm
Cable	4P ø4 mm Largo: 2 m
Peso	Aprox. 160 g
Número de Referencia	THD-D1-C
Ubicación	Montaje en Ducto
Fabricante	Autonics

Tabla 22. Información Técnica del Transmisor THD-D1-C [19]

## b. Salida análoga

- **Válvula electro-neumática de caudal.** En el control automático de los procesos industriales, la válvula de control juega un papel muy importante en la regulación. Esta encargada de variar el caudal del líquido de control, el cual a su vez modifica el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. (Ver figura 37)

La válvula de control típica se compone básicamente del cuerpo y el servomotor. El cuerpo de la válvula contiene en su interior el obturador y los asientos y está provisto de rosca o de bridas para conectar la válvula a la tubería. El obturador es quien realiza la función de control de paso del fluido y puede actuar en la dirección de su propio eje o bien tener un movimiento rotativo. Está unido a un vástago que pasa a través del cuerpo y que es accionado por el servomotor. [4]

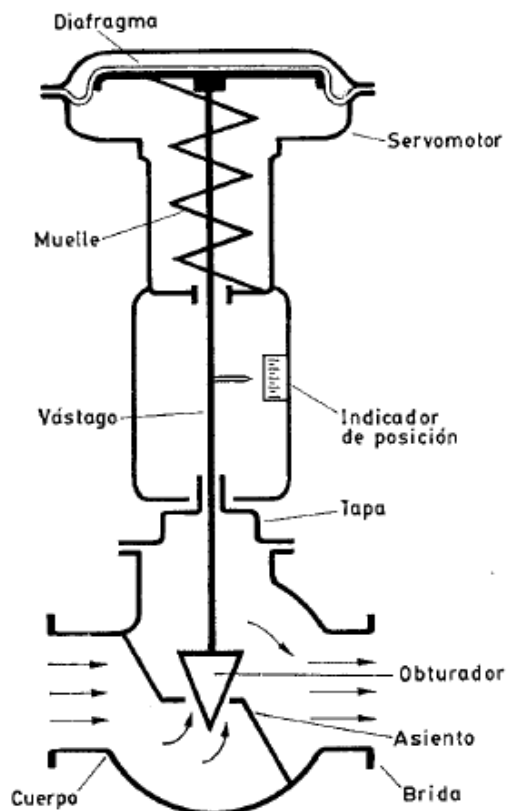


Figura 37. Cuerpo de la Válvula [4]

Las válvulas son de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento el obturador. Entre las válvulas de movimiento lineal en las que el obturador se mueve en la dirección de su propio eje, se encuentra la Válvula de Globo. Este tipo de válvula se utilizará en el Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques del Módulo Multiproceso. Esta válvula fue implementada inicialmente en el Sistema de Tanques y Control de Nivel del Laboratorio de Control y se reutilizará en el módulo multiproceso.

Las válvulas de globo son unidireccionales, comúnmente son utilizadas como válvulas de regulación. Las principales características de estas válvulas incluyen la operación frecuente, estrangulación al grado deseado, alta resistencia y caída permisible de la presión en la línea [4]. (Ver figura 38)

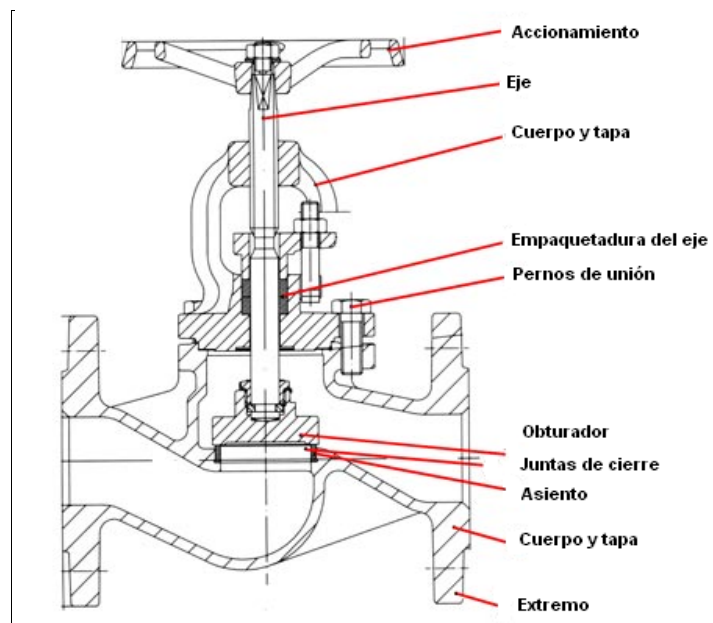


Figura 38. Partes Principales de una Válvula de Globo [4]

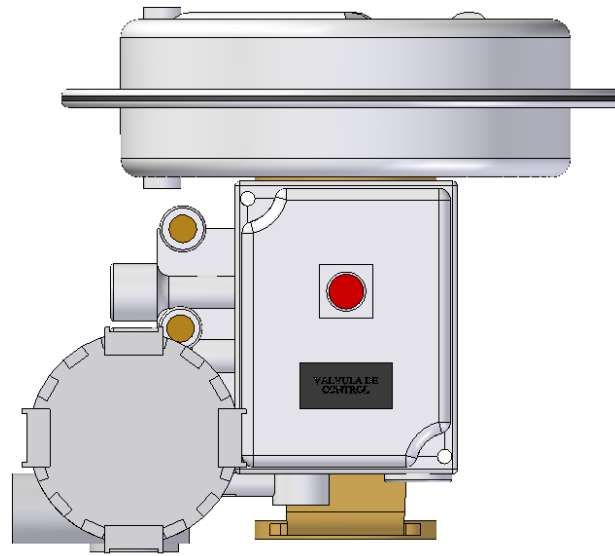
En el módulo multiproceso y específicamente en el Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques se utilizará una Válvula Electroneumática de Caudal serie Vanguard de Valtek, identificada como "FV-10". Esta válvula tiene actuador de diafragma, vástago lineal, posicionador lineal, tamaño de la entrada y la salida de la tubería de una (1) pulgada, y un módulo I/P que convierte la señal de 4 a 20 mA del controlador en una señal de 3 a 15 psi para el diafragma. Esta válvula constituye el sensor de nivel "FV-10", del lazo de control de caudal. (Ver figura 39 y 40)

La válvula Vanguard de Valtek “FV-10”, se utilizará para regular el caudal de agua que circulará por la tubería que conecta al tanque 1 (TK1) con el tanque 2 (TK2). En otras palabras, la válvula recibirá la señal de control proveniente del controlador y estrangulará proporcionalmente a esta señal, el flujo de agua. (Ver figura 41)

El posicionador lineal (IP 2100-1) de la válvula electro-neumática de caudal “FV-10”, es un instrumento de simple o doble fuerza balanceada que provee rapidez, sensibilidad y posicionamiento exacto del diafragma o actuadores cilíndricos. Está disponible ya sea para un módulo neumático para el control de las señales de aire o un módulo electro-neumático (I/P) para el control de señales de corriente. (Ver figura 42)



(a)



(b)

Figura 39. (a) Vista Frontal de la Válvula Vanguard de Valtek [11], (b) Diseño en Solid Edge



(a)

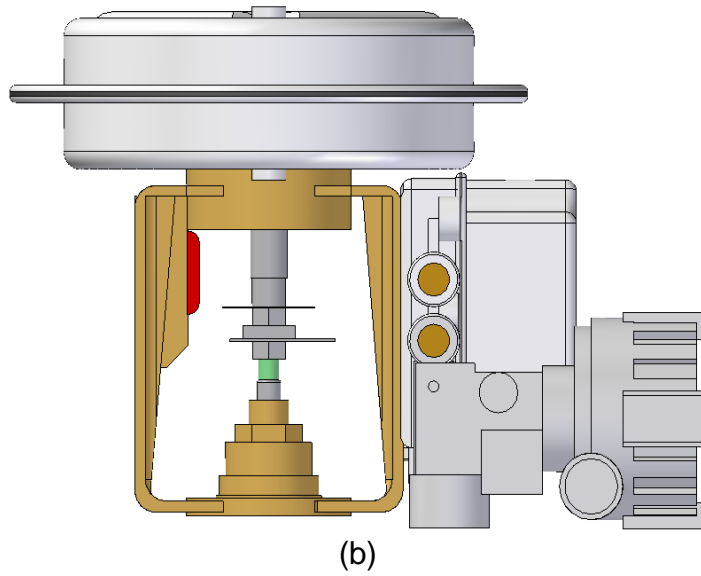


Figura 40. (a) Vista Lateral de la Válvula Vanguard de Valtek [11], (b) Diseño en Solid Edge

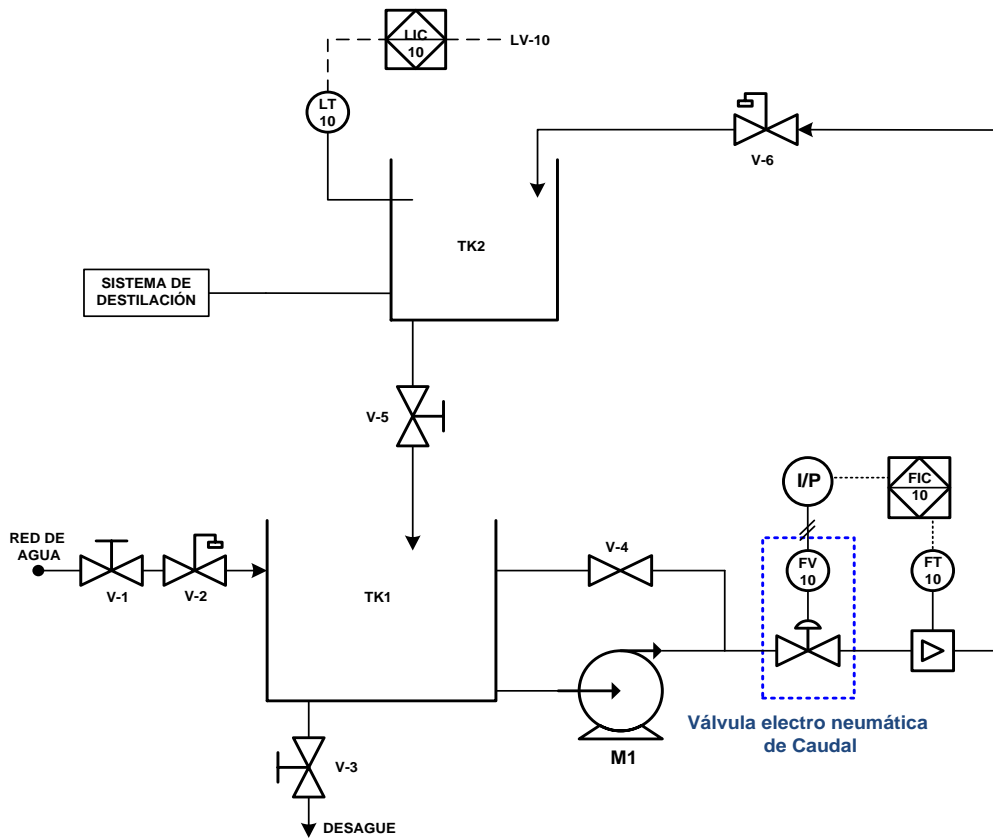


Figura 41. Ubicación de la Válvula Electroneumática de Caudal [11]

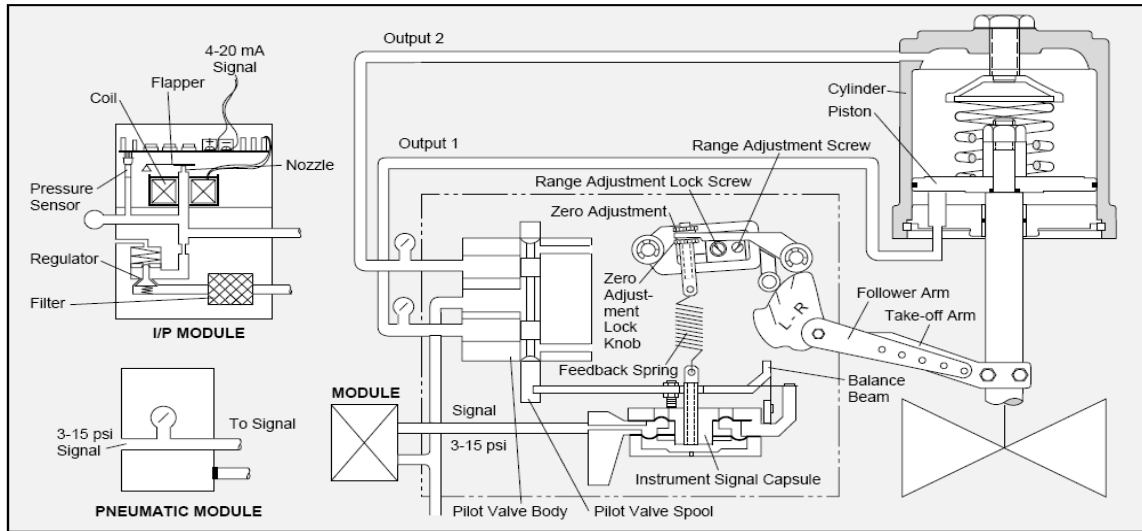


Figura 42. Esquema del Posicionador Air to Open [20]

El posicionador Beta es un instrumento de fuerza equilibrada. La Figura 42 muestra un posicionador Beta, ya sea con un módulo neumático o electro-neumático instalado en un actuador de doble acción para la acción Air to Open; en el Módulo Multiproceso se utilizará el módulo electro neumático.

El posicionamiento se basa en un equilibrio de dos fuerzas: una proporcional al instrumento de la señal y la otra proporcional a la posición del vástago.

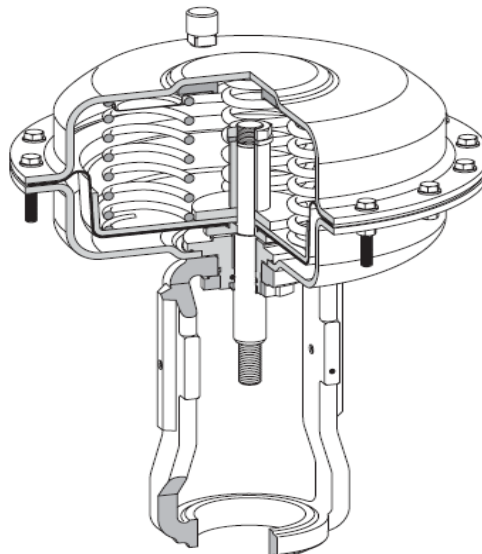


Figura 43. Actuador de Diafragma [20]

Con el modelo IP 2100-1, la señal de corriente se convierte primero a una señal de aire 3-15 psi. El transductor recibe una señal de entrada eléctrica y la convierte en una salida proporcional a la entrada. La presión de alimentación es filtrada y regulada en el transductor por un elemento de filtro (Filter) y un regulador interno (Regulator).

La salida del transductor está controlada por un bucle de retroalimentación, que consiste en un sensor de presión (Pressure Sensor), un modulador electromagnético de presión (Electromagnetic Pressure Modulator) y una placa de circuito. (Ver figura 44)

<b>Especificación</b>	<b>Módulo IP 2100-1</b>
Rango de Señal de Entrada	4 - 20 mA 10 - 50 mA (con 2, 3 y 4 Modos)
Presión de Alimentación	30 psi a 150 psi
Temperatura Ambiental Límite	Modelo Estándar: -20 F a +180 F
Conexión	Señal: 1/2 Pulgada NPT Elect. Conduit Salida: 1/4 Pulgada NPT
Materiales Estándares	Acero Inoxidable, Aluminio Anodizado Acero Niquelado Epoxi Powderpainted de Acero y Buna-N
Carga de Bucle	5.3 Volts + 5 Ohms (270 Ohms a 20 mA)
Peso	5.5 Lbs.

Tabla 23. Especificaciones del Módulo IP 2100-1 [20]

El modulador de presión consta de una trampa rígida (Flapper) que es atraída por el electroimán a una boquilla (Nozzle). La Boquilla-Trampa determina la salida del transductor. (Ver figura 42)



Basada en la diferencia entre la entrada y la salida medida por el sensor de presión, la placa de circuito envía una señal de corriente al modulador de presión que ajusta el espacio entre la boquilla y la trampa para proporcionar la salida correcta.

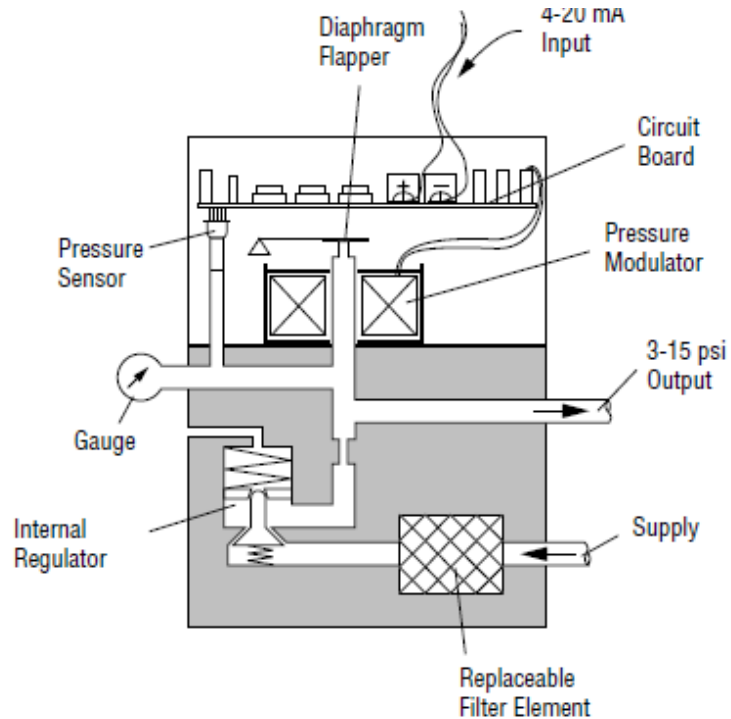


Figura 44. Esquema del Transductor [20]

La secuencia detallada de las operaciones del posicionador se explica a continuación:

- Un incremento en la señal del instrumento impulsa hacia abajo la cápsula de la señal del instrumento (Instrument Signal Capsule) y a la barra de equilibrio (Balance Beam). Este movimiento de la barra de equilibrio también tira hacia abajo la bobina de la válvula piloto (Pilot Valve Spool). Esto abre los puertos pilotos de la válvula, suministrando aire al puerto 1 (Output 1) y sustrayendo aire del puerto 2 (Output 1) causando que el pistón del actuador se mueva hacia arriba.
- Este movimiento ascendente del pistón se vuelve a transmitir al posicionador a través del enlace de retroalimentación (Feedback Spring) resultando en el estiramiento proporcional de la posición de la válvula. El pistón sigue moviéndose ascendentemente hasta que la fuerza de

realimentación (Feedback Spring) se incrementa lo suficiente para contrarrestar la fuerza generada por la cápsula de la señal del instrumento (Instrument Signal Capsule). En este punto la barra de equilibrio y la bobina empiezan a regresar a su posición de equilibrio. Ya que los puertos de la válvula de carrete comienzan a cerrarse, la tasa de flujo de aire se disminuye. (Ver figura 42)

- Cuando el pistón alcanza la posición deseada, la fuerza de tensión del “Feedback Spring” será igual a la fuerza generada en “Instrument Signal Capsule”.

La barra de equilibrio (Balance Beam) y la cápsula de la señal del instrumento (Instrument Signal Capsule) permanecerán en sus posiciones de equilibrio sin que fluya aire en el actuador hasta que haya un cambio en la señal del instrumento. Un decremento en la señal del instrumento invierte las acciones descritas causando un movimiento proporcional hacia abajo del pistón y del vástago (Stem) [20]. (Ver figura 42)

### c. Entradas digitales

- **Interruptor de nivel alto.** En el módulo multiproceso y específicamente en el Subsistema de Recolección de Destilado se usarán dos (2) sensores de proximidad fotoeléctricos SIMATIC PXO440 K30 para fibra óptica de plástico, que constituirán los sensores de nivel alto “LHS-30A” y “LHS-30B”, de los dos lazos de control de nivel para los tanques “TK8” y “TK9”. (Ver figura 45)

Las cajas de los sensores proximidad fotoeléctricos para fibra óptica SIMATIC PXO440 K30 de “TK8” ó “TK9”, estarán constituidos por el Conector para la Fibra Óptica Plástica que tendrá instalado en el Emisor y el Receptor, el Conector para la Alimentación y los Señalizadores. (Ver figura 46)

El detector de proximidad fotoeléctrico SIMATIC PXO brinda una alta resolución óptica. Normalmente, el sensor funciona siempre con la sensibilidad máxima. Con ello se disfruta del máximo exceso de ganancia. Sólo cuando se trabaja con objetos muy pequeños o transparentes puede ser

necesario reducir la sensibilidad. El detector permite realizar un ajuste de la sensibilidad por medio de un potenciómetro incorporado o a través de una función denominada Teach-In. Al girar en sentido horario el potenciómetro se incrementa la sensibilidad y, con ella, la distancia de trabajo alcanzable.

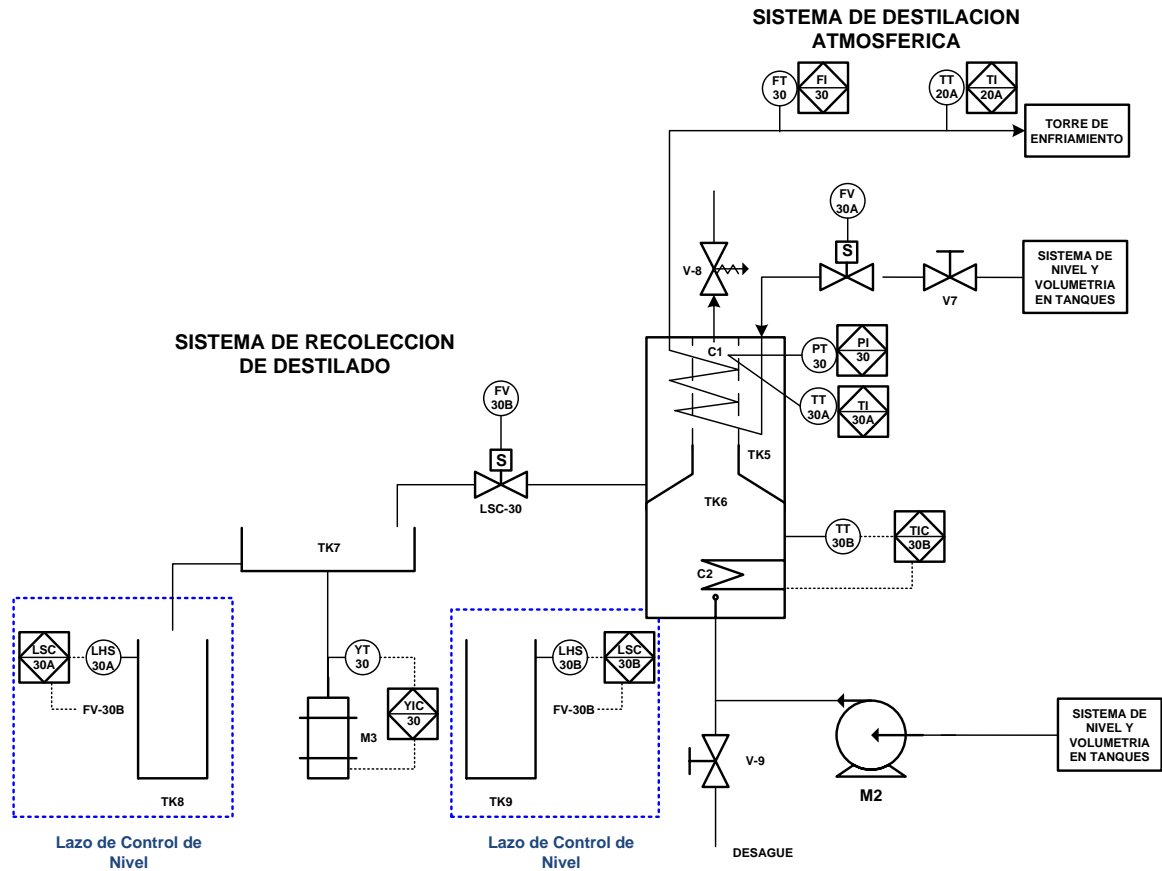


Figura 45. Ubicación de los Sensores de Nivel Alto [11]

El emisor se orienta de modo que en el receptor incida la mayor cantidad de luz pulsada posible procedente del diodo emisor. El receptor evalúa la luz recibida distinguiéndola claramente de la luz ambiente y de otras fuentes luminosas. La salida se activa cuando se interrumpe el haz luminoso entre el emisor y el receptor, lo cual a su vez establecerá una señal de detección que será enviada al controlador. (Ver figura 47)

El emisor y el receptor se ubicarán en la parte superior de "TK8" y "TK9", y a su vez estarán alineados uno frente al otro, de modo que el haz luminoso que transporta el emisor atraviese el respectivo tanque y el receptor reciba la

señal, por lo cual en el detector se establecerá que el líquido en el tanque no ha alcanzado en nivel alto. Al alcanzarse el nivel alto en “TK8” ó “TK9”, la señal del emisor se interrumpirá en el receptor, ya que el haz luminoso se refractará y por ende no atravesará el líquido del tanque, por tanto en el detector se establecerá que el líquido ha alcanzado el nivel alto. Al emisor y al receptor se le instalarán las fibras ópticas, que representarán el “ojo prolongado” del detector fotoeléctrico de proximidad. (Ver figura 47)

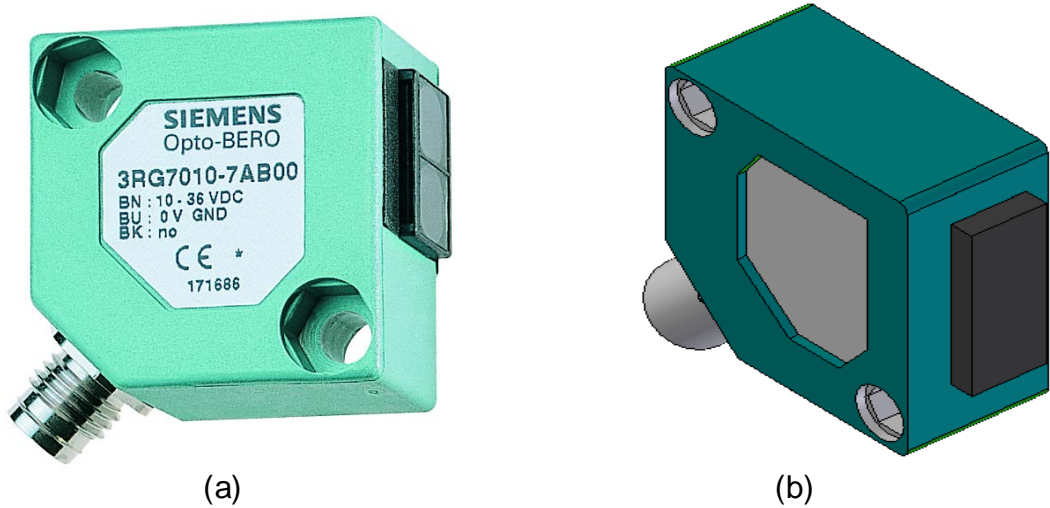
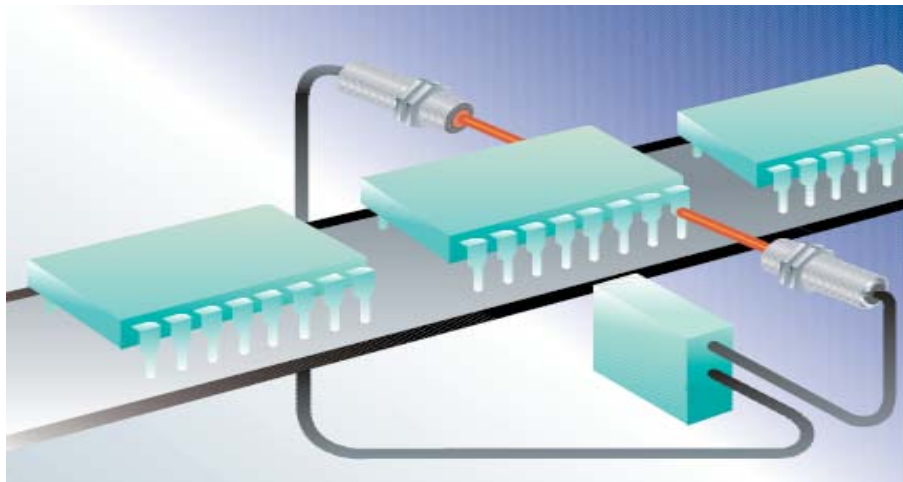
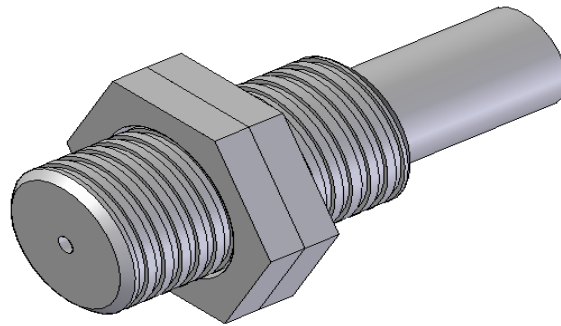


Figura 46. (a) Detector Fotoeléctrico para Fibra Óptica SIMATIC PXO [21], (b) Diseño en Solid Edge



(a)



(b)

Figura 47. (a) Aplicación de Nivel con Sensor SIMATIC PXO440  
 (b) Diseño en Solid Edge del Sensor SIMATIC PXO440 [22]

<b>Especificación</b>	<b>Sensor para Fibra Óptica de Plástico SIMATIC PXO440</b>
Zona de Detección	400 mm
Forma	K30
Rango de Tensión	10 – 36 VDC
Longitud de Onda	660 nm
Tipo de Luz	Roja
Señalizadores	
Estado de Conmutación	LED Amarillo
Exceso de Ganancia	LED Verde
Material de la Caja	Material Aislante (PBTP - Crastin)
Grado de Protección	IP67
Temperatura Ambiente	-25 ... +55 °C
Tipo	3RG7013-0CC00

Tabla 24. Información Técnica del Detector Fotoeléctrico SIMATIC PXO [22]

La fibra óptica de plástico se usa asociado al detector fotoeléctrico con forma K30. La zona de detección de la fibra óptica de plástico depende del detector fotoeléctrico respectivo. Los cables largos suministran sobre los aparatos una carga capacitiva adicional y un mayor peligro de acoplamiento de señales perturbadoras. Por eso no se debe sobrepasar la longitud máxima indicada para los cables. (Ver figura 47)

Esta fibra presenta las siguientes ventajas: mínimas dimensiones, reducidos radios de dobladura, cortable a la medida exacta, luz visible, gran variedad de tipos, rentables, entre otras.



Figura 48. Aplicación de Nivel con Sensor de Fibra Óptica [23]

Especificación	Fibra Óptica de Plástico para SIMATIC PXO
Zona de Detección	400 mm
Forma	K30
Atenuación (Máx)	0,4 dB/m
Ángulo de Incidencia (Máx)	$\pm 56^\circ$
Longitud Estándar	$2 \pm 0,1$ m
Radio de Doblado (Min)	25 mm
Esfuerzo por Tracción (Máx)	30 N
Material de la Cubierta	Polietileno
Grado de Protección	Cabezal Sensor IP67 Dispositivo IP65
Número de Referencia	3RX7 007
Rango de Temperatura	-40 ... +75 °C
Resistencia a Disolventes	No

Tabla 25. Información Técnica de la Fibra Óptica de Plástico [22]

El control de nivel para el subsistema de recolección de destilado se implementará de forma independiente en “TK8” y “TK9”, y a su vez estará relacionado con el lazo del control de posición de “TK7”.

- **Sensor transmisor de posición.** En el módulo multiproceso y específicamente en el Subsistema de Recolección de Destilado se utilizará

un sensor inductivo de Autonics con modelo PRCM8-8DN, que constituye el sensor transmisor de posición “YT-30”, del lazo de control de posición. (Ver figura 58).

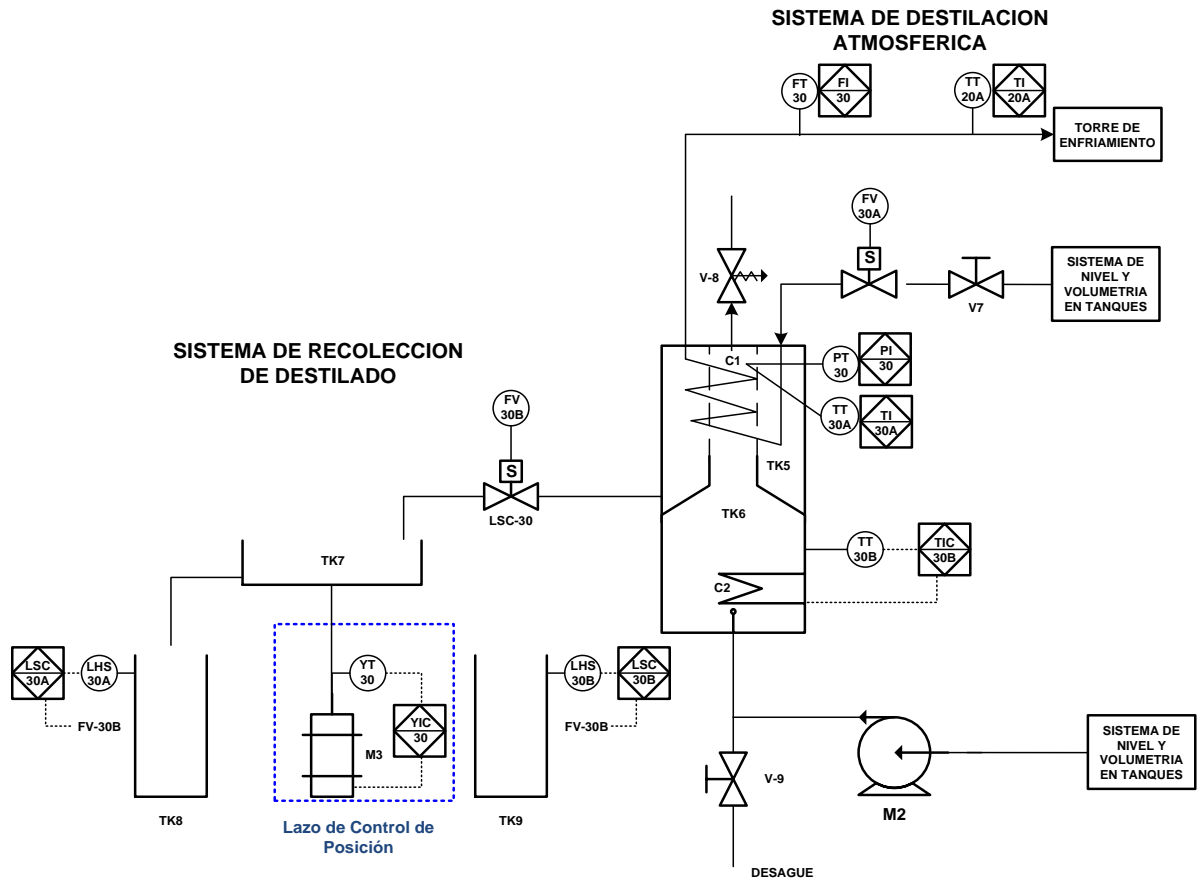


Figura 49. Ubicación del Sensor de Posición [11]

El sensor Inductivo de Proximidad genera un campo electromagnético, el cual detecta los objetos de metal que pasan cerca de su cara. Esta es la tecnología de detección que usualmente se usa en aplicaciones en donde el objeto de metal que va a ser detectado esta dentro de una pulgada o dos de la cara del sensor [21].

El sensor Inductivo de Autonics se encargará de posicionar “TK7” en “TK8” ó “TK9”, a través del motor paso a paso “M3”, para depositar el líquido destilado en el sistema de destilación atmosférica. El motor paso a paso estará acoplado en su eje al tanque TK7 y en medio del acople se

dispondrá una arandela de metal y 2 tornillo del mismo material dispuesto a 45 grados a cada lado de la boquilla del tanque TK7. Los tanques TK8 y TK9 están a 90 grados de distancia con respecto al tanque TK7. El sensor Inductivo se ubicará en el medio de los tanques TK8 y TK9 y en frente del motor paso a paso M3. Ver figura 59.

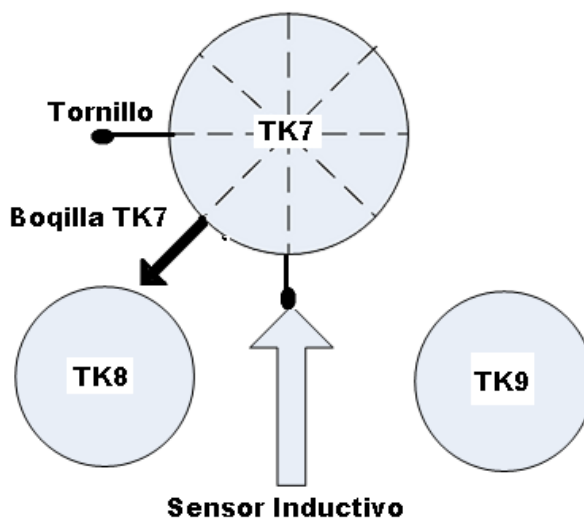


Figura 50. Posicionamiento de la boquilla de TK7 en TK8 [11].

Una vez, ocurra la destilación, la válvula “FV-30B” se mantendrá en su posición normalmente abierta hasta que se llene el primer tanque de recolección de destilado TK8 (Ver figura 49).

Cuando el sensor de proximidad fotoeléctrico SIMATIC PXO440 K30 de TK8 detecte que el tanque está lleno, enviará una señal al PLC para cerrar la válvula FV-30B e iniciar el movimiento del eje del motor, este seguirá moviéndose paso a paso hasta que el sensor inductivo detecte el tornillo de metal de modo que se generará el posicionamiento de la boquilla de TK7 en TK9 para iniciar el llenado de este. (Ver figura 49)

La detección de proximidad del tornillo en el sensor inductivo enviará una señal al PLC para que este pare el motor, ya que se ha posicionado en TK9 y para que nuevamente abra la válvula FV-30B y comience a llenar a TK9. (Ver figura 50)



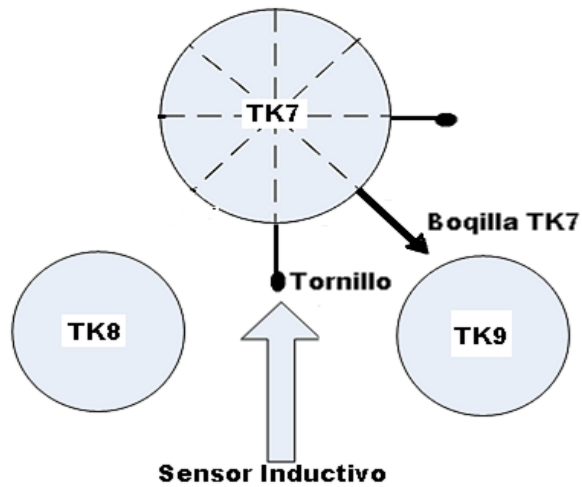
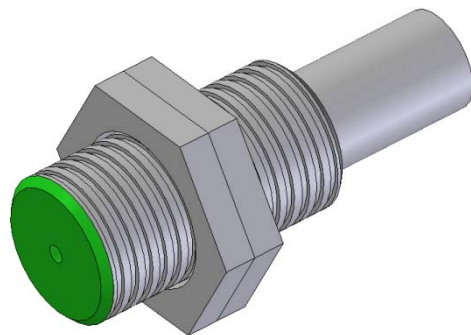


Figura 51. Posicionamiento de la boquilla de TK7 en TK9. [11]

Al llenarse TK9 el sensor de proximidad de este, enviará nuevamente una señal al controlador para cerrar la válvula FV-30B y activar el motor paso a paso M3 en sentido inverso hasta que el sensor inductivo detecte nuevamente el tornillo de esta manera la boquilla de TK7 se habrá reubicado en TK8. Este proceso es continuo hasta que termine la destilación. Ver figura 58.



(a)



(b)

Figura 52. (a) Sensor de Proximidad Inductivo [30], (b) Diseño en Solid Edge

Especificación	Sensor inductivo de Autonics con modelo PRCM8-8DN
Alcance	1.5mm +/- 10%
Diámetro	8mm
Alimentación	12-24VDC
Respuesta en Frecuencia	800Hz
Salida de control	NPN-NO/200mA
Grado de Protección	IP 67

Tabla 26. Información Técnica del Sensor de proximidad inductivo [25]

#### d. Salidas digitales

- **Válvulas solenoide.** Una válvula solenoide, es una válvula controlada al variar la corriente que circula a través de un solenoide. Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general estas válvulas operan de forma completamente abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal.

Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar. Por lo anterior, la válvula solenoide se compone de dos partes: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula. [26]

El solenoide, bajo el efecto de corriente circulante, se comporta como un electroimán, es decir, atrae materiales ferromagnéticos, producto de la alineación de momentos magnéticos atómicos. El campo magnético, creado al circular corriente por el solenoide, actúa sobre el émbolo móvil de material magnético produciendo una fuerza que ocasiona el desplazamiento del émbolo para el cierre o apertura de la válvula. (Ver figura 53)

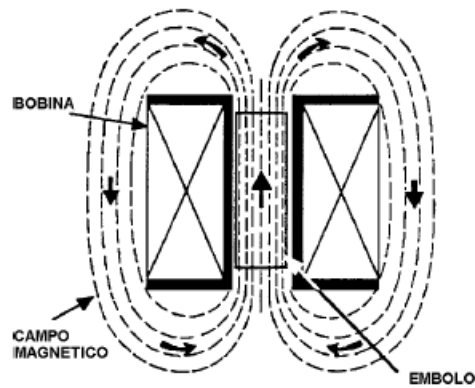


Figura 53. Solenoide Energizado [26]

El cuerpo de la válvula se compone por el puerto, que es un orificio por donde circula el fluido, la aguja o vástago unido al émbolo en el extremo superior de esta, se encarga de abrir y cerrar el puerto. La aguja posee un asiento para abrir o detener el flujo cuando la bobina es energizada o desenergizada por el solenoide. (Ver figura 63)

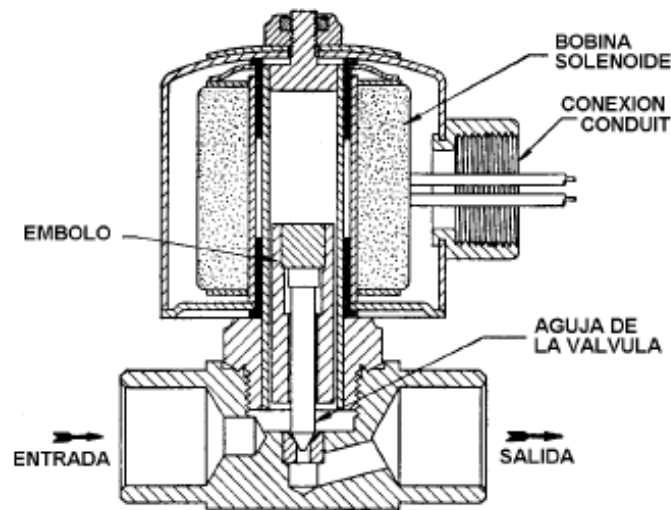


Figura 54. Válvula Solenoide Típica [26]

En el módulo multiproceso, específicamente en el sistema de Destilación Atmosférica, se usarán dos (2) Válvulas Solenoide Danfoss de acción directa y de dos vías, una Normalmente Cerradas EV220B 15B identificadas como "FV-30A", y una Normalmente Abierta EV210B 2.0B identificada como "FV-30B". La válvula "FV-30B" constituirá el actuador de los lazos de control de nivel del subsistema de recolección de destilado. Finalmente la válvula "FV-30A", se encargara de restringir o permitir el flujo de agua impulsada por "M1" de "TK1" a "C1" en el sistema de destilación atmosférica. (Ver figuras 64)

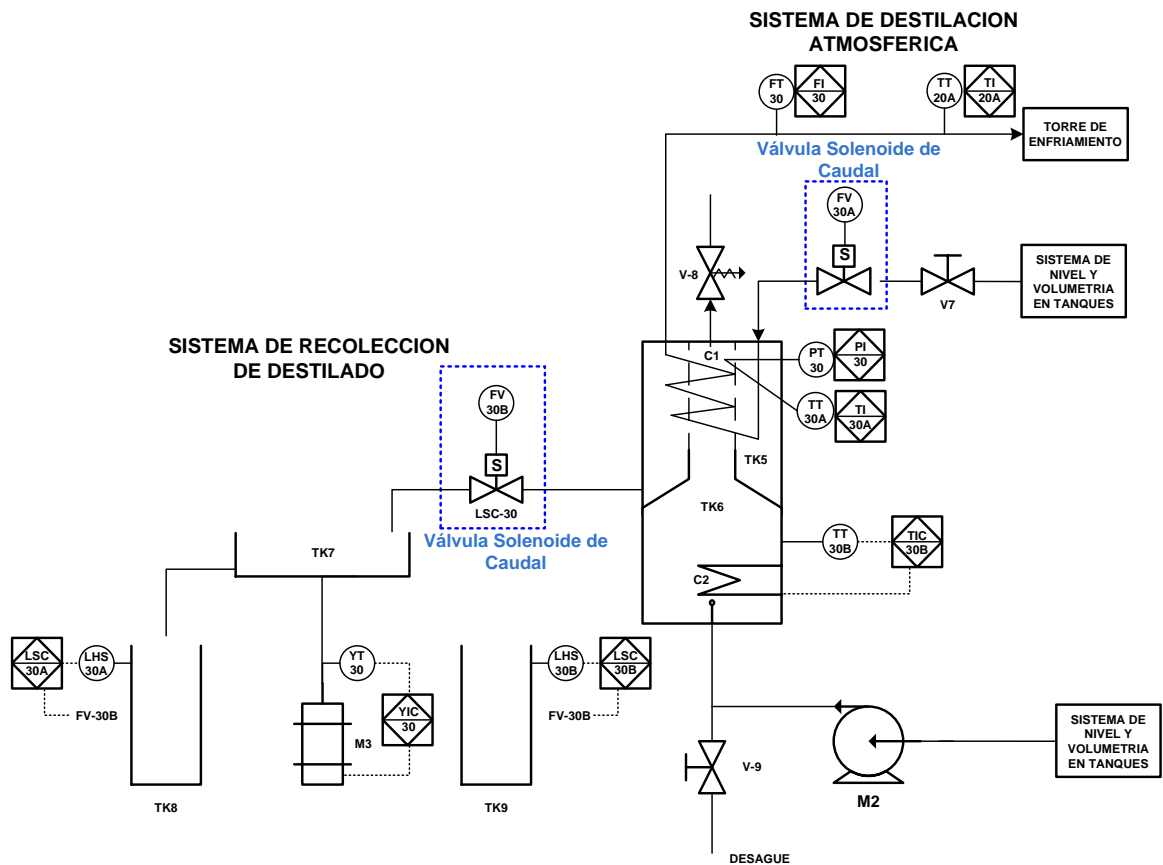


Figura 55. Ubicación de los Lazos de Control y Válvulas Solenoides [11]

La válvula solenoide de dos (2) vías es la más común, ya que posee una conexión de entrada y una de salida, controlando el flujo del fluido en una sola línea. Estas válvulas suelen ser de accionamiento directo, el émbolo móvil controla el flujo debido al efecto de la fuerza de origen magnético directamente. A continuación se mostrará las características de las válvulas solenoides “FV-30A” y “FV-30B”.

- **Válvula solenoide EV220B 15B Danfoss.** Esta válvula es una electroválvula servo accionada 2/2 vías normalmente cerrada y con conexión ½ pulgada NPT. En el módulo multiproceso se implementarán una válvula con esta especificación “FV-30A”, que se ubicará en la interconexión entre “TK1” y “C1” del Sistema de Destilación Atmosférica. (Ver figura 56)

La válvula "F5V-30A" es la encargada de controlar el paso del agua desde "TK1" hacia el tubo de condensación "C1", para que el agua siga su recorrido por la torre de enfriamiento y de este modo garantizar su refrigeramiento. (Ver tabla 31)

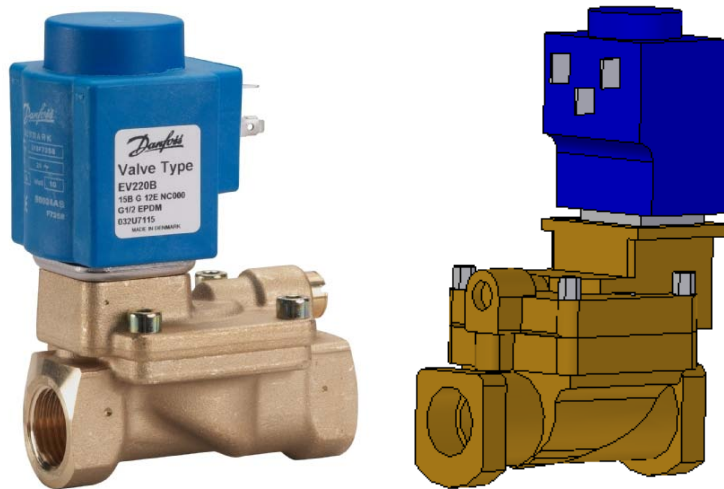


Figura 56. Estructura Externa de la Válvula EV220B 15B [27]

La alimentación de la bobina es de 110 VAC, con un rango de presión de operación de 0.3 a 10 bar y un rango de temperatura entre 0 a 100°C. Las partes de la válvula EV220B 15B se muestran en la figura 66.

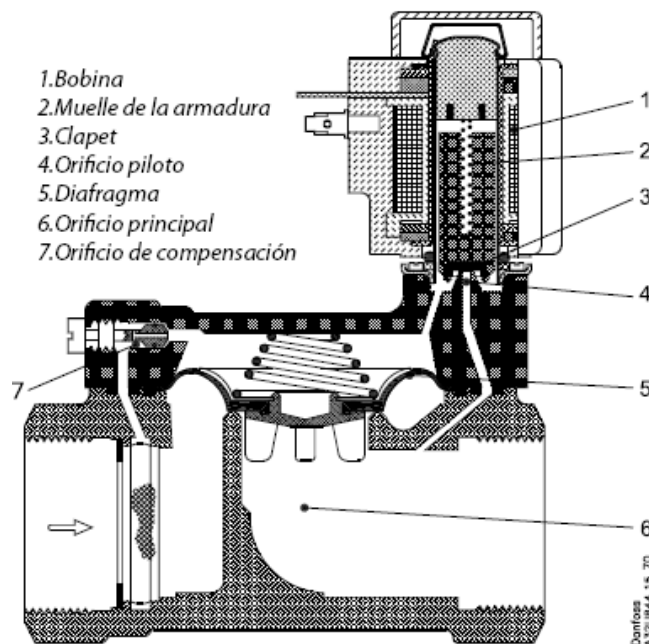


Figura 57. Estructura Interna de la Válvula EV220B 15B de Danfoss [28]

El funcionamiento de esta válvula de acuerdo a su estructura es el siguiente: cuando la tensión está desconectada, el muelle de la armadura (2) presiona el clapet (3) contra el orificio piloto (4). La presión a lo largo del diafragma (5) se crea mediante el orificio de compensación (7). El diafragma cierra el orificio principal (6) tan pronto como la presión del diafragma es equivalente a la presión de entrada.

La válvula permanecerá cerrada mientras la tensión de la bobina esté desconectada. Cuando se aplica tensión a la bobina (1), se abre el orificio piloto (4). Como el orificio piloto es mayor que el orificio de compensación (7), la presión a lo largo del diafragma (5) cae y así se eleva libre del orificio principal (6). Ahora la válvula está abierta para que circule el flujo y permanecerá así mientras se mantenga la presión diferencial mínima a lo largo de la válvula y mientras se aplique tensión a la válvula.

Tipo	EV220B 15B
Especificación	G 12F NC000
Tipo de Bobina	BA
Código sin Bobina	032U7116
Material de la Junta	FKM
Operación	Servo – Operada (Diafragma)
Función	NC
Conexión	½" NPT
Tensión de Alimentación	110 VAC
Material	Bronce
Número de Vías	2/2
Grado de Protección	IP67
Presión Diferencial	0.3 – 10 Bar
Temperatura Ambiente	0 ... +100 °C
Máx. Presión de Trabajo	16 Bar

Tabla 27. Información Técnica de la Válvula Solenoide EV220B 15B [28]

- **Válvula solenoide EV210B 2.0B Danfoss.** Esta válvula es una electroválvula servo accionada (accionamiento directo) de 2/2 vías, que a su vez cuenta con un Kit de ajuste para que opere Normalmente Abierta y con conexión de ¼ pulgada NPT. En el módulo multiproceso se utilizara

una válvula de este tipo, identificada como “FV-30B”, que se ubicara en el Sistema de Recolección de Destilado. (Ver figura 58)

Al iniciar la condensación del agua en el Sistema de Destilación, la válvula “FV-30B” en su estado NA permitirá el paso del agua de “TK5” a “TK8”. Una vez “TK8” alcance su máximo nivel, el sensor de nivel alto “LHS-30B” enviará la señal correspondiente al controlador, para que a través de este se energice la bobina de la válvula “FV-30B” y se cierre. Al cerrarse “FV-30B”, el controlador enviará una señal al servomotor “M3” para posicionar la boquilla de “TK7” en “TK9”. “FV-30B” se cierra para evitar que se derrame el agua condensada mientras se efectúa la rotación de “TK-2. Al posicionar “TK7”, el controlador enviará una señal a la bobina de la válvula “FV 30B” para desenergizarla y abrirla nuevamente, de esta manera se garantizara el llenado de “TK9”. Este proceso continuará hasta que culmine el proceso de destilación.

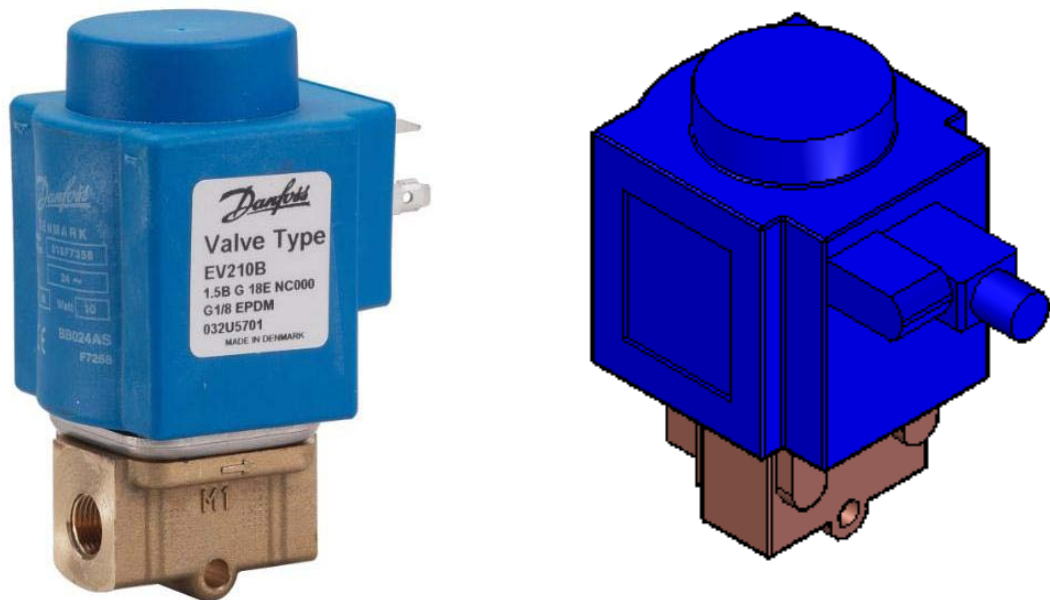


Figura 58. Estructura Externa de la Válvula EV210B 2.0B [29]

La alimentación de la bobina es de 110 VAC, con un rango de presión de operación de 0 a 30 Bar y un rango de temperatura entre -10 a 100°C. Las partes de la válvula EV210B 2.0B se muestran en la figura 68.

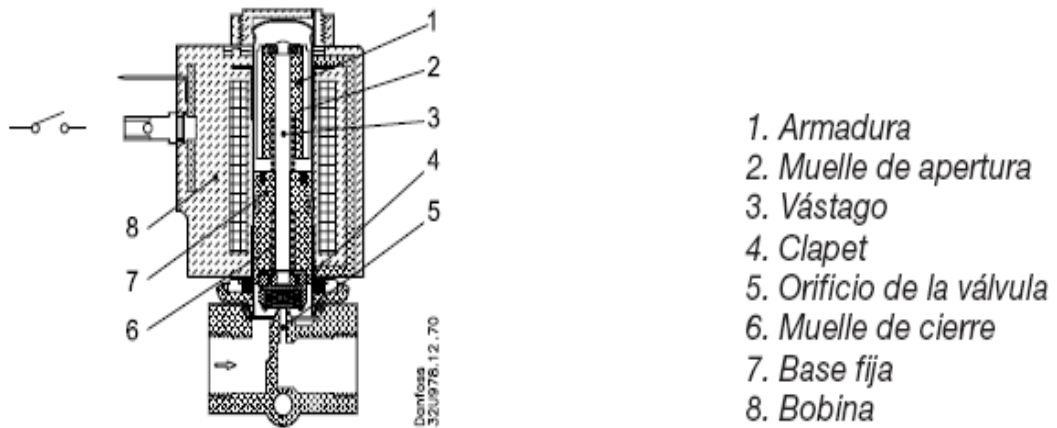


Figura 59. Estructura Interna de la Válvula EV210B 2.0B de Danfoss [30]

El funcionamiento de la válvula es el siguiente: cuando se desconecta la tensión de la bobina (8), el orificio de la válvula (5) se abre, y el muelle de apertura (2) eleva el vástago (3) junto con el clapet (4) libre del orificio. La válvula permanecerá abierta mientras la tensión de la bobina esté desconectada. Al aplicar tensión a la bobina, el campo magnético baja la armadura de la válvula (1) hasta tocar la base fija (7). El vástago (3) junto con el clapet (4) es presionado ahora contra el orificio de la válvula (5) mediante el muelle de cierre (6). La válvula permanecerá cerrada mientras la tensión de la bobina esté conectada.

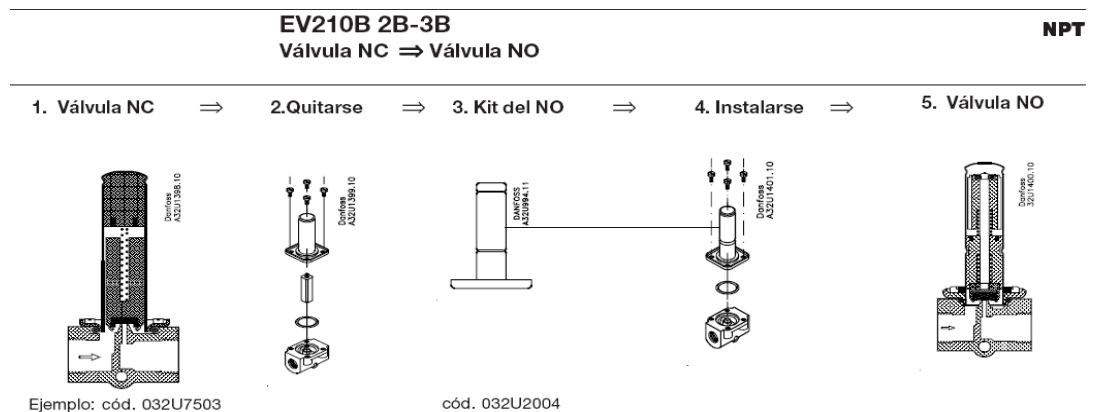


Figura 60. Instalación del Kit de Ajuste NO de la Válvula EV210B 2.0B [30]



Tipo	EV210B 2.0B
Especificación	G 14F NC000
Tipo de Bobina	BA
Código sin Bobina	032U5708
Material de la Junta	FKM
Operación	Servo – Operada (Diafragma)
Especificación Kit NO	032U0295
Función	NA
Conexión	1/4" NPT
Tensión de Alimentación	110 VAC
Material	Bronce
Número de Vías	2/2
Grado de Protección	IP67
Presión Diferencial	0 – 30 Bar
Temperatura Ambiente	-10 ... +100 °C
Máx. Presión de Trabajo	50 Bar

Tabla 28. Información Técnica de la Válvula Solenoide EV210B 2.0B [30]

- **Bomba Hidráulica.** En el módulo multiproceso se hará uso de dos (2) bombas hidráulicas, “M1” encargada de impulsar el agua desde el tanque de reserva “TK1” hasta el tanque “TK2” e impulsar el agua que circulará en el condensador del módulo de destilación y en la torre de enfriamiento; y “M2” que impulsará el agua del tanque “TK2” hasta la cámara de destilación “TK6”.
- **Electrobomba autocebante con rodete periférico (Pedrollo PKm 60).** Esta bomba se identifica como “M1” en el módulo y realizará dos (2) funciones en el módulo multiproceso. Inicialmente impulsará el agua en el Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques mientras la torre de enfriamiento se encuentra desactivada y de igual forma impulsará el agua en la Torre de Enfriamiento cuando el Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques no se encuentre en operación. (Ver figuras 61 y 62)

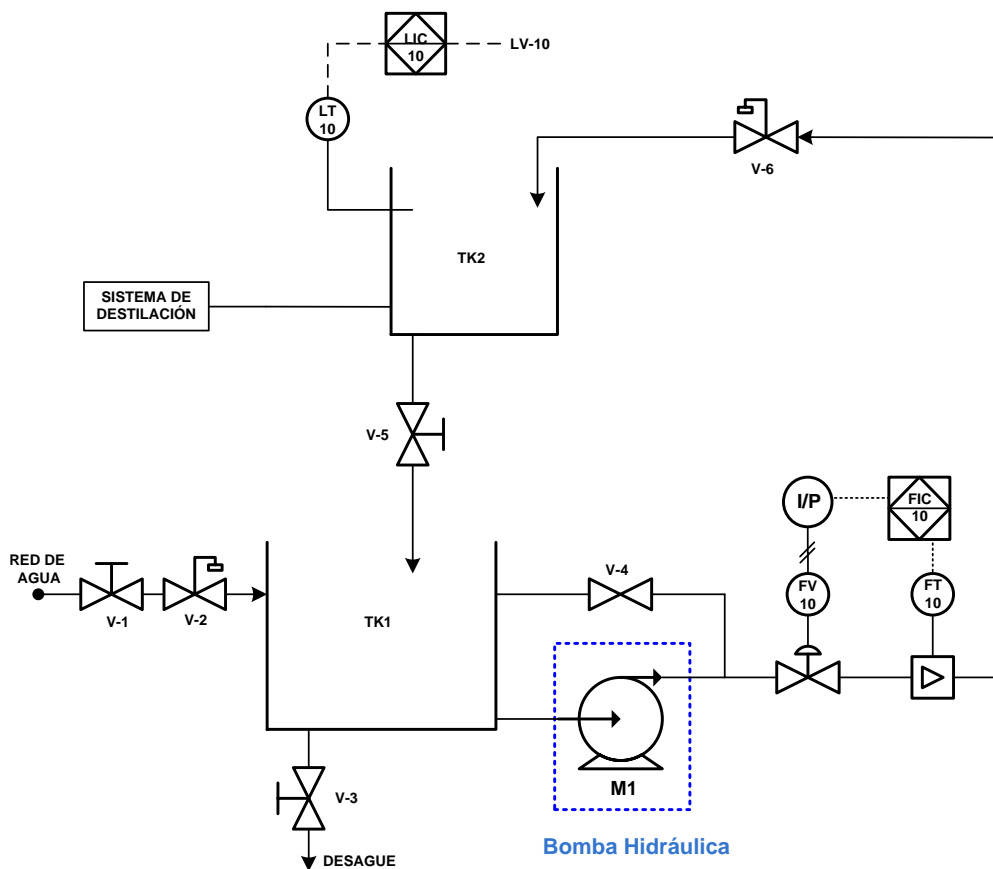


Figura 61. Ubicación de la Bomba “M1” en el Módulo de Nivel [11]

“M1” inicialmente estaba instalada en el Módulo de Nivel del Laboratorio de Control y a razón del buen estado en el que se encuentra y el tiempo de prestación de servicio, se reutilizará para el Módulo Multiproceso.

La electrobomba Pedrollo PKm 60 pertenece a la serie PK, la cual esta constituida por Electrobombas Periféricas, así llamadas porque en la periferia del rodete han sido aplicadas numerosas aspas radiales, que se encargan de ceder energía al fluido bombeado. El apropiado perfil de las aspas confiere al fluido en entrada a la bomba un movimiento veloz de recirculación radial entre las aspas del rodete y la doble ranura situada a ambos lados de éste en el cuerpo bomba. Puesto que cada una de las numerosas aspas contribuye a ceder energía, la presión del fluido aumenta gradualmente, durante su recorrido desde la boca de aspiración a la de impulsión, asegurando por otra parte un flujo regular sin ser

intermitente y, por otra parte, elevadas presiones y curvas particularmente inclinadas. La tipología constructiva, relativamente sencilla de las bombas de la serie PK, exige, sin embargo, una ejecución mecánica particularmente esmerada, con el fin de garantizar la curva característica de la misma. [30]

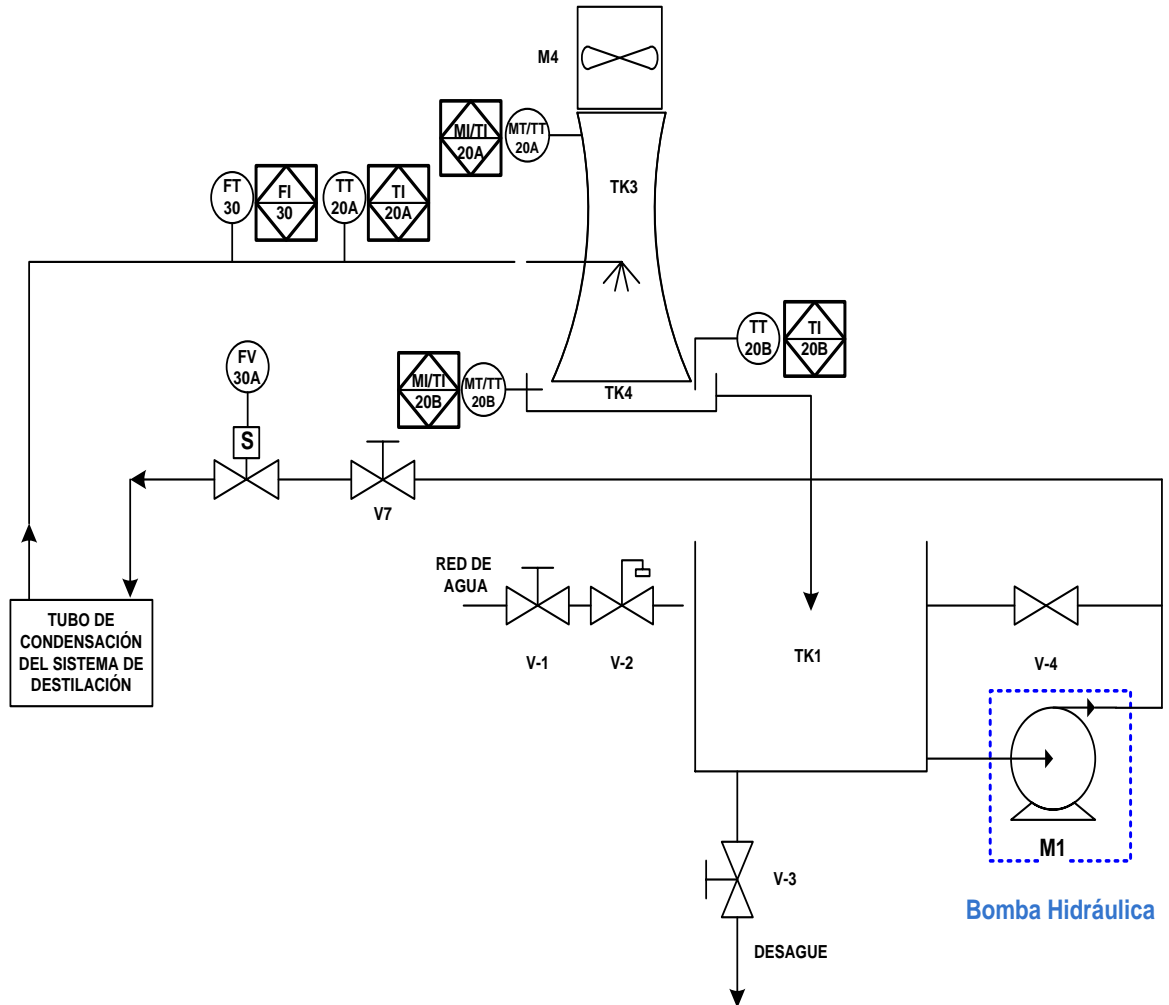


Figura 62. Ubicación de la Bomba “M1” en el Módulo de Refrigeración [11]

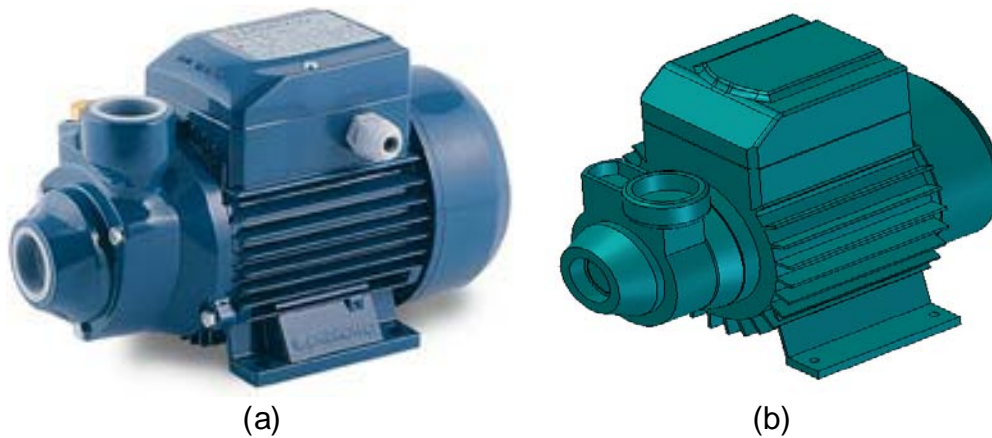


Figura 63. (a) Electrobomba Pedrollo PKm 60 [35], Diseño en Solid Edge

<b>Especificaciones</b>	
Marca	PEDROLLO
Modelo	PKm 60
Procedencia	ITALIA
Potencia	0.50 HP
Succ-Desc	1" x 1"
Caudal (q)	5 – 40 L/min.
Monofásico	110 VAC
Frecuencia	60 Hz.
<b>Campo de Prestaciones</b>	
Caudal	Máx. 50 L/min
Altura Manométrica	Máx. 70m
<b>Limites de Utilización</b>	
Altura de Aspiración Manométrica	Máx. 9 m
Temperatura de Fluido	Máx. +60 °C
Máxima Temperatura Ambiente	Máx. +40 °C
<b>Características de Construcción</b>	
Cuerpo Bomba	Hierro Fundido, con Bocas de Aspiración e Impulsión Rosca ISO 228/1.
Válvula de Retención Tipo Clapet	Incorporada en la Boca de Aspiración.
Soporte Motor (Patente N° 1289150)	Aluminio con Inserto Frontal en Latón. <b>Nota:</b> Reduce las dificultades de arranque causados por el bloqueo del rodete tras largos periodos de inactividad.
Rodete	En Latón con Aspas de Tipo Periféricas

	Radiales.
Eje Motor	Acero Inoxidable EN 10088-3-1.4104.
Sello Mecánico	Cerámica - Grafito-NBR.
Motor Eléctrico	Las bombas están acopladas directamente a un motor eléctrico de marca PEDROLLO expresamente dimensionado, silencioso, cerrado, con ventilación externa, apto para servicio continuo.
PKm.	Monofásico 230 V-50hz con Condensador y Salvomotor Térmico Incorporado en el Protector.

Tabla 29. Información Técnica de la Electrobomba Pedrollo PKm 60 [30]

- Bomba Centrifuga.** Se identifica como “M2” en el Módulo Multiproceso, y se encargará de impulsar el agua proveniente de “TK2” hacia la cámara de destilación “TK6” en el Sistema de Destilación Atmosférica. Esta bomba de Little Giant con número de referencia 2E-38N estará sumergible en el tanque TK2. Cuando finalice el proceso de nivel en tanques, el PLC enviará una señal en alto a la bomba para impulsar el agua de TK2 a TK6, esta señal se mantendrá en alto hasta que se llene el boiler de destilación “TK6”, el boiler de destilación se llena con aproximadamente 1l o menos. Para saber cuando la bomba debe dejar de impulsar agua a TK2, el sensor de nivel en TK2 deberá medir el nivel de agua en descenso de este y enviar la señal al PLC cuando este alcance la altura necesaria que proporcionar 1L para parar la bomba.

Características	Bomba de doble propósito
Modelo	2E-38N
Caballos de Fuerza	¼
Flujo	De 300 GPH a 1´ de la cabeza
Longitud del cable	6”
Voltage	115V
Frecuencia	60Hz
Corriente	1.7 <sup>a</sup>
Potencia	100W

Tabla 30. Información Técnica de la Bomba Centrifuga [31]

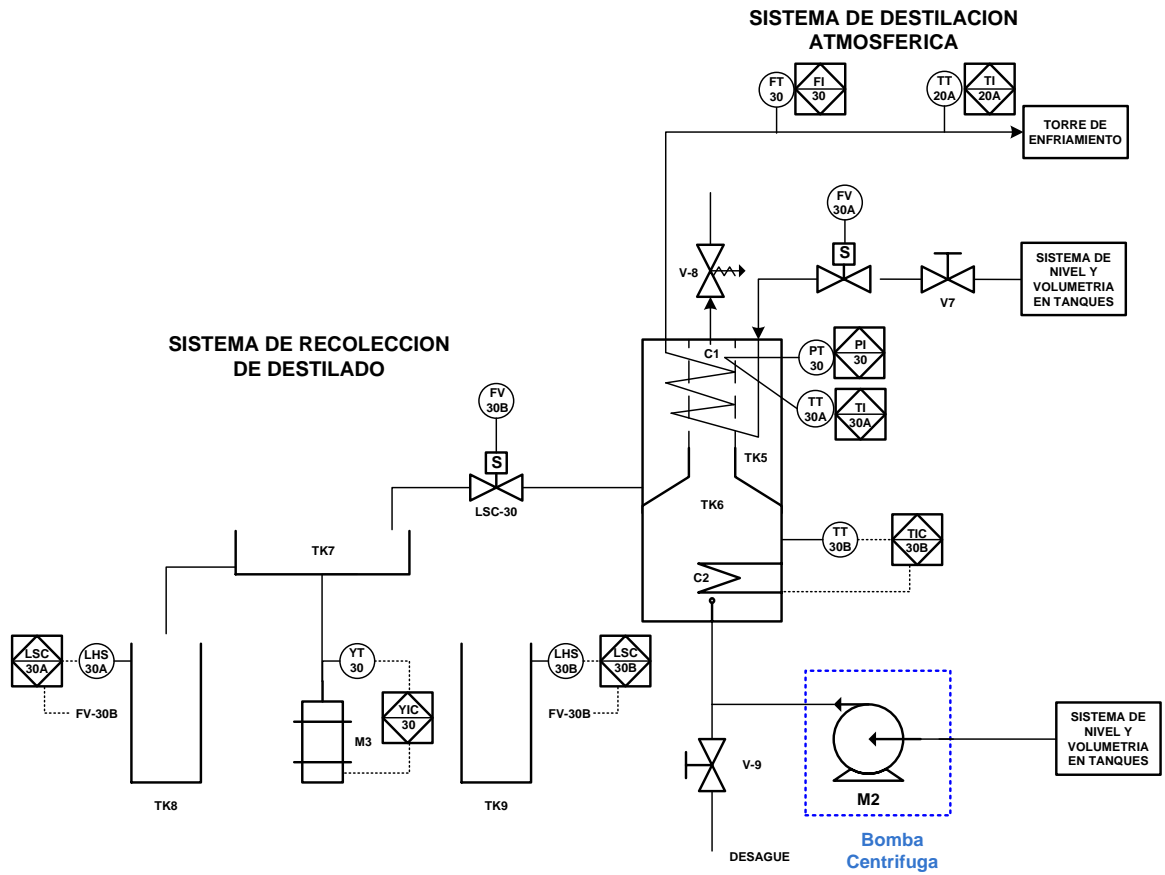


Figura 64. Ubicación de la Bomba Centrífuga en el Módulo de Destilación [11]

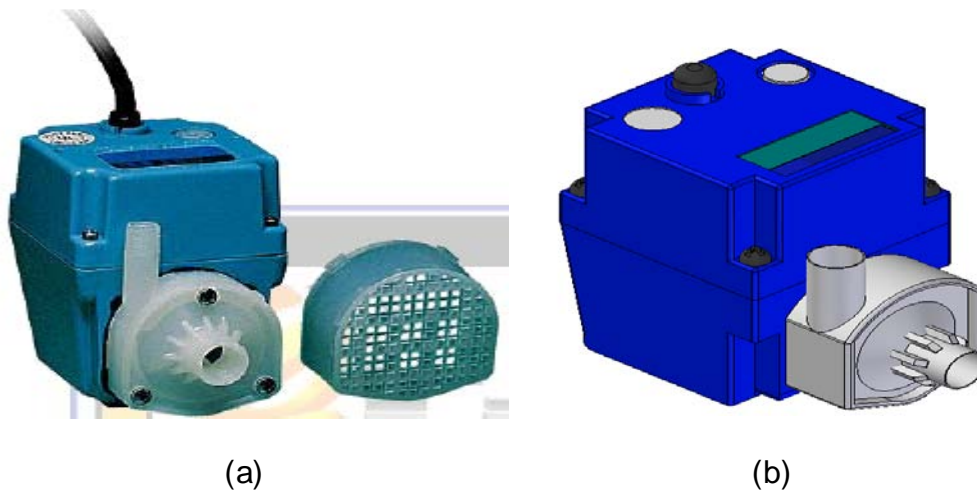


Figura 65. (a) Bomba Centrífuga [31], Diseño en Solid Edge

- **Servomotor.** En el módulo multiproceso y específicamente en el Subsistema de Recolección de Destilado se usará un (1) servomotor identificado como “M3”, que constituirá el actuador del lazo de control de posición. (Ver figura 66)

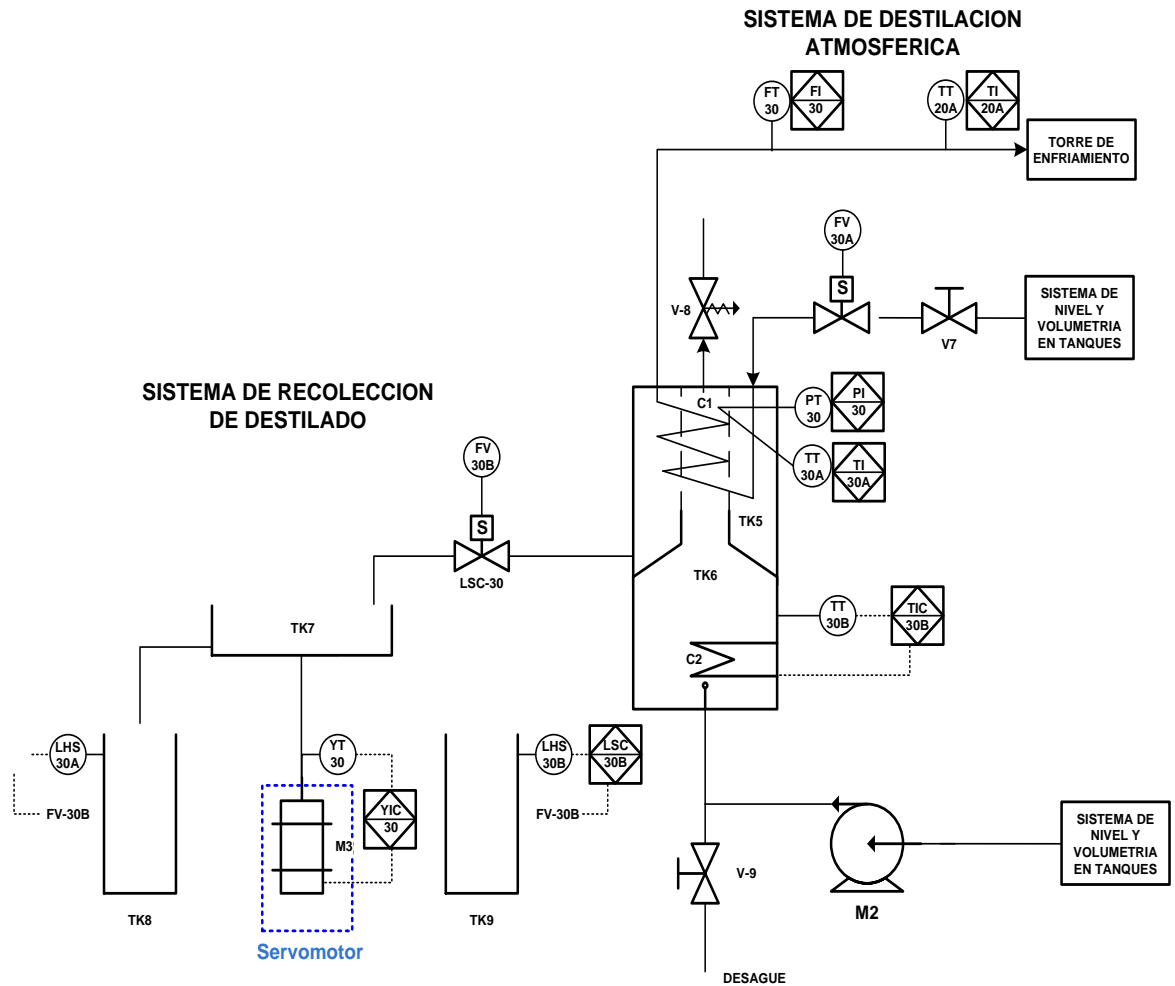


Figura 66. Ubicación del Servomotor en el Lazo de Control de Posición [11]

Al eje del servomotor “M3” se le instalará “TK7”, con el objetivo de posicionarlo en “TK8” y “TK9” y así almacenar el líquido condensado en “TK6”. La posición de “M3” será evaluada por el sensor de aproximación inductivo “YT-30” como parte del lazo de control de posición.

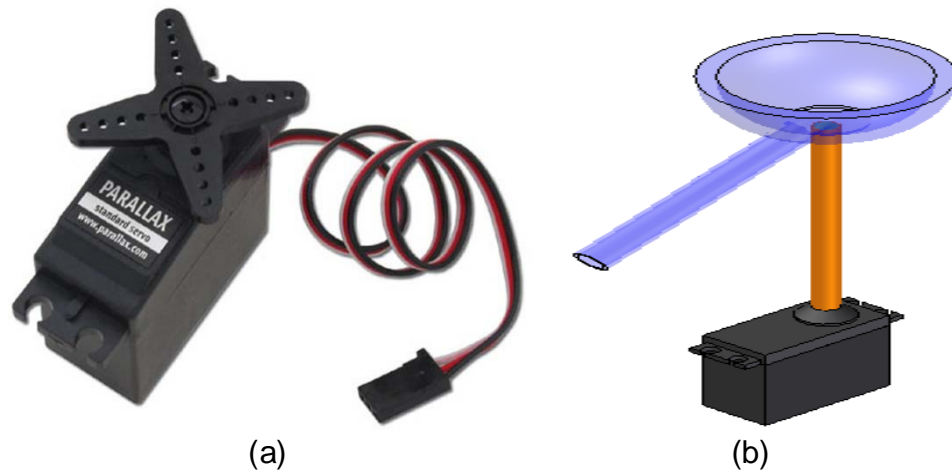


Figura 67. (a) Parallax Standard Servo [37], (b) Diseño de Servomotor con embudo en Solid Edge

Tipo	Parallax Standard Servo
Rango de Tensión	4 – 6 VDC
Velocidad	0 – 180° en 1.5 Segundos Aprox.
Peso	Aprox. 45.0 gr
Torque	3.4 Kg-cm
Tipo de Señal de Salida	PWM TTL o CMOS
Rango de Señal de Salida	3.3 – 5 VDC
Comunicación	Modulación por Ancho de Pulso
Rango de Temperatura	-10 ... +50 °C
Especificación	900-00005
Conexión	Cable de Conexión
Material de Engranajes	POM (Polyacetal)
Corriente Máxima	140 +/- 50 mA a 6VDC sin Carga 15 mA en Estado Estático
Dimensiones (LxWxH)	40.5x20.0x38.0 mm

Tabla 31. Información Técnica del Parallax Standard Servo[32]

- **Extractor de Aire.** En el módulo multiproceso y específicamente en el Sistema de Refrigeración se usará un (1) Ventilador AC Axial Fans Fonsoning, identificado como “M4”. (Ver figura 68)



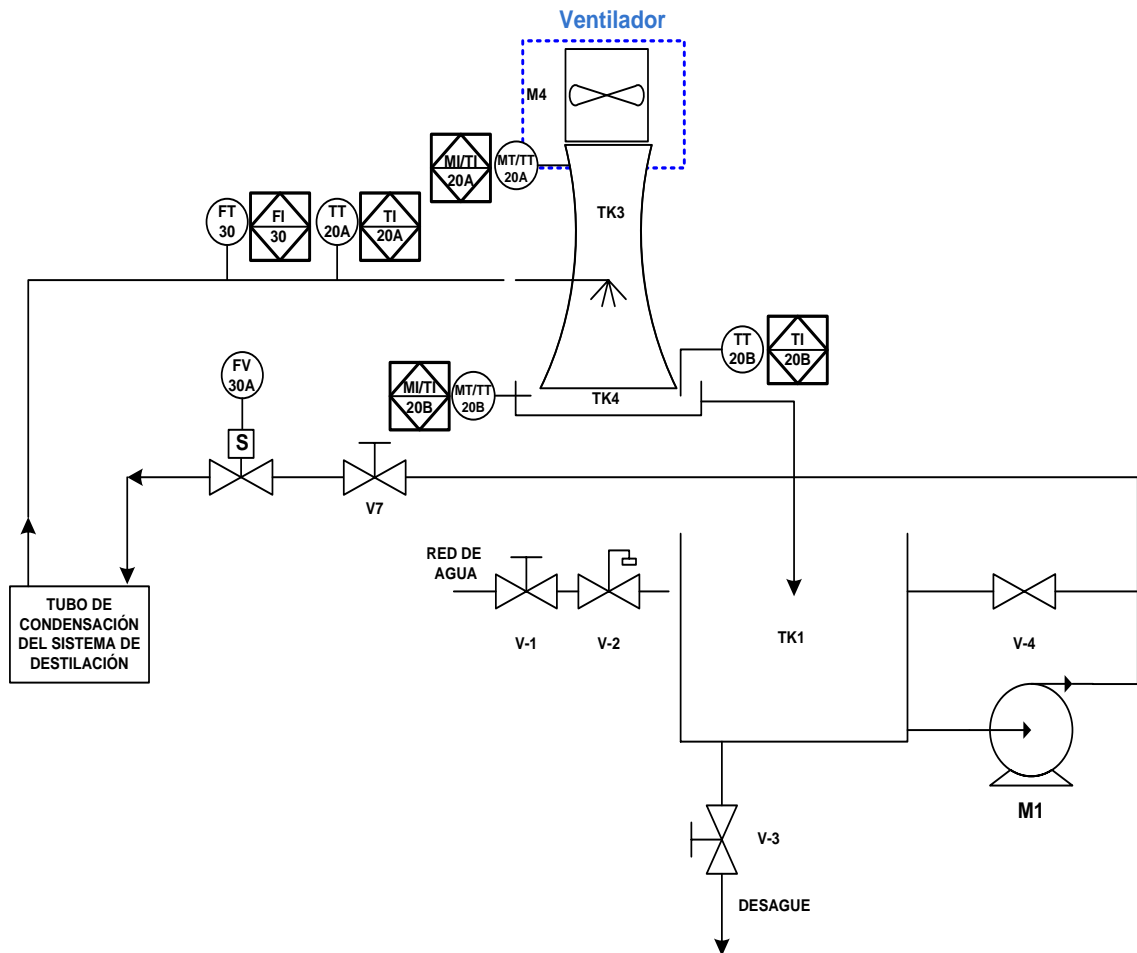


Figura 68. Ubicación del Extractor de Aire en Sistema de Refrigeración [11]

El ventilador “M4” suministrará el aire a la torre de enfriamiento, el cual garantizará el enfriamiento del líquido utilizado en el Sistema de Destilación. El líquido enfriado será almacenado en “TK4” y de allí se enviará a “TK1” con el fin de reutilizar el agua utilizada en los tres (3) Sistemas del Módulo Multiproceso. Finalmente, la selección de “M4” se realizó evaluando los requerimientos especificados para la Torre de Enfriamiento, tales como la potencia y el flujo de aire generado.

El Ventilador AC Axial Fans Fonsoning “M4” se instalará en la parte superior de la Torre de Enfriamiento a través de un acople que garantizará el flujo de aire requerido y a su vez su adecuada implementación. (Ver figura 78)

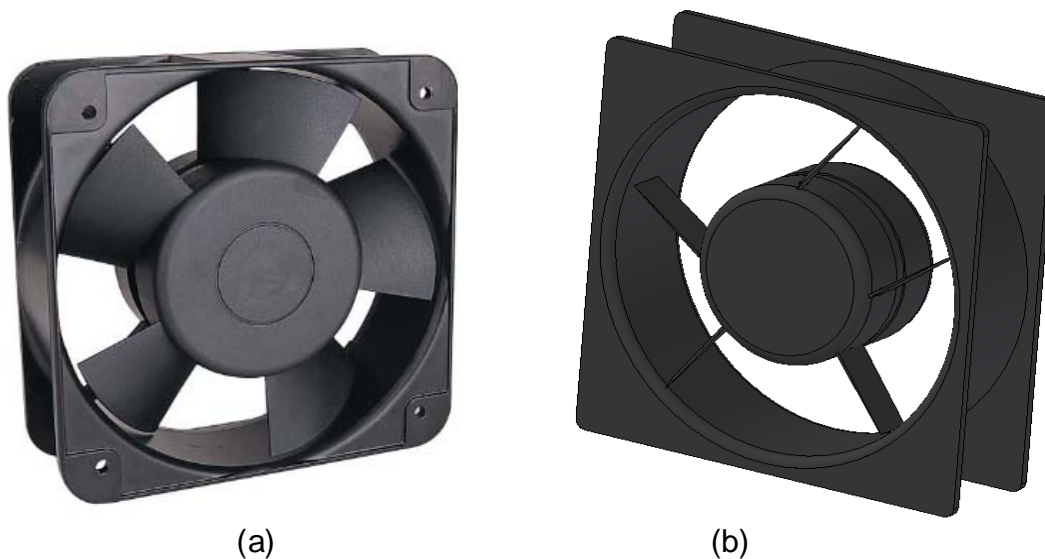


Figura 69. (a) Ventilador AC Axial Fans Fonsoning [33], (b) Diseño en Solid Edge

Tipo	AC Axial Fans
Tensión	110 VAC
Frecuencia de Operación	50/60 Hz
Corriente	0.45/0.40 A
Potencia	35/32 W
Peso	Aprox. 1000 gr
Velocidad Nominal	2700/3000 RPM
Flujo de Aire	350/400 CFM
Ruido	56/61 dBA
Modelo	FSY18060HA1
Especificación	FSY18060HA1BL(T)
Material	Aluminio Pintado y Plástico UL94V-0
Impulsor	Rodamiento de Bola y Mango de Soporte
Sistema de Soporte	Bola
Dimensiones	180X180X60 mm

Tabla 32. Información Técnica del Ventilador Fonsoning [33]

- **Resistencia Calefactora.** En el módulo multiproceso y específicamente en el Sistema de Destilación Atmosférica se utilizará una (1) Resistencia Calefactora, identificado como “C2” y será elaborada en Resistencias

Santander mediante las especificaciones que se muestran en la tabla 31. (Ver figura 70)

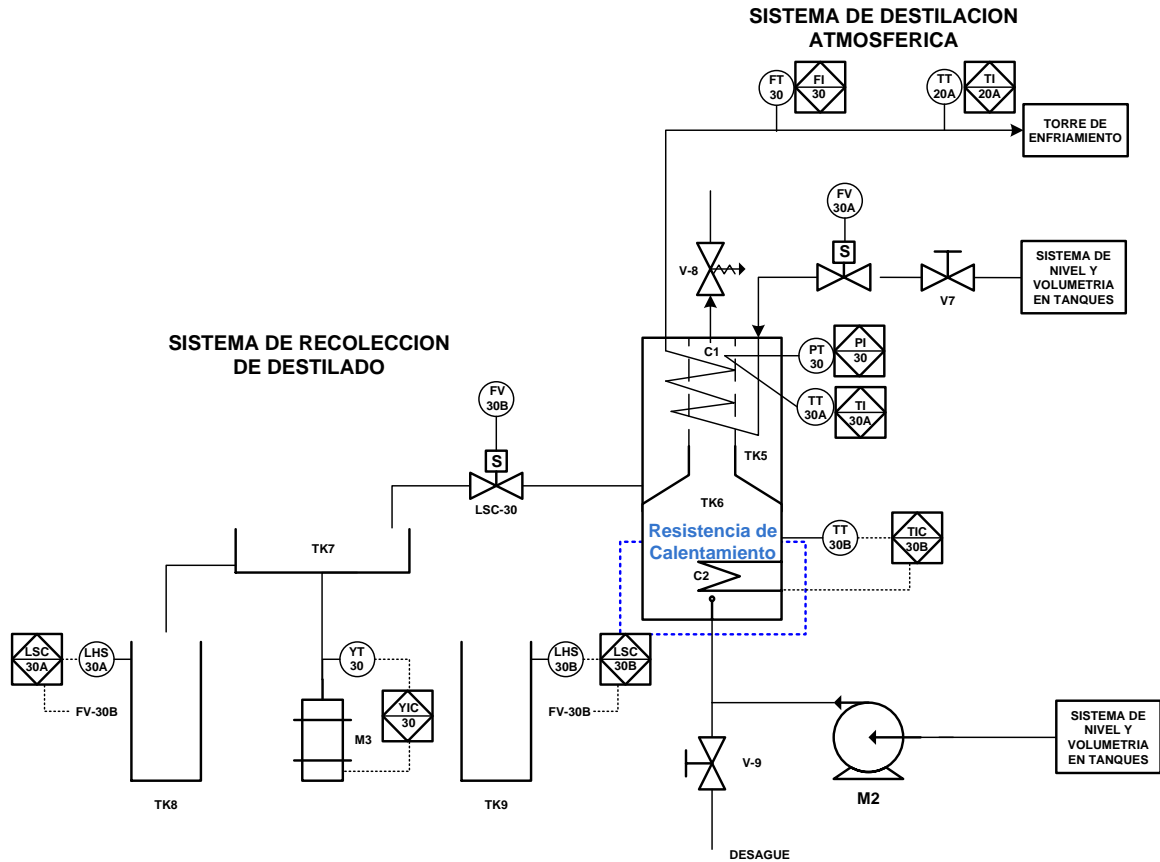


Figura 70. Ubicación de la Resistencia calefactora en Sistema de Destilación [11]

Características	
Tensión	115 VAC
Potencia	500 W
Profundidad de Inmersión	Aprox. 2 ¼"
Área de Calentamiento	8 ¾" L
Rango de Temperatura	+25 – 100 °C
Material	Acero Inoxidable
Estilo de Calentador	Plano

Tabla 33. Información Técnica de la Resistencia Calefactora [34]

“C2” se encargará de calentar el agua que ingresa a “TK6” en el proceso de destilación. La resistencia calefactora es un elemento calentador construido en acero inoxidable diseñado para inmersión en líquido y se ubicará en “TK6” con el fin de calentar el agua que ingresa al Sistema de Destilación Atmosférica. (Ver figura 71)

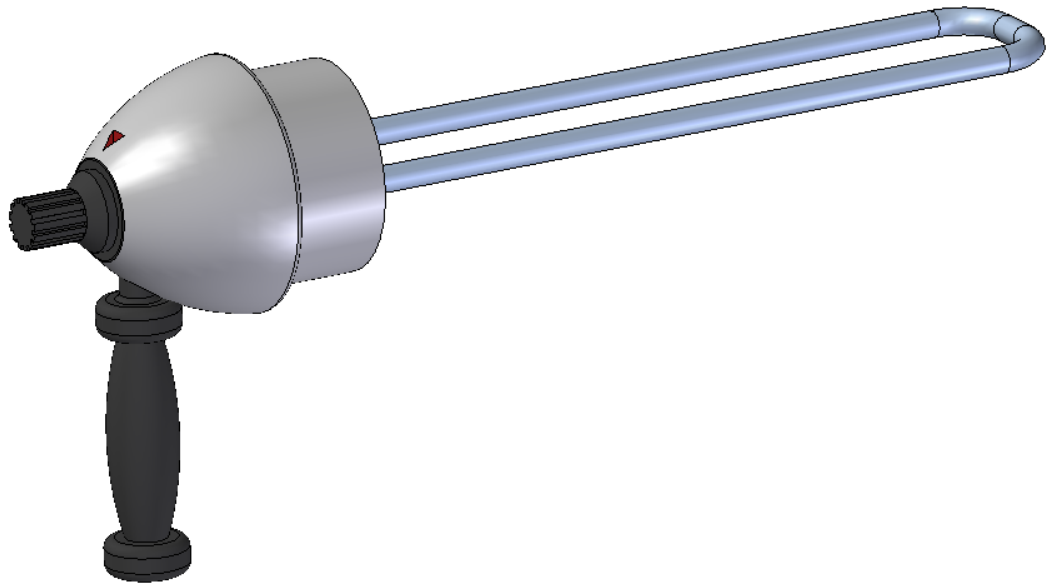


Figura 71. Diseño en Solid Edge de la Resistencia Calefactora [34]

Por otra parte, la instrumentación en el Módulo Multiproceso requiere implementar una serie de válvulas tipo flotador, manuales y de alivio de presión, las cuales se utilizarán para mantenimiento y regulación del flujo y el nivel en los Sistemas de Nivel y Volumetría en Tanques, Destilación y de Refrigeración. (Ver Tabla 38)

## INVENTARIO DE VALVULAS DEL MÓDULO MULTIPROCESO

### SISTEMA DE NIVEL Y VOLUMETRIA EN TANQUES

Ítem	Nombre	Identificación	Tipo	Tubería	Especificación
1	Válvula de Ingreso	V-1	Manual	1"	Válvula de Bola Material: Acero Inoxidable y Latón Niquelado Rango de Temperatura: -25 – +150 °C Presión Máxima: 40 Kg/cm2 Conexión a Tubería: 1"
2	Válvula de Nivel 1	V-2	Flotador	1"	Válvula Flotadora Tipo HKPF - Serie 330 Modelo: HKVF 025 Conexión: 1" NPT Tipo: Palanca Simple
3	Válvula de Desagüe 1	V-3	Manual	1"	Válvula de Bola Material: Acero Inoxidable y Latón Niquelado Rango de Temperatura: -25 – +150 °C Presión Máxima: 40 Kg/cm2 Conexión a Tubería: 1"
4	Válvula de Seguridad	V-4	Alivio para Agua	1"	Válvula de Alivio para Agua (HNVA) Serie 50 Material: Bronce Temp. Máxima de Trabajo: 120 °C Rosca Conexión Hembra ¾" x 14 h - NPT Rosca Conexión Macho ½" x 14 h - NPT Entrada y Salida ½"
5	Válvula de Desagüe 2	V-5	Manual	1"	Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas 2014 Vástago Inexpulsable Presión Máxima 63 Kg/cm2 Temperatura de Trabajo: -25 - +180 °C Sistema de Bloqueo

6	Válvula de Nivel 2	V-6	Flotador	1"	Válvula Flotadora Tipo HKPF - Serie 330 Modelo: HKVF 025 Conexión: 1" NPT Tipo: Palanca Simple
<b>SISTEMA DE DESTILACIÓN ATMOSFERICA</b>					
7	Válvula de Regulación	V-7	Manual	½"	Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas Especificación: 2014 Material: Acero Inoxidable AISI 316 (CF8M) Rango de Temperatura: -25 – +180 °C Conexión: ½" NPT
8	Válvula de Alivio	V-8	Alivio de Presión	¼"	Válvula Integral de Bloqueo y Purga Modelo VI525 Material: Acero Inoxidable Conexión de Entrada: ¼" NPT M Conexión de Salida: ¼" NPT
9	Válvula de Desagüe 3	V-9	Manual	¼"	Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas 2014 Material Acero Inoxidable AISI 316 (CF8M) Vástago Inexpulsable Presión Máxima 63 Kg/cm2 Temperatura de Trabajo: -25 - +180 °C Conexión ¼" NPT Sistema de Bloqueo

Tabla 34. Inventario de Válvulas del Módulo Multiproceso [11]

### e. Válvulas manuales.

- **Válvula de ingreso.** En el Sistema de Nivel y Volumetría del Módulo Multiproceso se utilizará la Válvula de Bola Itap identificada como “V-1”. (Ver figura 81)

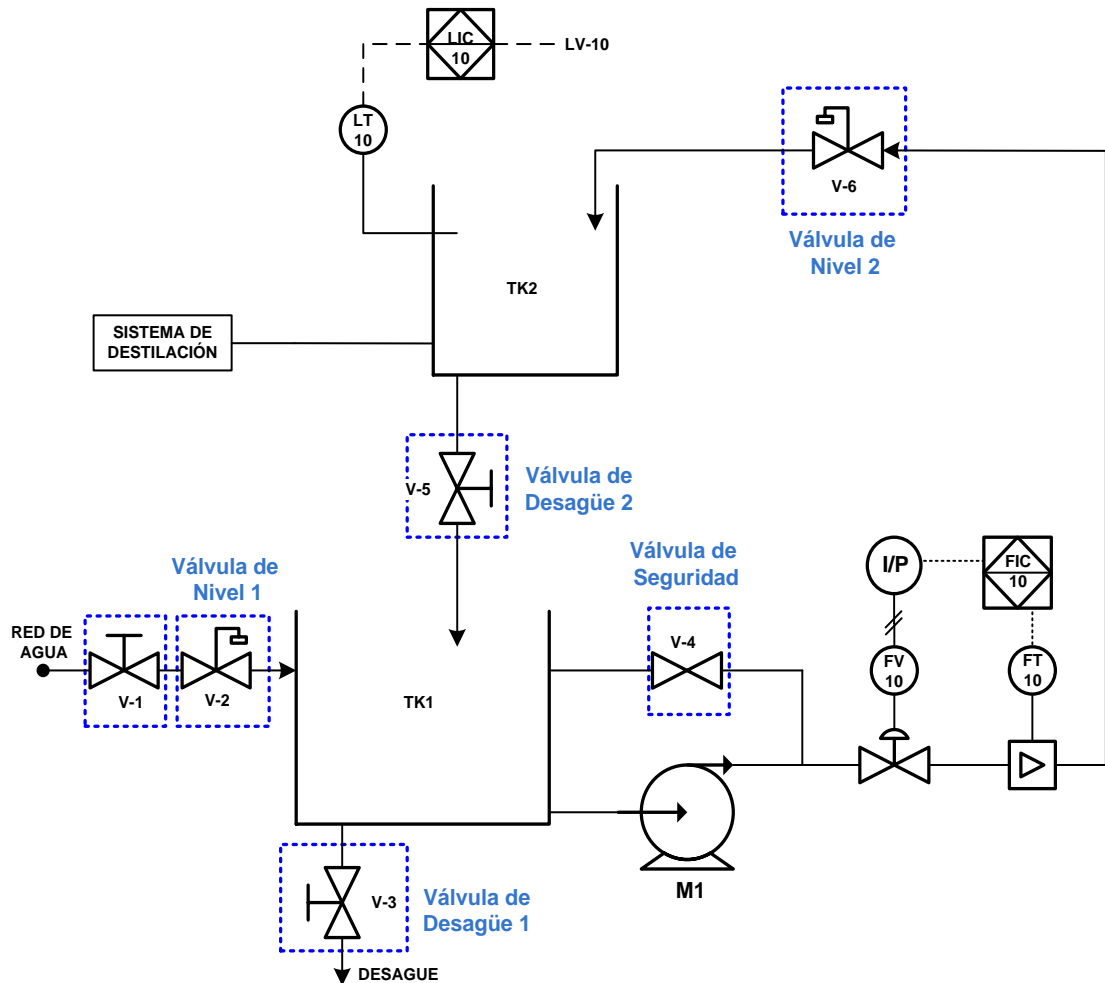
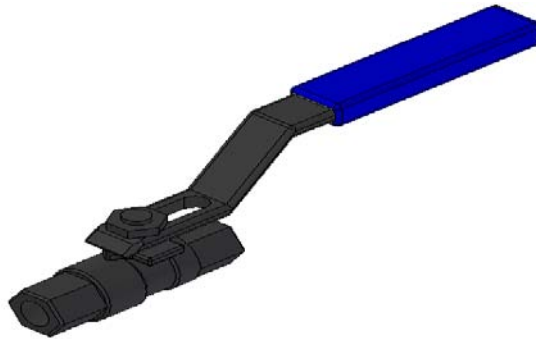


Figura 72. Ubicación de Válvulas en el Sistema de Nivel y Volumetría [11]

A través de la válvula de bola, el operador establecerá manualmente el ingreso del agua a “TK1” en el Sistema de Nivel y Volumetría. Este accionamiento manual será el punto de partida de la operación del Módulo Multiproceso y por consiguiente “V-1” permanecerá abierta mientras los sistemas del módulo estén operando, lo que implicará la implementación de otra válvula que regulen el nivel de “TK1”. (Ver figura 73)



(a)



(b)

Figura 73. (a) Válvula de Ingreso [11]

Tipo	Válvula de Bola
Material	Acero Inoxidable y Latón Niquelado
Extremos Roscados	ISO7/1 RP Paralela (Equivalente a DIN EN 10226-1 and BS21)
Rango de Temperatura	-25 – +150 °C
Presión Máxima	40 Kg/cm <sup>2</sup>
Conexión a Tubería	1"
Fabricante	ITALY

Tabla 35. Especificaciones de la Válvula de Ingreso Itap [35]

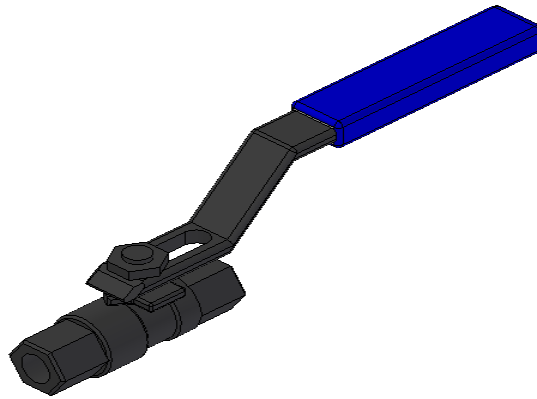
- **Válvula de desagüe 1.** En el Sistema de Nivel y Volumetría del Módulo Multiproceso se utilizará la Válvula de Bola Itap, identificada como "V-3". (Ver figura 73)



La válvula de bola, se utilizara para realizar de forma manual el mantenimiento de “TK1”. En la sección inferior de “TK1” se instalará una tubería que se conectará a “V-3” para permitir la salida del agua contenida en “TK1”. Al iniciar la operación del Sistema de Nivel y Volumetría se encontrará cerrada. (Ver figura 74)



(a)



(b)

Figura 74. (a) Válvula de Desagüe 1 [11], (b) Diseño en Solid Edge

Tipo	Válvula de Bola
Material	Acero Inoxidable y Latón Niquelado
Extremos Roscados	ISO7/1 RP Paralela (Equivalente a DIN EN 10226-1 and BS21)
Rango de Temperatura	-25 – +150 °C
Presión Máxima	40 Kg/cm <sup>2</sup>
Conexión a Tubería	1"
Fabricante	ITALY

Tabla 36. Especificaciones de la Válvula de Ingreso Itap [35]

- **Válvula de desagüe 2.** En el Sistema de Nivel y Volumetría del Módulo Multiproceso se utilizara la Válvula de Esfera Paso Total de Dos (2) Piezas Inoxidable 2014 Marca Genebre, identificada como “V-5”. (Ver figura 74)

La válvula de esfera paso total de dos (2) piezas inoxidable 2014, se utilizara para realizar de forma manual el mantenimiento de “TK2”. En la sección inferior de “TK2” se instalará una tubería que se conectará a “V-5” para permitir la salida del agua contenida en “TK2”. Al iniciar la operación del Sistema de Nivel y Volumetría se encontrará cerrada. (Ver figura 75)

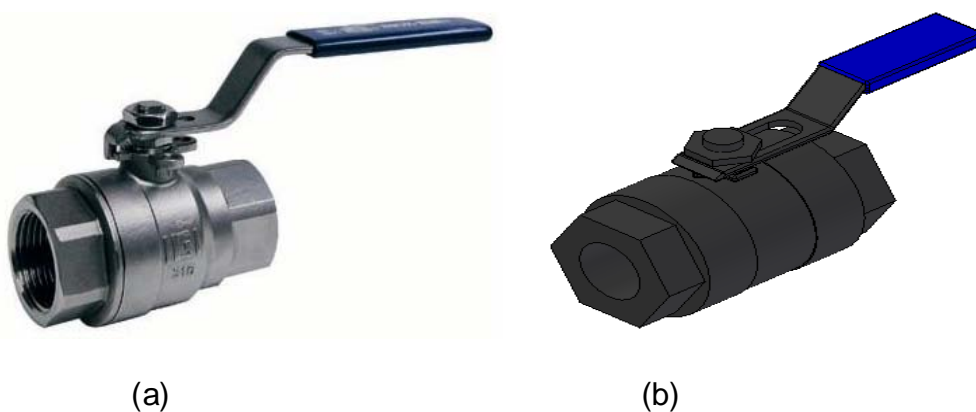


Figura 75. (a) Válvula de Esfera Paso Total [36], (b) Diseño en Solid Edge

<b>Tipo</b>	<b>Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas</b>
Material	Acero Inoxidable AISI 316 (CF8M)
Asientos	PTFE + 15 % F.V
Extremos Roscados	DIN 2999 Std
Rango de Temperatura	-25 – +180 °C
Presión Máxima	63 Kg/cm2
Juntas del Eje	PTFE
Conexión	1" NPT
Fabricante	Genebre
Especificación	2014

Tabla 37. Especificaciones de la Válvula de Esfera 2014 Genebre [35]

- Válvula de desagüe 3.** En el Sistema de Destilación Atmosférica del Módulo Multiproceso se utilizara la Válvula de Esfera Paso Total de Dos (2) Piezas Inoxidable 2014 Marca Genebre, identificada como “V-9”. (Ver figura 76)

La válvula de esfera paso total de dos (2) piezas inoxidable 2014, se utilizara para realizar de forma manual el mantenimiento de “TK6”. En la sección inferior de “TK6” se instalará una tubería que se conectará a “V-9” para permitir la salida del agua contenida en “TK6”. Al iniciar la operación del Sistema de Destilación Atmosférica se encontrará cerrada.

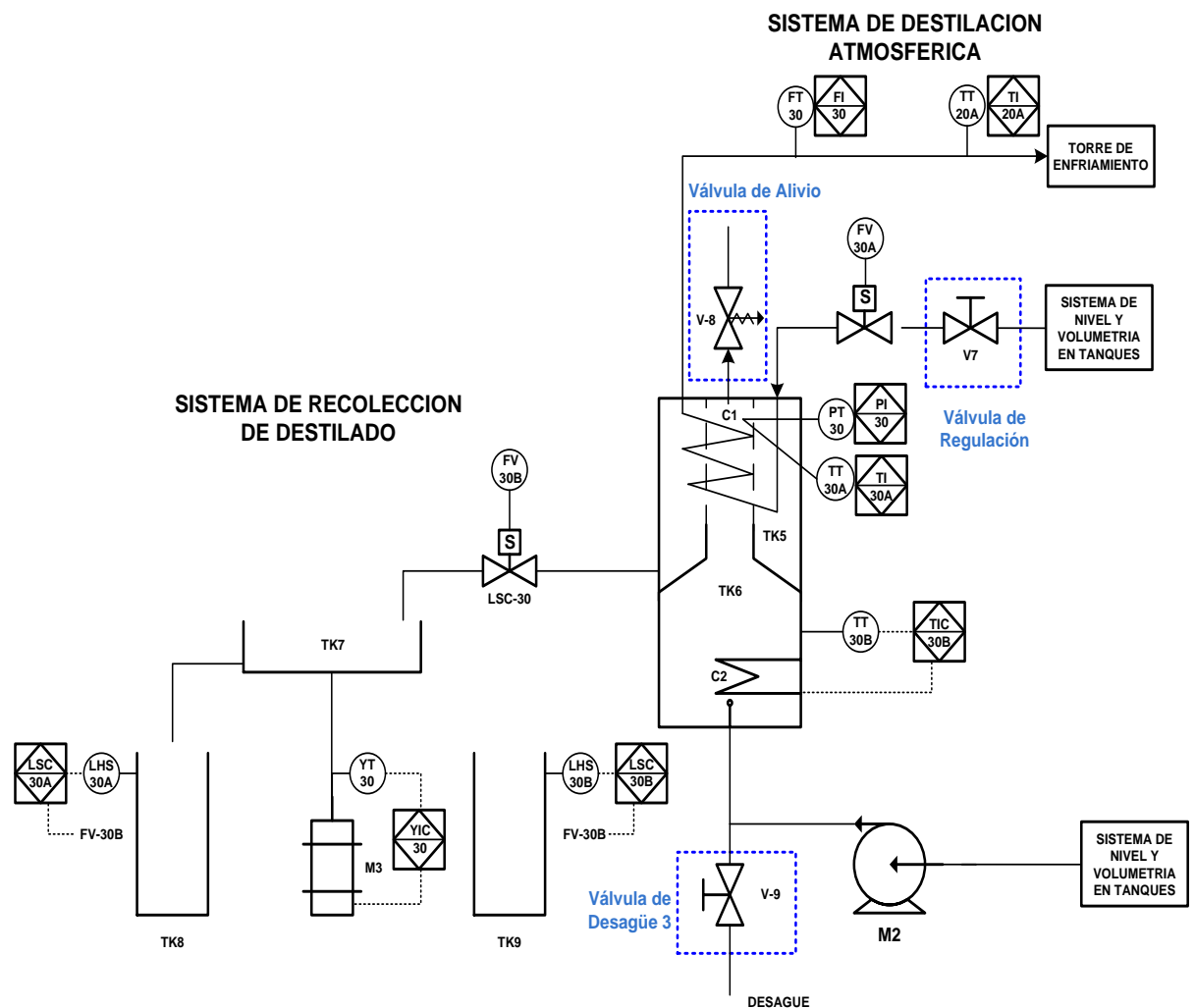


Figura .76 Ubicación de Válvulas en el Sistema de Destilación Atmosférica [11]

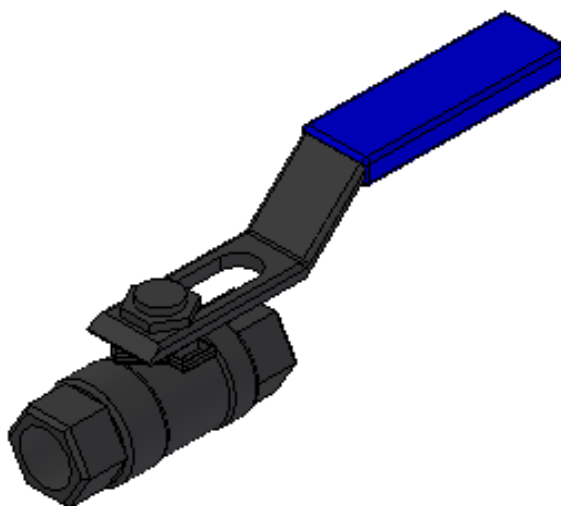


Figura 77. Diseño en Solid Edge de la Válvula de desagüe

Tipo	Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas
Material	Acero Inoxidable AISI 316 (CF8M)
Asientos	PTFE + 15 % F.V
Extremos Roscados	DIN 2999 Std
Rango de Temperatura	-25 – +180 °C
Presión Máxima	63 Kg/cm <sup>2</sup>
Juntas del Eje	PTFE
Conexión	¼" NPT
Fabricante	Genebre
Especificación	2014

Tabla 38. Especificaciones de la Válvula de Esfera 2014 Genebre de ¼" [36]

- Válvula de regulación.** En el Sistema de Destilación Atmosférica del Módulo Multiproceso se utilizara la Válvula de Esfera Paso Total de Dos (2) Piezas Inoxidable 2014 Marca Genebre, identificada como "V-7". (Ver figura 86)  
 La válvula de esfera pasó total de dos (2) piezas inoxidable 2014, se utilizará para regular el flujo de agua de "TK1" al condensador en espiral "C1", a través del cual se realizará el proceso de condensación en la cámara de proceso. (Ver figura 76)

Tipo	Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas
Material	Acero Inoxidable AISI 316 (CF8M)
Asientos	PTFE + 15 % F.V
Extremos Roscados	DIN 2999 Std
Rango de Temperatura	-25 – +180 °C
Presión Máxima	63 Kg/cm2
Juntas del Eje	PTFE
Conexión	½" NPT
Fabricante	Genebre
Especificación	2014

Tabla 39. Especificaciones de la Válvula de Esfera 2014 Genebre de ½" [36]

- f. **Válvulas tipo flotador.** En el Sistema de Nivel y Volumetría del Módulo Multiproceso se utilizarán dos (2) Válvulas Flotadoras Tipo HKPF - Serie 330, identificada como "V-2" y "V-6". (Ver figura 73)

Las válvulas flotadoras tipo HKPF - serie 330, "V-2" y "V-6" se utilizarán para regular el nivel máximo de "TK1" y "TK2", respectivamente; con el fin de evitar que se supere la capacidad de estos tanques. Se instalarán en serie con la tubería que transporta el agua a "TK1" y "TK2". (Ver figura 79)

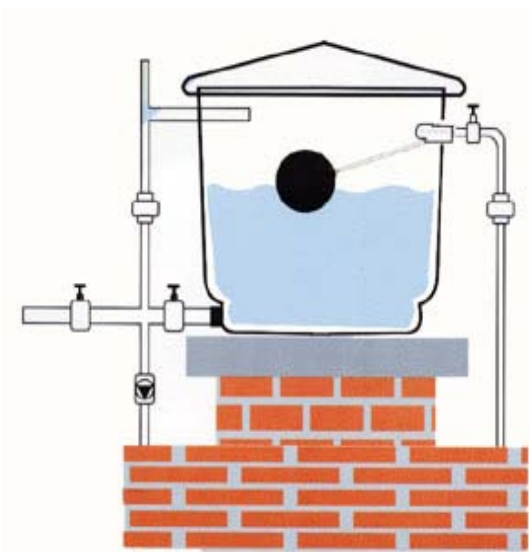
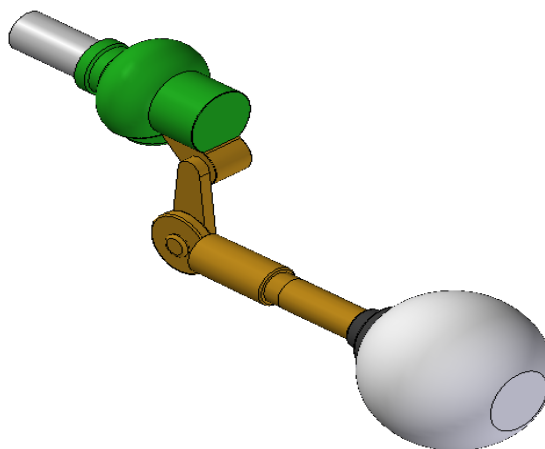


Figura 78. Instalación Típica de una Válvula Flotadora [37]



(a)



(b)

Figura 79. (a) Válvula Flotadora Tipo HKPF - Serie 330 [43], (b) Diseño en Solid Edge

Tipo	Válvulas Flotadoras Tipo HKPF Serie 330
Modelo	HKVF 025 Palanca Simple
Material	Bronce
Bola	Cobre
Varilla	Latón
Presión de Trabajo	125 psi
Conexión	1" NPT
Orificio de Cierre del Pistón	0.56"
Longitud del Brazo	330 mm
Fabricante	HELBERT

Tabla 40. Especificaciones de la Válvulas Flotadoras Tipo HKPF - Serie 330 [38]

**g. Válvula de alivio.** En el Sistema de Destilación Atmosférica del Módulo Multiproceso se utilizará una (1) Válvula Integral de Bloqueo y Purga Modelo VI525, identificada como “V-8”.

La válvula integral de bloqueo y purga modelo VI525, “V-8” se encargara de controlar la presión en el interior de la cámara de destilación “TK6”, de modo que si se alcanzará una presión establecida en el mecanismo de la válvula, que estará en rango de 6 a 13 bar, automáticamente la válvula se abrirá para liberar el vapor y se cerrará al alcanzarse un valor que este por abajo de la presión ajustada. Esta presión se establecerá de acuerdo al comportamiento del sistema de destilación y las características físicas de la cámara de destilación “TK6”. (Ver figura 80)

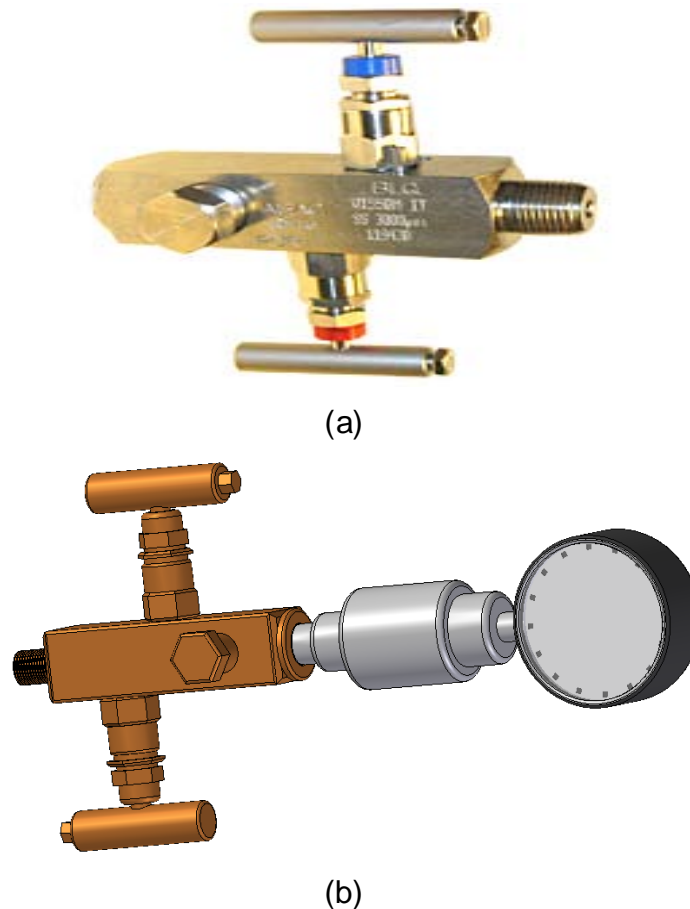


Figura 80. (a) Válvula Integral de Bloqueo y Purga [39], (b) Diseño en Solid Edge

<b>Tipo</b>	<b>Válvula Integral de Bloqueo y Purga</b>
Modelo	VI525
Material	Acero Inoxidable
Conexión de Entrada	¼" NPT M
Conexión de Salida	¼" NPT
Purga	1/8" NPT
Fabricante	ABAC

Tabla 41. Especificaciones de la Válvula Integral de Bloqueo y Purga Modelo [40]

La válvula integral VI525 provee un método seguro y simple para la instalación de manómetros, presostatos, transmisores e indicadores de presión. En el módulo multiproceso se le instalará "V-8" un manómetro para evaluar la presión de la cámara de destilación "TK6". (Ver figura 80)

Esta válvula combina en un solo conjunto los efectos de bloqueo y purga, indispensables para el correcto montaje de este tipo de instrumentos. En operación normal, el bloqueo permanece abierto, y la purga o ecualización, cerrada. Para desmontar el instrumento o verificar el cero, se cierra el bloqueo y se despresuriza con la purga. [40]

- h. Válvula de seguridad.** En el Sistema de Nivel y Volumetría del Módulo Multiproceso se utilizara la Válvula de Alivio para Agua sin Palanca (HNVA) Serie 50 Marca Helbert, identificada como "V-4".

La válvula de alivio para agua (HNVA) serie 50, se encargará de aliviar la presión generada en la tubería que conecta a "TK1" con "TK2" por el cierre de la válvula electroneumática "FV-10", protegiendo a su vez a "M1 y retornando el agua a "TK1". Al superarse el límite seleccionado para la válvula está se abrirá y se volverá a cerrar cuando la presión caiga por debajo del límite, brindando seguridad al sistema. Esta válvula se reutilizara del Módulo de Nivel del Laboratorio de Control.





Figura 81. Válvula de Alivio de Agua sin Palanca en el Módulo de Nivel [11]

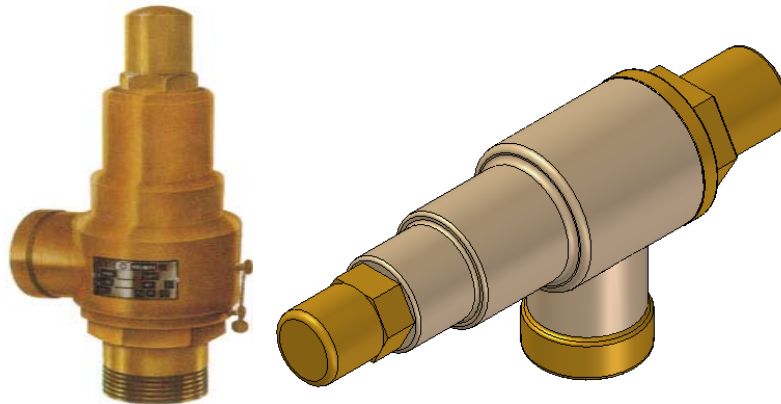


Figura 82. Válvula de Alivio de Agua sin Palanca Helbert [41]

<b>Tipo</b>	<b>Válvula de Alivio para Agua (HNVA) Serie 50</b>
Modelo	HNVA 012
Material	Bronce
Longitud Conexión	35 mm
Rosca Conexión Hembra	$\frac{3}{4}$ " x 14 h – NPT
Rosca Conexión Macho	$\frac{1}{2}$ " x 14 h – NPT
Presión Mínima	30 psi
Presión Máxima	150 psi
Entrada y Salida	$\frac{1}{2}$ "
Peso Total	680 gr
Conexión	Rosca NPT
Temp. Máxima de Trabajo	120 °C
Fabricante	HELBERT

Tabla 42. Especificaciones de la Válvulas Flotadoras Tipo HKPF - Serie 330 [37]

### **3.3.2. Equipos de Acondicionamiento.**

En el Módulo Multiproceso se implementará un sistema de acondicionamiento basado en relés de estado sólido y relés electromagnéticos con el fin de accionar los elementos finales de control y a su vez proteger y aislar el sistema de control con el de potencia, permitiendo operar elementos de potencia con señales de control en voltaje.

El funcionamiento de un relé electromagnético se basa en la excitación de una bobina que magnetiza a un núcleo de hierro y éste a su vez atrae una armadura móvil a la cual van unidos los contactos. La bobina del relé puede ser controlada por el suministro de un bajo voltaje y corriente en AC o DC para así poder controlar un circuito de alto voltaje y elevada corriente.

Un relé de estado sólido se basa es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido (por ejemplo un transistor o un tiristor) en este caso un diodo emisor de luz, en lugar de contactos mecánicos (como los de los relés normales), para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control de bajo nivel.

En el Sistema de Acondicionamiento de señal se utilizarán 3 relés electromagnéticos para el control de las válvulas solenoides y el servomotor identificados como "FV-30A", "Fv-30B" y "M3". La alimentación de la bobina del relé electromagnético es controlada por la CPU 224 a través de sus salidas digitales de 24VDC. Cuando la bobina es energizada, los contactos normalmente abiertos (N.O) conmutan cerrando el circuito de potencia que alimentará la bobina de las válvulas solenoides activándolas. En la Figura 92 se muestra la instalación del relé electromagnético para la válvula solenoide y en la figura 93 se muestra el diseño en Solid Edge de un relé electromagnético.

A su vez se implementarán 4 relés de estado sólido para los elementos finales de control de elevado consumo de potencia como: la resistencia calefactora, el extractor de aire, la motobomba y la bomba centrífuga. El control de estos relés será efectuado por las salidas digitales de la CPU224. Al activarse la salida digital del PLC, se encenderá el diodo emisor de luz del relé, activando el circuito electrónico optoacoplado que dará paso a la conmutación y a la alimentación del elemento final de control. En la figura 94 se muestra la instalación del relé de estado sólido para la motobomba y en la figura 95 se muestra el diseño en Solid Edge de un relé de estado sólido [42] [43].

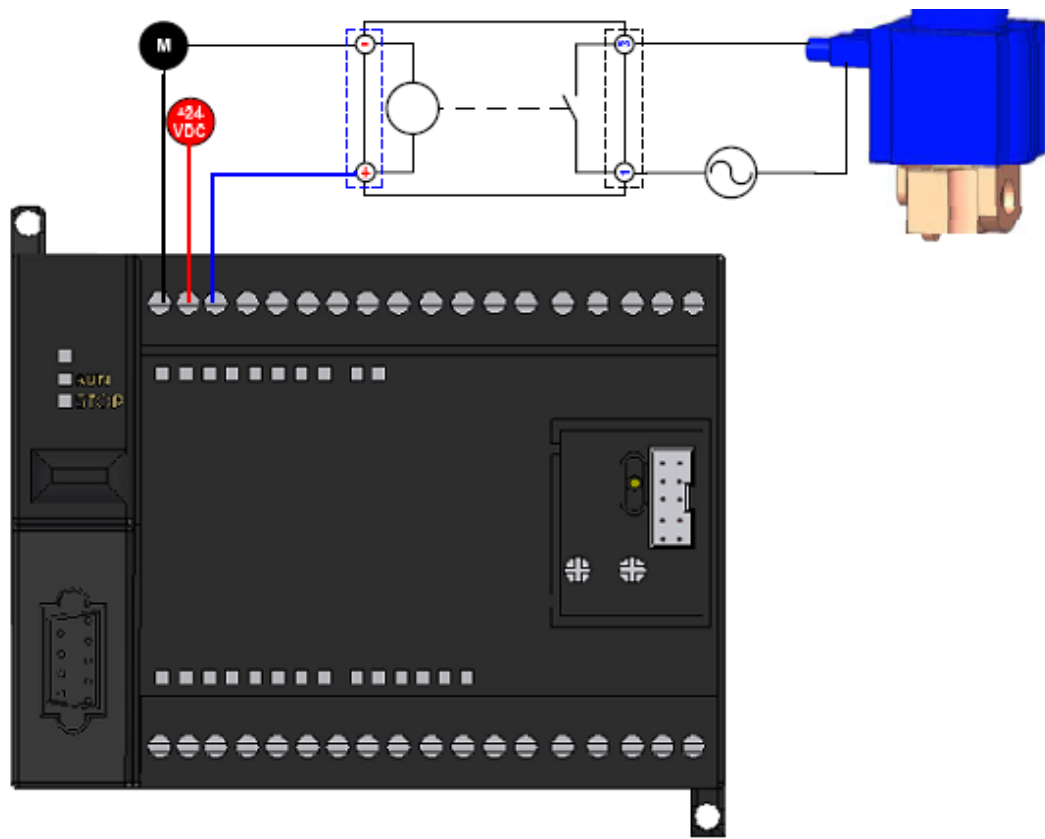


Figura 83. Instalación del Relé Electromagnético para la Válvula Solenoide [11]

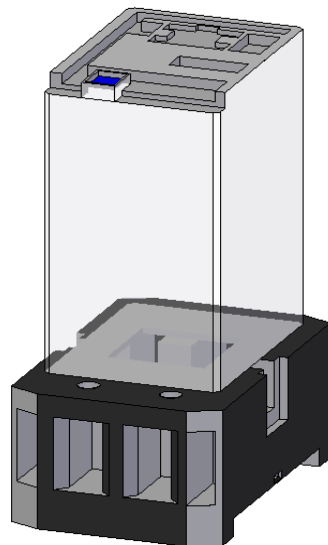


Figura 84. Diseño en Solid Edge de un relé electromagnético [11]

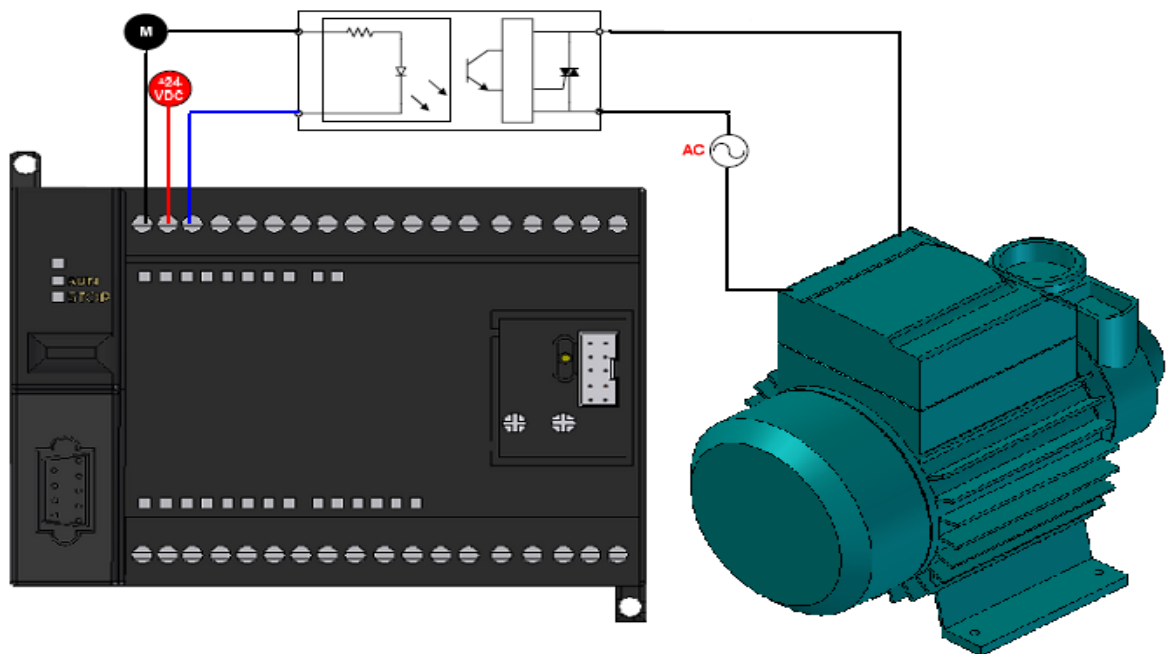


Figura 86. Instalación del Relé de Estado Sólido para la Motobomba [11]

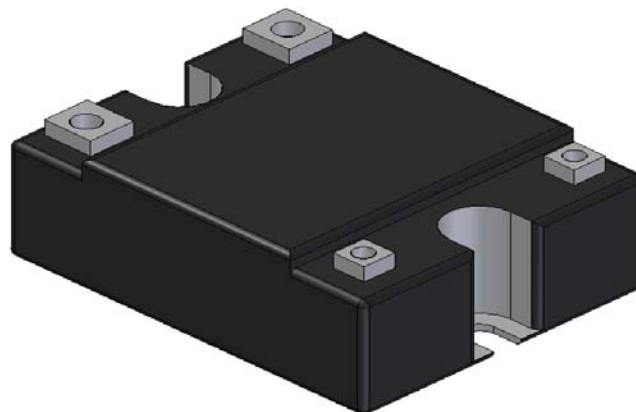


Figura 87. Diseño en Solid Edge de un Relé de Estado Sólido [11]

**3.3.3. Equipos de Protección Eléctrica.** Este ítem explica los equipos que garantizan la protección de la integridad del equipo de control y la instrumentación. Están constituidos por dispositivos que se utilizan como medio de desconexión o conexión de las líneas de la instalación eléctrica y a su vez proveen protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

- a. **Interruptor termomagnético totalizador de caja moldeada.** Es un dispositivo provisto de unidades de disparo termomagnético que se instalará en el gabinete principal como totalizador para proteger contra sobrecarga y cortocircuito la acometida trifásica del Módulo Multiproceso. A su vez a este totalizador se le instalará una bobina auxiliar que se implementará en el paro de emergencia del sistema.



Figura 87. (a) Interruptor Termomagnético Totalizador de Caja Moldeada, (b) Diseño en Solid Edge [11]

- b. **Taco termomagnético trifásico enchufable.** Se encargará de proteger contra cortocircuitos y/o sobrecargas las líneas de alimentación de los elementos de control del gabinete.



Figura 88. Taco Termomagnético Enchufable

- c. **Breaker monopolar para DC.** Interruptor de protección contra sobrecargas para circuitos de corriente continua. Se utilizará un (1) interruptor de protección para corriente continua en el gabinete para proteger la línea de +24 VDC suministrada por la fuente de alimentación SITOP para el sistema de control. (Ver figura 89)

- d. Breakers monopolares para AC.** Interruptores de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos implementados para proteger la fase de alimentación de “M1”, “M2”, “M3” y “C2”, seleccionadas de acuerdo al consumo de estos equipos. (Ver figura 89)



Figura 89. (a) Breaker Monopolar , (b) Diseño en Solid Edge [11]

- e. Breaker bipolar.** Interruptor de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos implementado para proteger las dos fases empleadas para la alimentación de la fuente SITOP modular. (Ver figura 90)

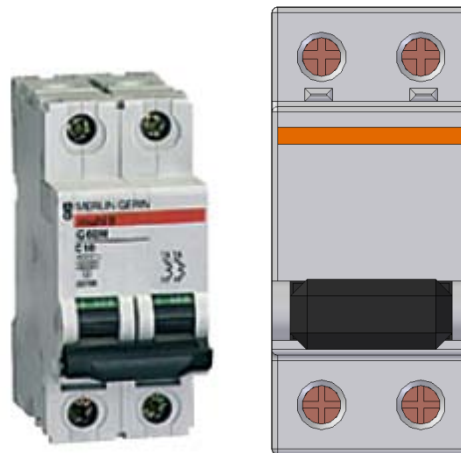


Figura 90. (a) Breaker Bipolar, (b) Diseño en Solid Edge [11]

- f. **Fusibles.** Son dispositivos que protegen contra cortocircuitos, abriendo el circuito al producirse un flujo de corriente que supere su corriente nominal. En el gabinete de control se albergaran en borneras portafusible.



Figura 91. (a) Fusible [50], (b) Diseño en Solid Edge [11]

En la siguiente tabla se especifica las características de los elementos de protección seleccionados para proteger el sistema de control, la instrumentación y los elementos finales de control del módulo multiproceso.

<b>Elementos</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cantidad</b>
Breaker Tripolar 3 x 15 A	Taco Termomagnético Tripolar 3x20 A	1
Interruptor Totalizador	Tipo: EZC100N Referencia: EZC100N3020	1
Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo: C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2	1
Interruptor Termomagnético Bipolar	Tipo: C60N Referencia: 24332 In(A): 2	2
Interruptor Termomagnético Monopolar	Tipo: C60N Referencia: 24399 In(A): 6	2

Tabla 43. Especificaciones de los Elementos de Protección [11]

## INVENTARIO DETALLADO DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN

### SISTEMA DE CONTROL

Ítem	Nombre	Especificación	Corriente de Consumo	Alimentación	Elemento de Protección	Especificación
1	Controlador	CPU 224	700 mA (Carga Máx.)	24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
2	Módulo Ethernet	CP 243-1	60 mA	24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
3	Tres (3) Módulos de Entrada Análoga	EM 231	96 mA	24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
4	Módulo de Salida Análoga	EM 232	32 mA	24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
5	Fuente de +24 VDC	SITOP	1,2 A	220 VAC	Interruptor Termomagnético Bipolar	Tipo: C60N Referencia: 24332 In(A): 2

### ENTRADAS ANALOGAS

Ítem	Nombre	Especificación	Corriente de Consumo	Alimentación	Elemento de Protección	Especificación
------	--------	----------------	----------------------	--------------	------------------------	----------------



1	Sensor y Transmisor de Caudal	R-05631-00 Transmisor Totalizador de Flujo +GF+SIGNET	61 mA	12 – 24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
2	Sensor y Transmisor de Caudal	R-05631-00 Transmisor Totalizador de Flujo +GF+SIGNET	61 mA	12 – 24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
3	Sensor Transmisor de Nivel	3RG6233-3LS00 SIMATIC PXS830	16 mA	20 - 30 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
4	Sensor y Transmisor de Temperatura	SITRANS TH100	25 mA	8.5 – 36 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
5	Sensor y Transmisor de Temperatura	SITRANS TH100	25 mA	8.5 – 36 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
6	Sensor y Transmisor de Temperatura	SITRANS TH100	25 mA	8.5 – 36 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
7	Sensor y Transmisor de Temperatura	SITRANS TH100	25 mA	8.5 – 36 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
8	Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad	THD-D1-C Temperature Humidity Double	100 mA	24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2

9	Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad	THD-D1-C Temperature Humidity Double	100 mA	24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
<b>SALIDAS ANÁLOGAS</b>						
Ítem	Nombre	Especificación	Corriente de Consumo	Alimentación	Elemento de Protección	Especificación
1	Válvula Electroneumática de Caudal	Beta I/P Positioner Valtek	125 mA	110 VAC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	-
<b>ENTRADAS DIGITALES</b>						
Ítem	Nombre	Especificación	Corriente de Consumo	Alimentación	Elemento de Protección	Especificación
1	Interruptor de Nivel Alto	SIMATIC PXO440 Sensor de Fibra Óptica	200 mA	10 - 36 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
2	Interruptor de Nivel Alto	SIMATIC PXO440 Sensor de Fibra Óptica	200 mA	10 - 36 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
3	Sensor Transmisor de Posición	Sensor de Proximidad Inductivo PRCM18-8DN autonics	10 mA	12 - 24 VDC	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo:C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A):2
<b>SALIDAS DIGITALES</b>						

Ítem	Nombre	Especificación	Corriente de Consumo	Alimentación	Elemento de Protección	Especificación
1	Válvula Solenoide de Caudal	EV220B 15B	82 mA	110 VAC	Fusible	Instalación en Borna Portafusible
2	Válvula Solenoide de Caudal	EV210B 2.0B	82 mA	110 VAC	Fusible	Instalación en Borna Portafusible
3	Motobomba 1	Pedrollo PKm 60	5.5 A	110 VAC	Interruptor Termomagnético Monopolar	Tipo: C60N Referencia: 24399 In(A): 6
4	Motobomba 2	Little Giant	1.7 A	110 VAC	Interruptor Termomagnético Monopolar	Tipo: C60N Referencia: 24396 In(A): 2
5	Servomotor	Parallax	140 mA	6 VDC	Fusible	Instalación en Borna Portafusible
6	Extractor de Aire	FSY20060X115H FONSONING	0.45 mA	110 VAC	Fusible	Instalación en Borna Portafusible
7	Resistencia Eléctrica	Resistencias Santander	4.4 A	115 VAC	Interruptor Termomagnético Monopolar	Tipo: C60N Referencia: 24398 In(A): 6

Tabla 44. Inventario detallado de los equipos de protección en el Módulo Multiproceso [9]

**3.3.4. Sistema de Control.** El sistema de control del Módulo Multiproceso es el PLC SIMATIC S7-200 de Siemens y está conformado por la CPU 224, 3 módulos de ampliación de 4 entradas analógicas EM23, 1 módulo de ampliación de 2 salidas analógicas, 1 interface industrial Ethernet 10/100 MBITS TCP/IP y una fuente SITOP SMART 24 VDC A 5 A.

**a. CPU 224 Siemens.** La CPU 224 contiene internamente 14 entradas digitales a 24VDC, 10 salidas digitales a 24VDC, y 7 módulos de ampliación; 3 módulos de ampliación de 4 entradas analógicas; 1 módulo de ampliación de 2 salidas analógicas; Fuente SITOP Smart 24 VDC a 2.5 A y una interface Industrial Ethernet, 10/100 Mbits TCP/IP OPC para S7-200.

La CPU del PLC es el cerebro del sistema, ya que mediante la interpretación de las instrucciones del programa del usuario y en función de los valores de las entradas, activa las salidas deseadas. La CPU S7-224 de SIEMENS con número de referencia 6ES7 214--1AD23--0XB0, pertenece a la familia S7-200 de Micro-PLC's con recursos y funciones suficientes para automatizar los procesos de este módulo. Incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente controlador. El S7-200 como el resto de los PLC's que fabrica SIEMENS, monitorea el estado de las entradas, procesa el programa de usuario, y actualiza las salidas conforme el programa lo indique. Puede incluir operaciones de lógica booleana, operaciones con contadores y temporizadores, operaciones aritméticas de punto flotante, así como comunicaciones con dispositivos inteligentes. Soporta comunicaciones mediante redes PPI, MPI, PROFIBUS e incluso mediante la definición de protocolos personalizados [43].

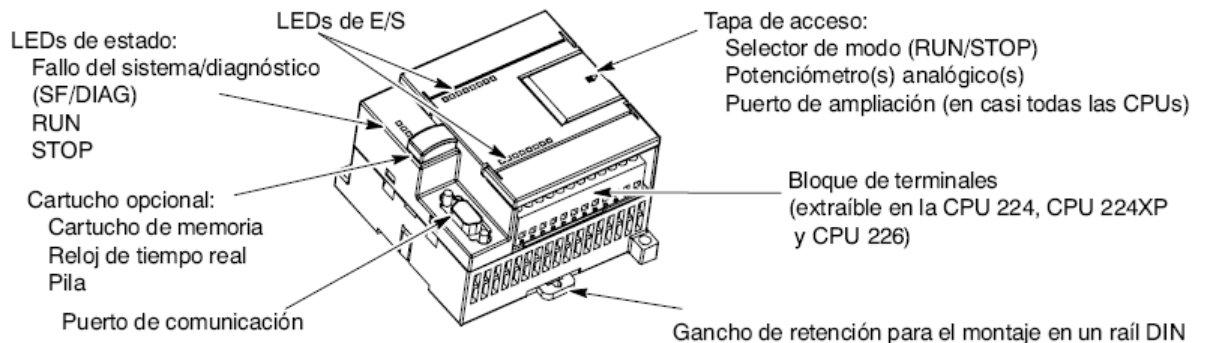


Figura 92. CPU 224 de Siemens [43]

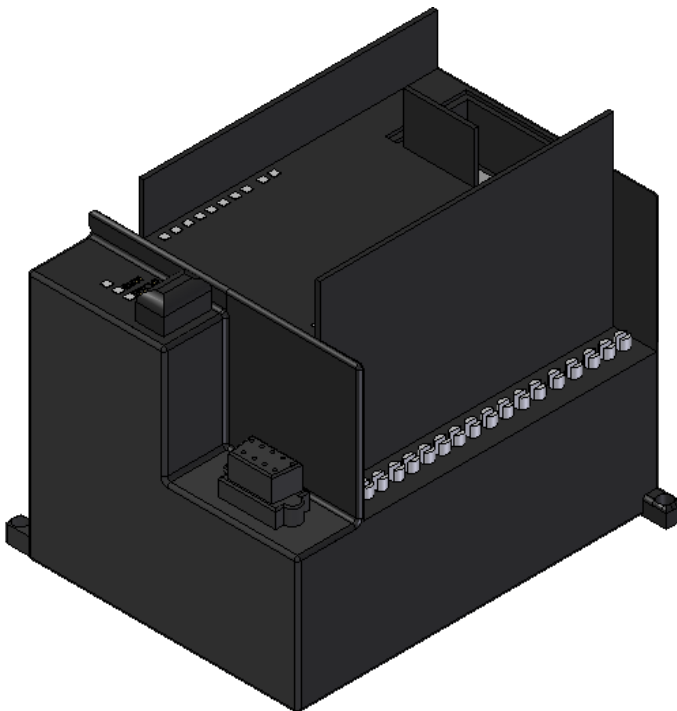


Figura 93. Diseño en Solid Edge de CPU 224 de Siemens [11]

Éste modelo de CPU es alimentado con 24 VDC de voltaje nominal, disipa 7W de potencia y un consumo a carga máxima de 200 mA a 120 V. Cuenta con 14 entradas digitales de 24 VDC a 4 mA, 10 salidas digitales a 24 VDC. Posee además 7 conexiones disponibles para módulos de ampliación.

El S7-200 se puede montar en un gabinete eléctrico o en un riel normalizado (DIN), bien sea horizontal o verticalmente. Para los equipos S7-200 se ha previsto la ventilación por convección natural. Por tanto, se deberá dejar un margen mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los equipos. Asimismo, hay que prever 75 mm para la profundidad de montaje. Los CPU's S7-200 y los módulos de ampliación disponen de orificios para facilitar el montaje en un gabinete eléctrico. La Tabla muestra un resumen de las especificaciones mecánicas y ambientales de operación con las que el CPU opera.

Al planificar la disposición del sistema S7-200, se debe prever espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación. Para mayor flexibilidad al configurar la disposición del sistema S7-200, utilice un cable de conexión para los módulos de ampliación.

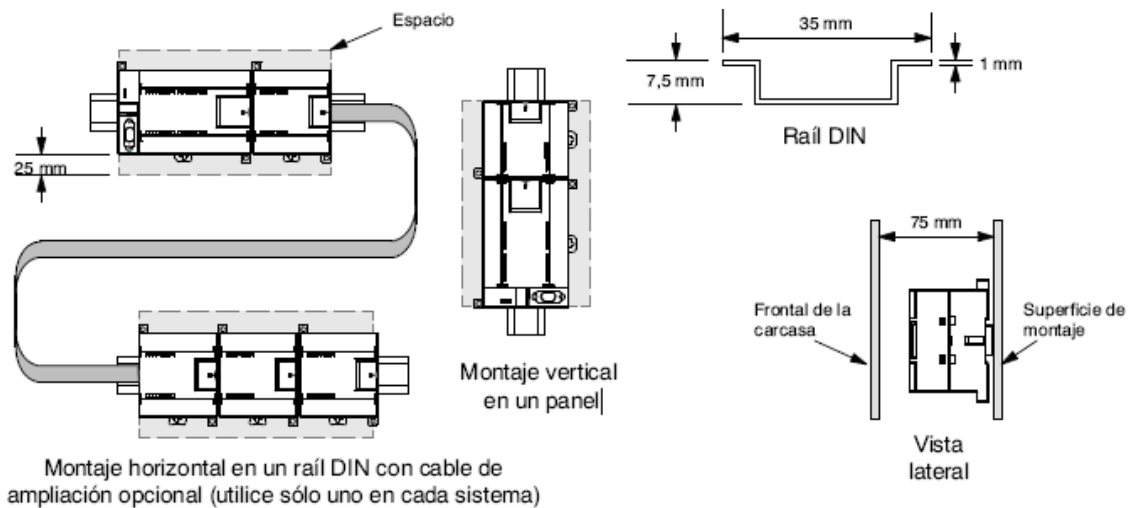


Figura 94. Métodos de montaje, orientación y espacio necesario [43]

<b>Función</b>	<b>CPU 224</b>
Dimensiones físicas (mm)	120,5 x 80 x 62
Memoria del programa: con edición en runtime sin edición en runtime	8192 bytes 12288 bytes
Memoria de datos	8192 bytes
Memoria de backup	100 horas (típ.)
E/S integradas Digitales	14 E/10 S
Módulos de ampliación	7 módulos1
Contadores rápidos Fase simple Dos fases	6 a 30 kHz 4 a 20 kHz
Salidas de impulsos (DC)	2 a 20 kHz
Potenciómetros Analógicos	2
Reloj de tiempo real	Incorporado
Puertos de comunicación	1 RS—485
Aritmética en coma Flotante	Si
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S)
Velocidad de ejecución Booleana	0.22 microsegundos/operación

Tabla 45. Características Generales de la CPU 224 [43].

**b. Módulos de Ampliación.** La gama S7-200 incluye una gran variedad de módulos de ampliación para poder satisfacer aún mejor los requisitos de la aplicación. Estos módulos se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU S7-200. En el módulo multiproceso se hará uso de 3 módulos EM 231 a razón de 12 instrumentos sensores de entradas analógicas y uno EM 232 debido a 2 instrumentos actuadores de salidas analógicas.

Módulo de E/S analógico	EM 231	EM 232
Número de entradas/salidas	4 EA	2 SA
Número de entradas	4	–
Tipo de entrada	0–10 V/0–20 mA	–
Rangos de tensión	0–10 V, 0–5 V +/-5 V, +/-2,5 V	–
Resolución	12 bits	–
Aislamiento galvánico	No	–
Número de salidas	–	2
Tipo de salida	–	+/-10 V, 0–20 mA
Resolución	–	12 bits tensión, 11 bits corriente
Aislamiento galvánico	11 bits corriente	No
Regleta de conexión desenchufable	– No	No
Dimensiones (A x A x P en mm)	71,2 x 80 x 62	46 x 80 x 62

Tabla 46. Características Generales de los Módulos de Ampliación [43].

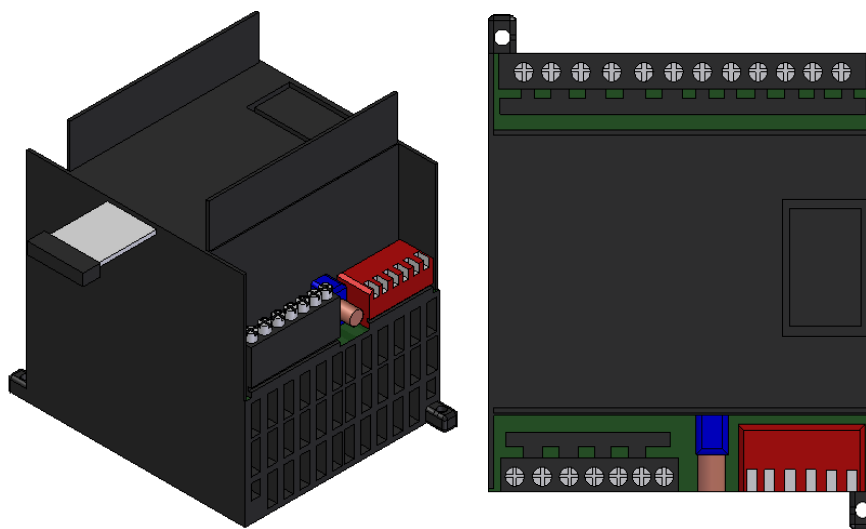


Figura 95. Diseño en Solid Edge del Módulo EM 231 [11]

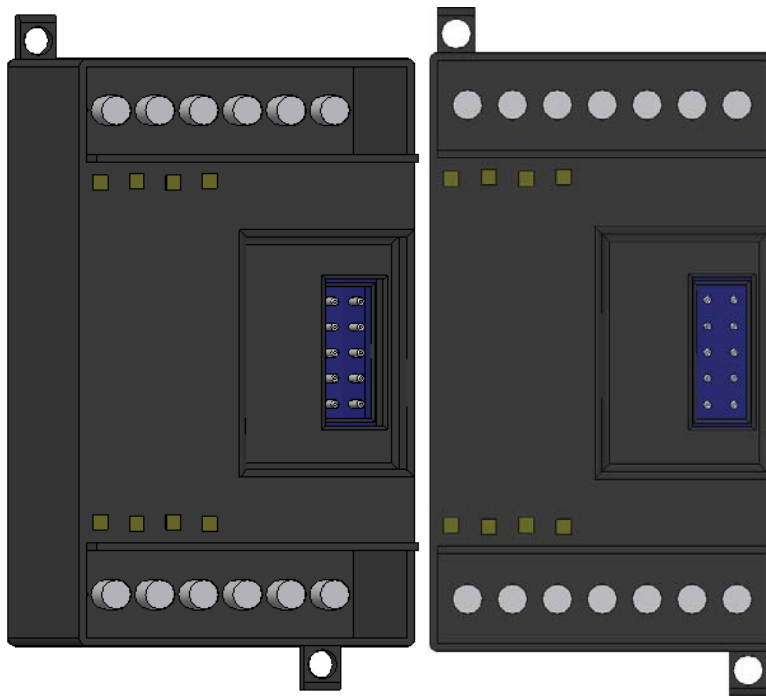


Figura 96. Diseño en Solid Edge del Módulo EM 232 [11]

- c. **Módulo Ethernet CP 243-1.** El módulo Ethernet (CP243-1) con referencia 6GK7 243-1EX00-0XE0, es un procesador de comunicaciones para conectar el sistema S7-200 a Industrial Ethernet (IE). El S7-200 se puede configurar, programar y diagnosticar vía Ethernet utilizando STEP 7 Micro/WIN. El S7-200 se puede comunicar con otros autómatas programables S7-200, S7-300 ó S7-400 vía Ethernet, así como con un servidor OPC.

Industrial Ethernet se ha diseñado para la industria. Se puede utilizar bien sea con cables de par trenzado a prueba de interferencias (ITP), o bien con cables de par de trenzado conforme al estándar industrial (TP). Industrial Ethernet se puede implementar para numerosas aplicaciones, tales como conmutación, redundancia rápida, enlaces rápidos y redes redundantes. Si se utiliza el módulo Ethernet (CP 243-1), la CPU S7-200 es compatible con una gran variedad de productos que soportan Ethernet [43].

En la tabla 49 se muestran las especificaciones técnicas del módulo Ethernet y en la figura 106 el diseño en Solid Edge de este.



Datos Generales	6GK7 243-1EX00-0XE0
Dimensiones en mm	71,2 x 80 x 62
Peso	150g
Disipación	1,75 W
Tensión de DC Disponible	+5VDC (55mA), +24VDC (60mA)
Velocidad de Transferencia	10Mbit/s y 100Mbit/s
Tamaño de la Memoria Flash	1Mbyte
Tamaño de la Memoria SDRAM	8 Mbyte
Interfaz de Conexión a Industrial Ethernet (10/100Mbit/s)	Enchufe RJ45 8 pines
# Máximo de Enlaces	Max. 8 Enlaces S7 (XPUT/XGET y READ/WRITE) más de 1 Enlace a STEP 7 Micro-Win vía el Módulo Ethernet (CP 243-1)
Duración de Arranques o de Rearranques	Aprox. 10 segundos

Tabla 47. Datos técnicos del módulo Ethernet [43]

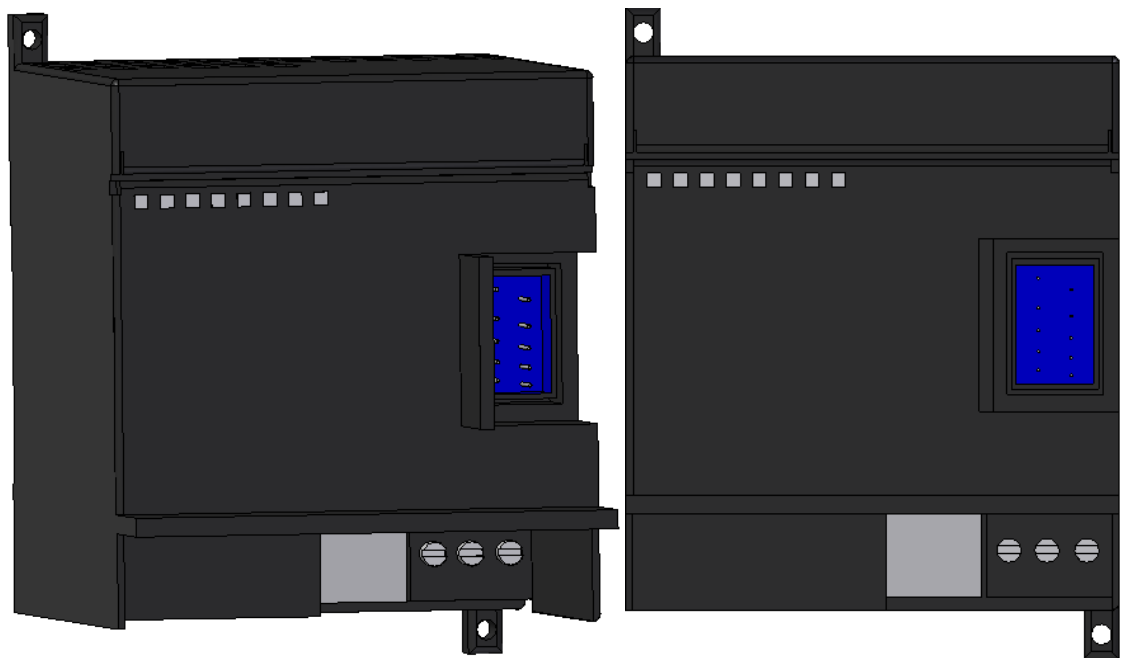


Figura 97. Diseño en Solid Edge del Módulo Ethernet [11]

- d. **Fuente SITOP SMART 24 VDC A 5 A.** esta fuente se encargará de alimentar todas las cargas del módulo, ya que la fuente interna de la CPU no tiene la capacidad suficiente para abastecer todo el módulo.

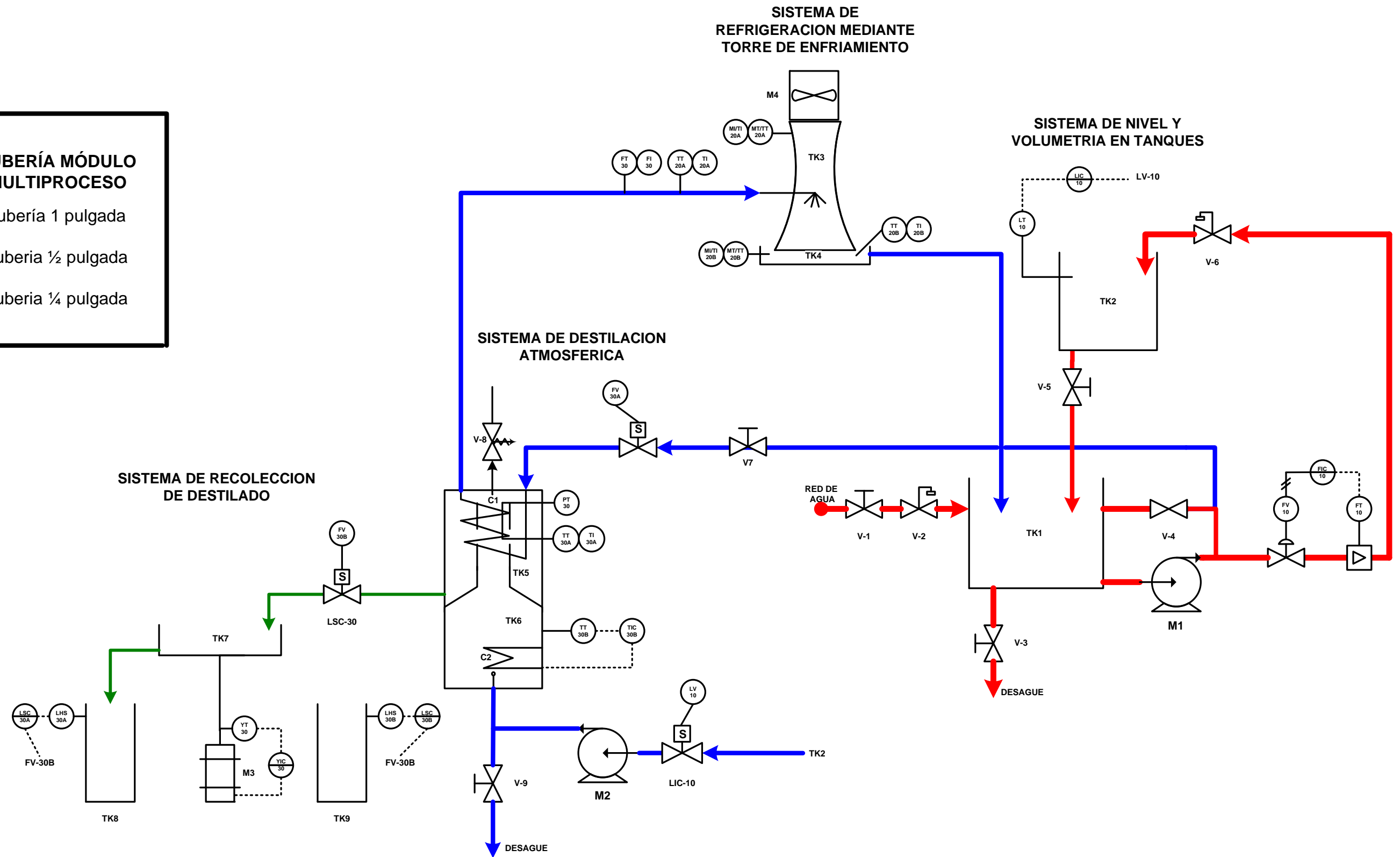
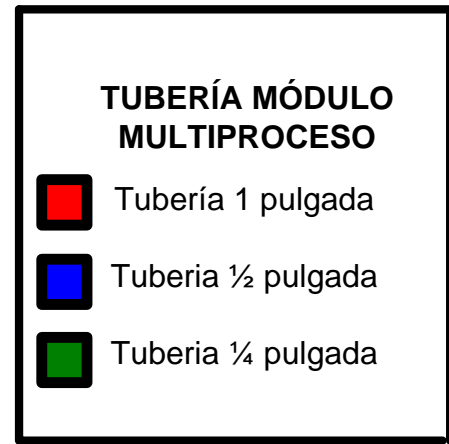
Especificaciones Técnicas	Fuente SITOP SMART 24 VDC A 5 A
Referencia	6EP1333-2BA01
Valor de Voltaje de Entrada Nominal Rango	120/230 V AC 85...132/170...264 V AC
Valor de frecuencia en línea nominal	50/60 Hz
Valor Corriente de Entrada (25° C / 77 °F) Protección Recomendada	2.1/1.15 A < 32 A
Tensión de Salida Valor Nominal - Tolerancia - Rango de Ajuste	24 V DC ± 3% 22.8...28 V DC
Valor de Corriente de Salida Nominal	5 A (6 A a +45°C)
Valor de Eficiencia Nominal Aproximada	87%
Protección Eléctrica de Cortocircuito	Sí, corriente constante approx. 1.3 x corriente de salida de valor nominal, capacidad de sobrecarga de corriente de salida de 1,5 x valor nominal por 5 segundos
Temperatura Ambiente	0...+60 °C
Dimensiones en mm	50x125x125
Peso Aproximado	0.5 kg


Tabla 48. Características Técnicas de la Fuente SITOP 24VDC a 5A [43]

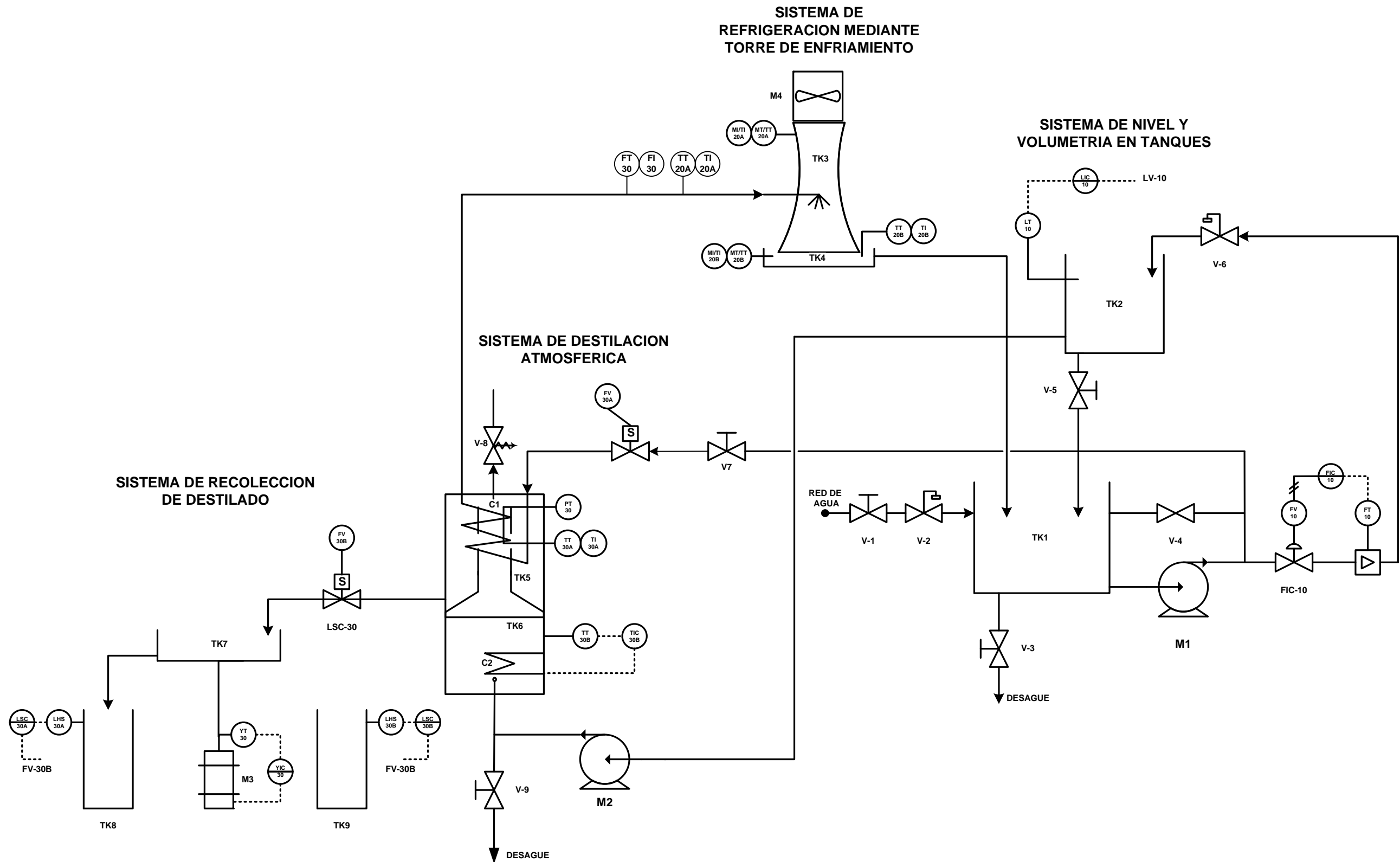



Figura 98. Diseño en Solid Edge de la Fuente SITOP [43]

### 3.3.5 Diagrama de Tubería y Diagrama P&ID del Módulo Múltiprocso



FECHA: 30-03-2010	CONTIENE: PLANO DE PROCESO DEL MÓDULO MULTIPROCESO	DISEÑO: DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO - ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS	PROYECTO: DESARROLLO DE LAS INGENIERIAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MÓDULO MULTIPROCESO
	BASADO EN NORMA ISA/ANSI S5.1/84	DIBUJO: ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS	
 <b>UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA</b>	INTEGRANTES DEL PROYECTO: DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS	REVISADO POR: DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA	
	DIRECTOR DEL PROYECTO: INGENIERO JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA	APROBADO POR: DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA	



FECHA: 30-03-2010	CONTIENE: PLANO DE PROCESO DEL MÓDULO MULTIPROCESO	DISEÑO: DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO - ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS	PROYECTO: DESARROLLO DE LAS INGENIERIAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MÓDULO MULTIPROCESO
	BASADO EN NORMA ISA/ANSI S5.1/84	DIBUJO: ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS	
 <b>UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA</b>	INTEGRANTES DEL PROYECTO: DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS	REVISADO POR: ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA DIRECTOR DEL PROYECTO: FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA	
	DIRECTOR DEL PROYECTO: INGENIERO JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA	APROBADO POR: ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA DIRECTOR DEL PROYECTO: FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA	

### 3.3.6 Cálculos del Sistema de Refrigeración Basado en una Torre de Enfriamiento

En este estudio se optó por seguir los patrones y normas del Cooling Tower Institute (CTI) para la ejecución de los ensayos pertinentes en razón del prestigio a nivel internacional de esa organización y por disponerse de la bibliografía necesaria. Por ello las evaluaciones realizadas en torres de pequeño y gran porte se realizaron de acuerdo con la metodología descrita en el **Código AT-105 del CTI**.

Si bien este trabajo se realiza para torres de tiro mecánico, sus resultados o logros podrán aplicarse a otros tipos de torres o instalaciones para intercambiar calor, que se basen en los mismos principios de funcionamiento.

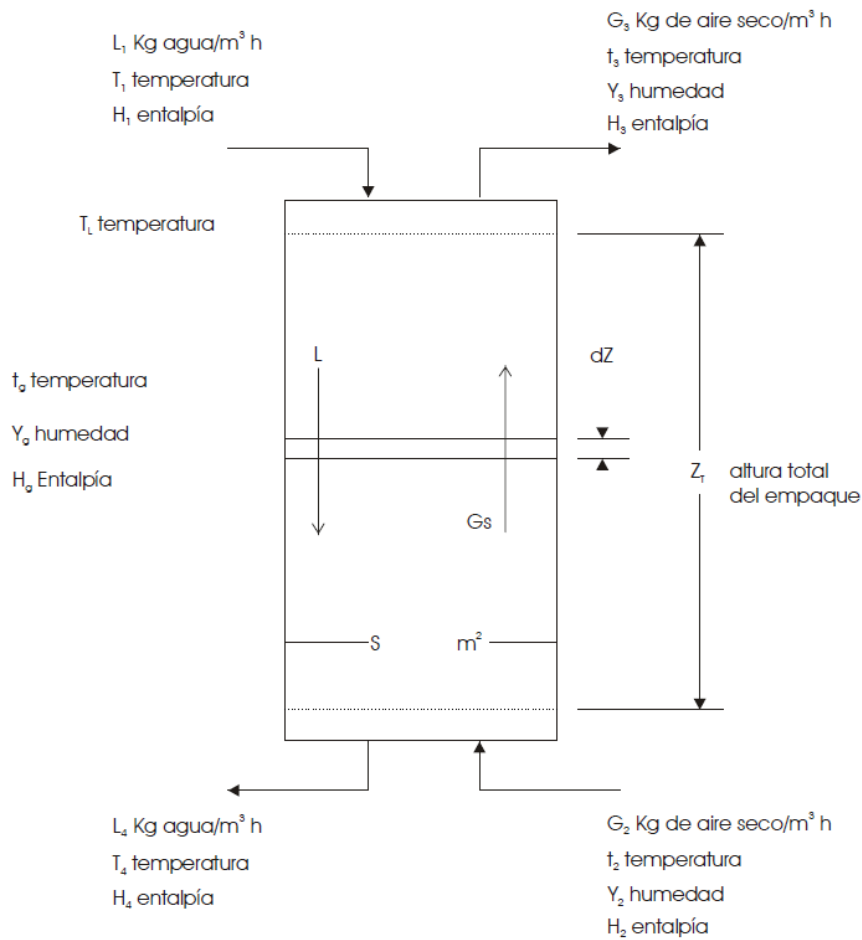


Figura 101. Torre de Enfriamiento. [11]

Nomenclatura usada para el cálculo:

$Z =$  Altura de la torre

$G_s =$  Flujo de aire seco

$K_y =$  Coeficiente de transferencia de masa  $\text{kgmol/m}^2\cdot\text{s}$

$A =$  Área empacada de la torre

$a =$  Área de Transferencia

$H =$  Entalpía del aire

$H^* =$  Entalpía del aire en equilibrio

$H_{tog} =$  Altura de sección de Empaque o relleno

$N_{tog} =$  Numero de secciones de altura de empaque o relleno

#### a. Cálculos a lo Largo de la Columna

- **Balance global.** En una torre de enfriamiento se parte del hecho del balance de flujos que entran en ella, ya que esto define los parámetros a seguir durante el montaje o diseño.

$$L_1 + G_2 = L_4 + G_3$$

Esta ecuación define la cantidad de flujos que entran en la torre y los que salen debido al proceso desarrollado en la misma.

- **Balance de agua.** Esta ecuación indica la cantidad de aporte en flujo o energía que le da el aire al momento de enfriar el agua.

$$L_1 + G_{s2}Y_2 = L_4 + G_{s3}Y_3$$

Factorizando la Ecuación del balance de agua se tiene:

$$L_1 - L_4 = G_s(Y_3 - Y_2)$$

Esta expresión indica que la cantidad de agua evaporada es igual a la cantidad de agua que es absorbida por el aire. En la práctica deben sumarse las pérdidas de agua por arrastre.

- **Línea de operación.** En las condiciones de operación de una torre de enfriamiento se debe conocer que la entrada de caudal es igual a la salida aproximadamente, debido a que hay que tener en cuenta las pérdidas a través de la misma.

$$L_1 = L_4$$

Entonces de esto se parte para calcular el balance de calor:

$$G_s (H_2 - H_3) = L_4 H_4 - L_1 H_1$$

Simplificando la ecuación para que quede en función del aporte energético se tiene:

$$H_2 - H_3 = H_{aire}$$

$$H_4 - H_1 = H_{agua}$$

$$G_s * H_{aire} = L * H_{agua}$$

Sustituyendo  $H_{agua} = C_{PL} (T_{agua2} - T_{agua1})$  esto para dar en función del gasto que tiene el aire al momento del proceso de enfriamiento.

$$G_s * H_{aire} = L * C_{PL} (T_{agua2} - T_{agua1})$$

Esta ecuación es una razón fundamental para saber los rangos de operación de la torre ya que relaciona las entalpías del aire y las temperaturas del agua a lo largo de la torre. Esta recta se conoce como línea de operación y difiere por los puntos en el proceso de la parte superior y la parte inferior.

La pendiente de esa recta queda determinada de la siguiente manera:

$$\frac{H_{aire}}{(T_{agua2} - T_{agua1})} = \frac{L * C_{PL}}{G_s}$$

La línea de operación se traza siempre con la curva de equilibrio que relaciona las entalpías vs temperatura para el sistema de aire-agua. La grafica está definida como:

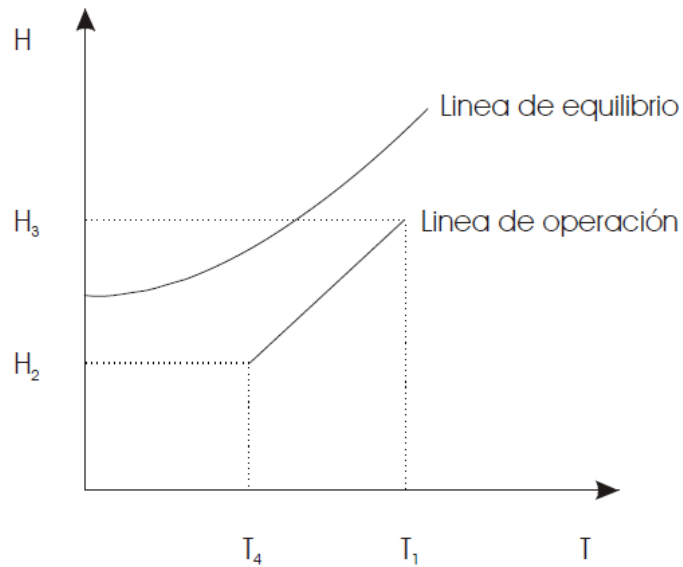


Figura 102. Diagrama de Entalpías vs Temperatura y Línea de Operación [11]

- **Altura de la torre.** El análisis de la ecuación para diseño de torres de enfriamiento conlleva a la siguiente expresión:

***Integral de Merkel***

El proceso de transferencia de masa entre el líquido y el aire está íntimamente vinculado con el de transferencia de calor entre ambos medios. En muchos casos prácticos las condiciones en que se desarrollan ambos procesos son tales que puede suponerse que las difusividades térmica y másica son iguales, es decir el número de Lewis es igual a uno ( $Le = 1$ ).

Esta integral permite calcular el número de unidades de secciones de altura de empaques necesarias,  $N_{tog}$ , para que la torre cumpla con el servicio requerido. Por otra parte se define la altura de la unidad de difusión,  $N_{tug}$ , a través de la siguiente expresión:

$$G_s * dH = K_y a (H_i - H) dZ$$

Despejando  $dZ$

$$dZ = \frac{G_s}{K_y a} \int \frac{dH}{(H_i - H)}$$



Esta ecuación se emplea debido a que no se conoce las condiciones de interface entre el aire y el agua por eso queda siempre expresada en función del coeficiente global de transferencia de masa y de las condiciones de equilibrio que esas si se conocen para el diseño de la torre.

$$\int dZ = \frac{G_s}{K_y a} \int \frac{dH}{(H_i - H)}$$

Por definición tenemos las siguientes expresiones para el cálculo de la altura de la torre:

$$N_{tog} = \int \frac{dH}{(H^* - H)}$$

$$H_{tog} = \frac{G_s}{K_y A}$$

Entonces la altura de la torre está definida de la siguiente manera para el diseño requerido y las condiciones estipuladas:

$$Z = H_{tog} * N_{tog}$$

## b. Parámetros de Diseño de la Torre

### **Agua**

$$T_{entrada} = 48 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$T_{salida} = 25 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$Flujo_{agua} = 4 \text{ L/min} = 0.24 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Flujo_{masico\ agua} = 240 \text{ kg/hr}$$

### **Aire**

$$Potencia = 0.1865 \text{ kW}$$

$$Flujo_{aire} = 1287.03 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$T_{Bulbo\ Seco} = 30 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$T_{Bulbo\ Humedo} = 25 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Aplicando las condiciones de Línea de operación tendremos:

$$\frac{L * C_{PL}}{G_s} = \frac{H_{aire}}{(T_{agua2} - T_{agua1})} = \frac{(110 - 75)kJ/kg}{(48 - 25)} = 1.52$$

**La Pendiente de la Línea de Operación es:**

$$G_s \text{ min} = \frac{\text{Flujo}_{agua} * 4.19}{1.52} = 661.57 \text{ kg/hr}$$

$$G_s \text{ ope} = 1.5 * G_s \text{ min} = 991.23 \text{ kg/hr}$$

$$\frac{L * C_{PL}}{G_s \text{ ope}} = \frac{\text{Flujo}_{agua} * 4.19}{991.23} = 1.01$$

**Diseño Altura de la Torre**

$$Z = H_{tog} * N_{tog}$$

$$H_{tog} = \frac{G_s}{K_y A}$$

$$N_{tog} = \int \frac{dH}{(H * -H)}$$

Para saber el valor se usa el método matemático de los trapecios para el cálculo de número de empaques o relleno.

$$G_s \left[ \frac{\text{kg}}{\text{h} * \text{m}^2} \right] = \frac{991.23}{0.25 * 0.30} = 13216.4$$

$$H_{tog} = \frac{G_s}{K_y A} = \frac{13216.4 / 4.726}{3600} = 0.7768 \text{ m}$$

$$N_{tog} = \int \frac{dH}{(H * -H)}$$

Para calcular el  $N_{tog}$  se basa de un proceso iterativo, Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

<b>Hg</b>	<b>Hi</b>	<b>Hi-Hg</b>	<b>1/(Hi-Hg)</b>	<b>R</b>
75,000	98,201	23,201	0,043	0,02155
79,667	152,361	72,694	0,014	0,01376
84,333	206,521	122,188	0,008	0,00818
89,000	260,681	171,681	0,006	0,00582
93,667	314,840	221,174	0,005	0,00452
98,333	369,000	270,667	0,004	0,00185
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>0,05568</b>
<b><math>N_{tog}</math></b>	<b>0,3</b>			

Tabla 49. Proceso iterativo para el cálculo de  $N_{tog}$  [11]

La altura de la torre fue la siguiente:

<b>ESTIMADO DE LA ALTURA DE LA TORRE TOTAL</b>		
Z (Zona sup)	<b>0,20</b>	<b>M</b>
Z (Empaque)	<b>1,00</b>	<b>M</b>
Z (Total)	<b>1,25</b>	<b>M</b>
Area (m <sup>2</sup> )	<b>0.075</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Tabla 50. Datos de la altura de la torre de enfriamiento [11]

La altura de empaque debe ir a 1m y la altura real de la torre es de 1.25 dejando el espacio vacío que hay de entrada de aire.

## **4. DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE**

### **4.1 ALCANCE DE LA INGENIERIA DE DETALLE**

El desarrollo de la Ingeniería de Detalle para el diseño del Módulo Multiproceso, está enfocado en recopilar las especificaciones generales de los equipos, instrumentos, materiales y elementos que constituyen el módulo, a través de un lenguaje pormenorizado como planos, documentos y listados que sustentan el diseño final.

Se hará énfasis en la recopilación de información indispensable proveniente de la ingeniería Básica a través de listados varios. Se desarrollaran los cálculos necesarios en el diseño. A su vez se mostrará el ensamble mecánico final del Modulo Multiproceso y en sus diferentes partes a través de software de moldeamiento mecánico Solid Edge. Finalmente se recopilara los datos técnicos a través de los datasheets de los fabricantes de equipos e instrumentos y se generará el presupuesto de la planta.

### **4.2 LISTADOS VARIOS**

En Listados Varios se recopila información muy resumida acerca de la instrumentación, equipos, acondicionadores de señal, protecciones eléctricas, accesorios y cableados que hacen parte en la Planta Multiproceso.

#### 4.2.1 Listado de Instrumentos.

Item	Nombre	Identificación	Especificación	Servicio
1	Sensor y Transmisor de Caudal	FT-10	R-32500-00 Sensor de Flujo Rotor X+GF+SIGNET	El sensor de flujo se encargará de medir el caudal de agua que pasa por la tubería que conecta la válvula electro-neumática Valtex con el tanque TK 1. El transmisor acoplará la señal de salida del sensor en una señal análoga de 4 -20 mA que pueda ser leída por el PLC S7-200. Conexión 1”
2		FT-30	R-05631-00 Transmisor Totalizador de Flujo +GF+SIGNET	El sensor de flujo se encargará de medir el caudal de agua que pasa por la tubería que conecta al tanque TK1 con el tanque TK 2. El transmisor acoplará la señal de salida del sensor en una señal análoga de 4 -20 mA que pueda ser leída por el PLC S7-200. Conexión 1/2”.
3	Sensor Transmisor de Nivel	LT-10	3RG6233-3LS00 SIMATIC PXS830	Detector de proximidad ultrasónico con compensación de temperatura, ubicado en la parte superior de “TK2” para medir el agua en este. Su estructura acopla el sensor y el trasmisor, este último se encarga de generar la señal de control de acuerdo al nivel presente en “TK2” para enviarla al controlador.
4	Sensor y Transmisor de Temperatura	TT-20A	Sensor: RTD PT100 Transmisor: SITRANS TH100	Las RTD medirán la temperatura del agua que saldrá del condensador “C1” e ingresara a la torre de enfriamiento y la temperatura del agua en “TK4”, respectivamente, y el transmisor establecerá de acuerdo a la señal suministrada por la RTD la señal correspondiente
5		TT-20B		
6		TT-30A		Las RTD medirán la temperatura del vapor de agua y del agua en “TK6”, respectivamente, y el transmisor establecerá de acuerdo a la señal suministrada por la RTD la señal correspondiente
7		TT-30B		
8	Sensor y Transmisor de Temperatura y Humedad	MT/TT-20A	THD-D1-C Temperature Humidity Double	Los transductores THD-D1-C se instalaran en la parte superior e inferior de la torre de enfriamiento, identificada como “TK3” y se encargaran de medir la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo y su respectiva humedad relativa.
9		MT/TT-20B		

10	Interruptor de Nivel alto	LHS-30A	SIMATIC PXO440 Sensor de Fibra Óptica	Estos sensores de proximidad fotoeléctricos poseen un emisor y un receptor que se ubicaran en la parte superior de "TK8" y "TK9" alineados uno frente al otro, de modo que el haz luminoso que transporta el emisor atraviese el respectivo tanque y el receptor reciba la señal. Al alcanzarse el nivel alto en "TK8" ó "TK9", la señal del emisor se interrumpirá en el receptor, ya que el haz luminoso se refractara y por ende no atravesara el líquido del tanque, por tanto en el detector se establecerá que el líquido ha alcanzado el nivel alto.
11		LHS-30B		
12	Sensor transmisor de posición	YT-30A	Sensor de proximidad Inductivo PRCM18-8DN autonics	

Tabla 51. Listado de Instrumentos [11]

#### 4.2.2 Listado de equipos

Item	Nombre	Identificación	Especificación	Servicio
1	Válvula Electroneumática de Caudal	FV-10	Beta I/P Positioner Valtek	La válvula Vanguard de Valtek "FV-10", se utilizará para regular el caudal de agua que circulará por la tubería que conecta al tanque 1 (TK1) con el tanque 2 (TK2). La válvula recibirá la señal de control proveniente del controlador y estrangulará proporcionalmente a esta señal, el flujo de agua.
2	Válvula Solenoide de Caudal	FV-30A	EV220B 15B	La válvula "FV-30A" es la encargada de controlar el paso del agua desde "TK1" hacia el tubo de condensación "C1", para que el agua siga su recorrido por la torre de enfriamiento y de este modo garantizar su refrigeramiento

3	Válvula Solenoide de Caudal	FV-30B	EV210B 2.0B	Esta válvula es la encargada de controlar el paso de agua de "TK5" a "TK8". Una vez "TK8" alcance su máximo nivel, la válvula se cerrará y estará así hasta que "TK5" se posicione en "TK9" para evitar que el líquido se derrame y así volver a su condición normalmente abierta y llenar a TK9.
4	Motobomba 1	M1	Pedrollo PKm 60	Esta bomba realizará dos (2) funciones en el módulo multiproceso. Inicialmente impulsará el agua en el Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques mientras la torre de enfriamiento se encuentra desactivada y de igual forma impulsará el agua en la Torre de Enfriamiento cuando el Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques no se encuentre en operación
5	Motobomba 2	M2		Esta bomba se encargará de impulsar el agua proveniente de "TK2" hacia la cámara de destilación "TK6" en el Sistema de Destilación Atmosférica
6	Servomotor	M3	Parallax Standard Servo	Al eje del servomotor "M3" se le instalara "TK7", con el objetivo de posicionarlo en "TK8" y "TK9" y así almacenar el líquido condensado en "TK6". La posición de "M3" será evaluada por el sensor inductivo "YT-30" como parte del lazo de control de posición
7	Estractor de Aire	M4	FSY20060X115H FONSONING	El ventilador "M4" suministrará el aire a la torre de enfriamiento, el cual garantizara el enfriamiento del líquido utilizado en el Sistema de Destilación.
8	Resistencia Calefactora	C2	Resistencias Santander	"C2" se encargará de calentar el agua que ingresa a "TK6" en el proceso de destilación.

Tabla 52. Listado de Equipos [11]

### 4.2.3 Listado de Acondicionadores de señal y Protecciones Eléctricas

Item	Nombre	Especificación	Servicio
1	Breaker Tripolar 3 x 15 A	Taco Termomagnético Tripolar 3x15 A	Protección de la Alimentación del Gabinete de Control contra Cortocircuitos y Sobrecargas. Instalado en el Tablero de Automáticos.
2	Interruptor Totalizador	Tipo: EZC100N Referencia: EZC100N3015	Protección de la Alimentación del Gabinete de Control contra Cortocircuitos y Sobrecargas. Instalado en el Tablero de Gabinete.
3	Interruptor Termomagnético Bipolar	Tipo: C60N Referencia: 24332 In(A): 2	Interruptor de Protección contra Sobrecargas y/o Cortocircuitos.
4	Interruptor Termomagnético Bipolar	Tipo: C60N Referencia: 24399 In(A): 6	Interruptor de Protección contra Sobrecargas y/o Cortocircuitos.
5	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua	Tipo: C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502 In(A): 2	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua
6	Fuente	Fuente SITOP	-
7	Relés Electromagnéticos		Acondicionamiento de Señal
8	Relés de Estado Sólido	SSR	Acondicionamiento de Señal

Tabla 53. Listado de Acondicionadores de Señal y Protecciones Eléctricas. [11]



#### 4.2.4 Listado de Accesorios y Cableados

Cantidad	Concepto
200	Borna Universal 12-24 LEGRAND
20	Borna para Tierra 12 LEGRAND
10	Borna Portafusible LEGRAND
5	Placa de Separación para Borna Universal
6	Peine Punteador de 10 Polos para Borna Universal
500	Marcación para Borna LEGRAND
6 Mts	Riel OMEGA Perforado
4	Bolsa de Terminal Rojos 18 AWG
1	Bolsa de Terminal Amarillo 12 AWG
1	Bolsa de Terminal Azul 14 AWG
10	Caja de Marquillas Mixtas Números DEXSON
30	Caja de Marquilla Signos y Letras DEXSON
6 Mts	Canaleta Gris Ranurada 40mm Ancho X 60mm Alto
2 Mts	Canaleta Gris Ranurada 25mm Ancho X60mm Alto
5 Mts	Cable Encauchetado AWG 2X12

5 Mts	Cable Encauchetado AWG 2X14
10 Mts	Cable Encauchetado AWG 3X12
10 Mts	Cable Encauchetado AWG 3X18
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Rojo
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Verde
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Azul
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Negro
10 Mts	Alambre desnudo 14AWG
1	Bolsa de Amarres Plásticos de 100 Unidades de 2"
10 Mts	Manguera FLEXICONDUIT 1"
2	Conector Recto Coraza de 1"
1	Conector Curvo Coraza de 1"
1	Bolsa de Base Adhesiva DEXSON por 100 Unidades
1	Rollo Cinta Doble FAZ 5 Metros x 3/4 DEXSON

Tabla 54. Listado de Accesorios y Cableado. [11]

### 4.3 CALCULO Y DISEÑO

#### 4.3.1 Cálculo de capacidad del tanque TK1

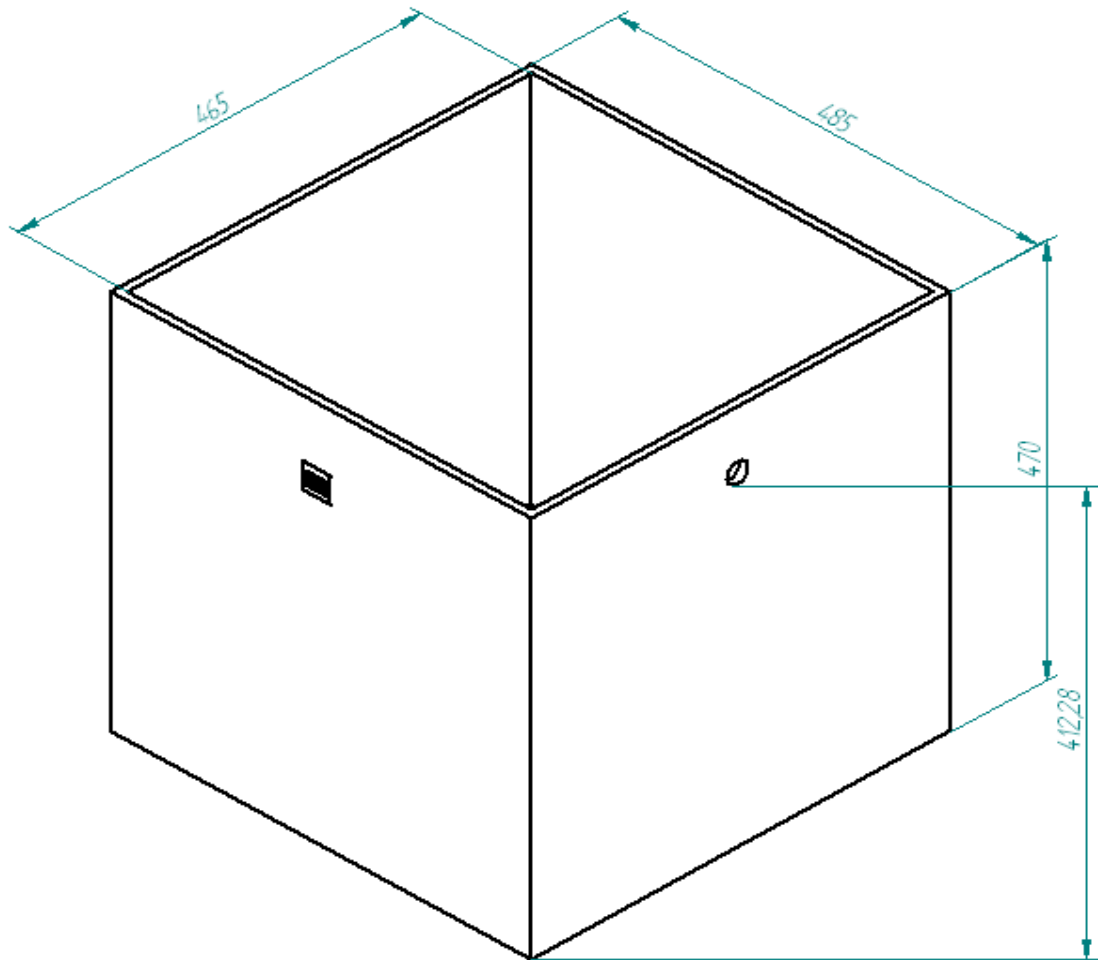


Figura 103. Dimensiones de tanque de reserva TK1. [11]

El tanque TK1 es el tanque de reserva original del módulo de laboratorio antiguo y se va a reutilizar en este proyecto. Las dimensiones en Solid edge del tanque TK1 como el resto del módulo están en milímetros por tanto tiene una base de 48.5 x 48.5cm y una altura de 47cm. La válvula de flotador se ubica a una altura de 41.23cm. TK1 tiene una capacidad de almacenamiento de agua de:

$$48.5cm \times 48.5cm \times 41.23cm = 96983.27cm^3$$

El equivalente en litros es de 96.98L.

### 4.3.2 Cálculo de capacidad del tanque TK2

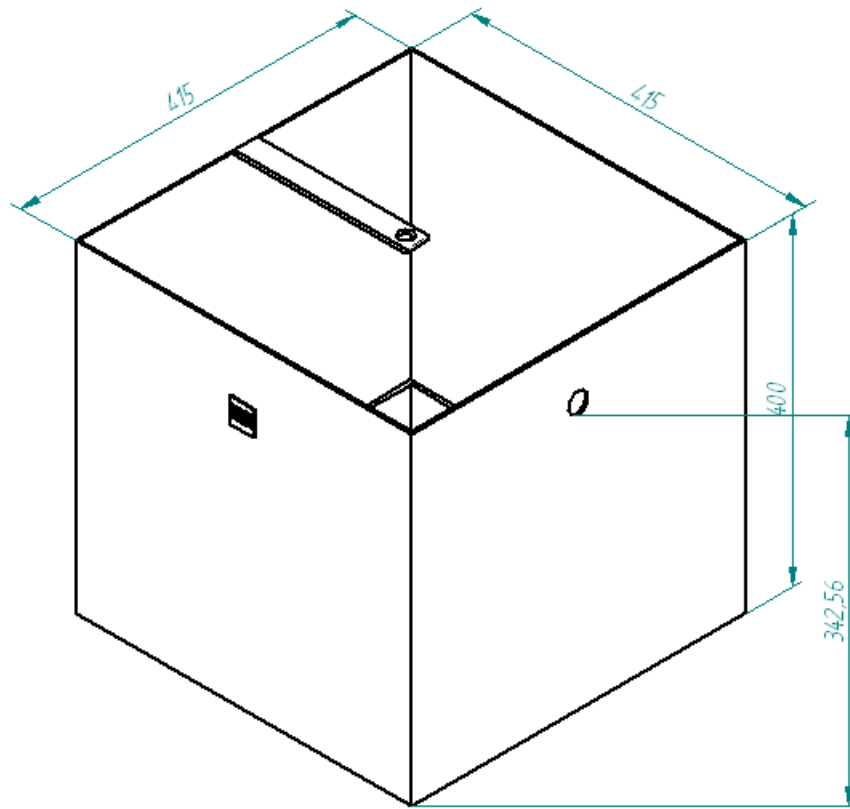


Figura 104. Dimensiones del tanque TK2. [11]

El tanque TK2 tiene una base de 41.5 x 41.5cm y tiene una altura de 40cm. El sensor de nivel medirá el nivel del agua hasta 34.25cm de altura por tanto el volumen máximo de agua en este tanque es de:

$$V_{TK2} = 41.5cm \times 41.5cm \times 34.25cm = 58987.0625cm^3$$

El volumen en litros es 58.99 litros aproximadamente.

En la figura 105 se observa la vista superior del tanque TK2, en este se encuentra un pequeño tanque (1) inmerso en TK2 para convertir el flujo turbulento que proviene de la tubería de TK1 en flujo laminar. Este tanque (1) de base 14x14 cm y 40cm posee un sistema de orificios de 5mm cada uno en su perímetro inferior. El agua que llega de TK1 por la tubería de 1" es expulsada en este cubículo, y saldrá por los orificios para llenar el resto del tanque de forma laminar.

El tanque TK2 posee además una estructura en acrílico (3) en la parte superior donde se instalará el sensor ultrasónico de nivel. El agujero (2) que se observa se encuentra en la base del tanque y en él se instalará la tubería para el desagüe del agua.

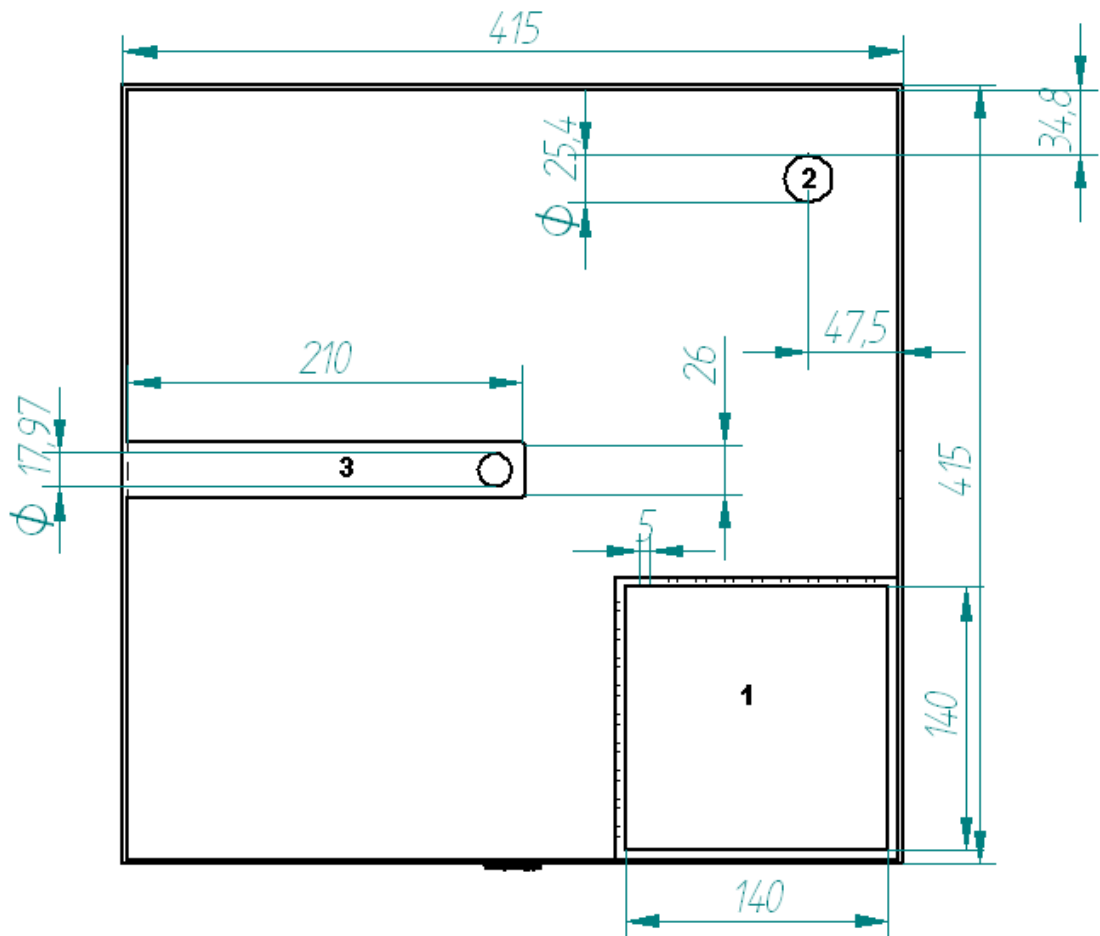


Figura 105. Vista superior del tanque TK2. [11]

**4.3.3 Cálculo de la capacidad del boiler de destilación.** El boiler de destilación o TK6 tiene un diseño cilíndrico en vidrio de 16 pulgadas para mayor resistencia a altas temperaturas; con una altura de 9.97 cm y un radio de 5.65 cm. Por lo tanto el volumen del boiler es de:

$$V_{TK6} = r^2 \pi h = 5.65^2 \times \pi \times 9.97 \approx 1000 \text{ cm}^3$$

Que equivale a 1 litro.

Se estableció este volumen siguiendo las normas ASTM con designación E123-02 (Especificación estándar de aparatos para determinación de agua por destilación) en el apartado 4 referido al boiler de destilación, el cual debe tener una capacidad de 500ml a 1000ml y debe ser hecho de vidrio resistente a altas temperaturas.

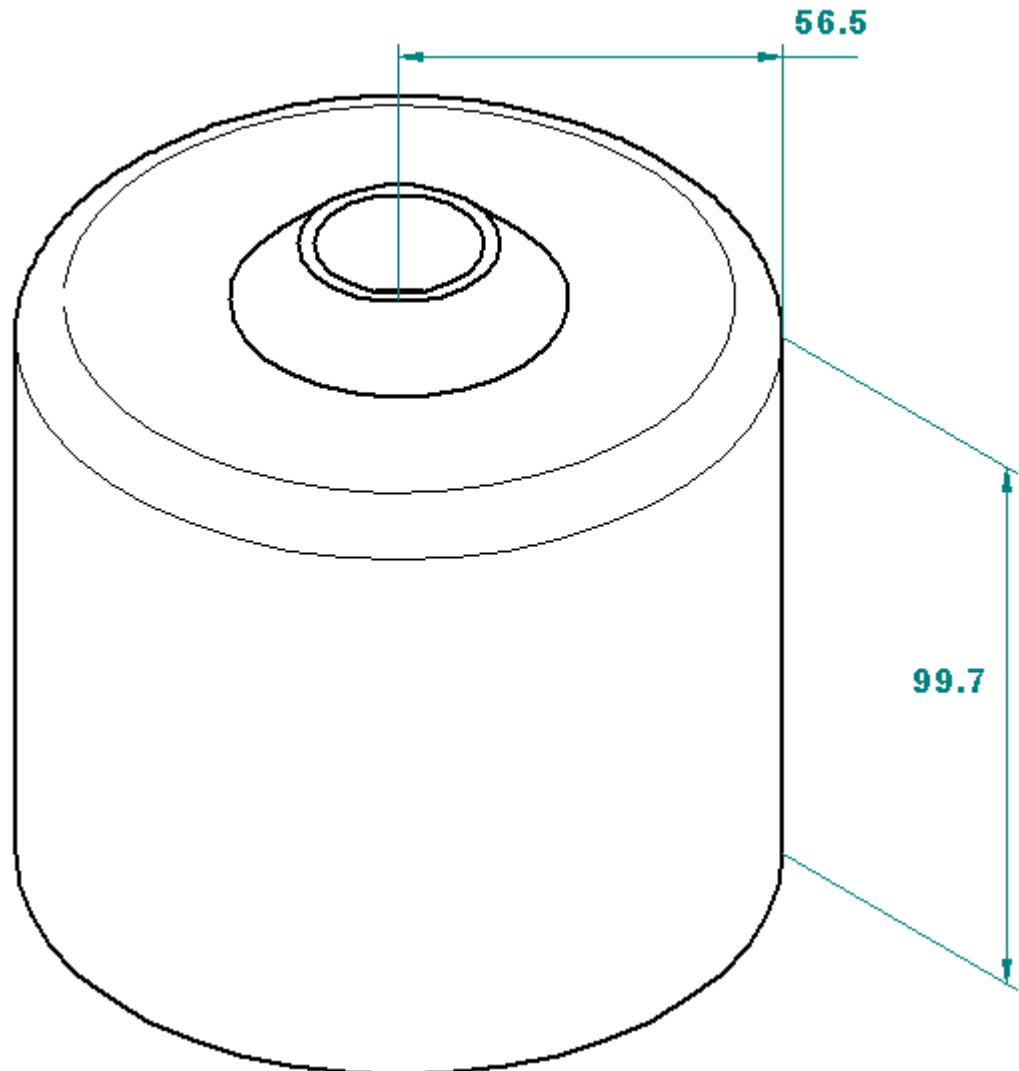


Figura 106. Dimensiones del Boiler de destilación TK6. [11]

El boiler de destilación está conectado directamente a 2 cilindros de vidrio en su parte superior. El primer cilindro está provisto de orificios donde circulan los vapores y está rodeado por el condensador, tiene una altura de 24.5cm y un diámetro de 5cm como se muestra en la figura. El segundo cilindro es TK5 y es el recipiente donde se aloja el destilado para ser enviados al tanque TK7.

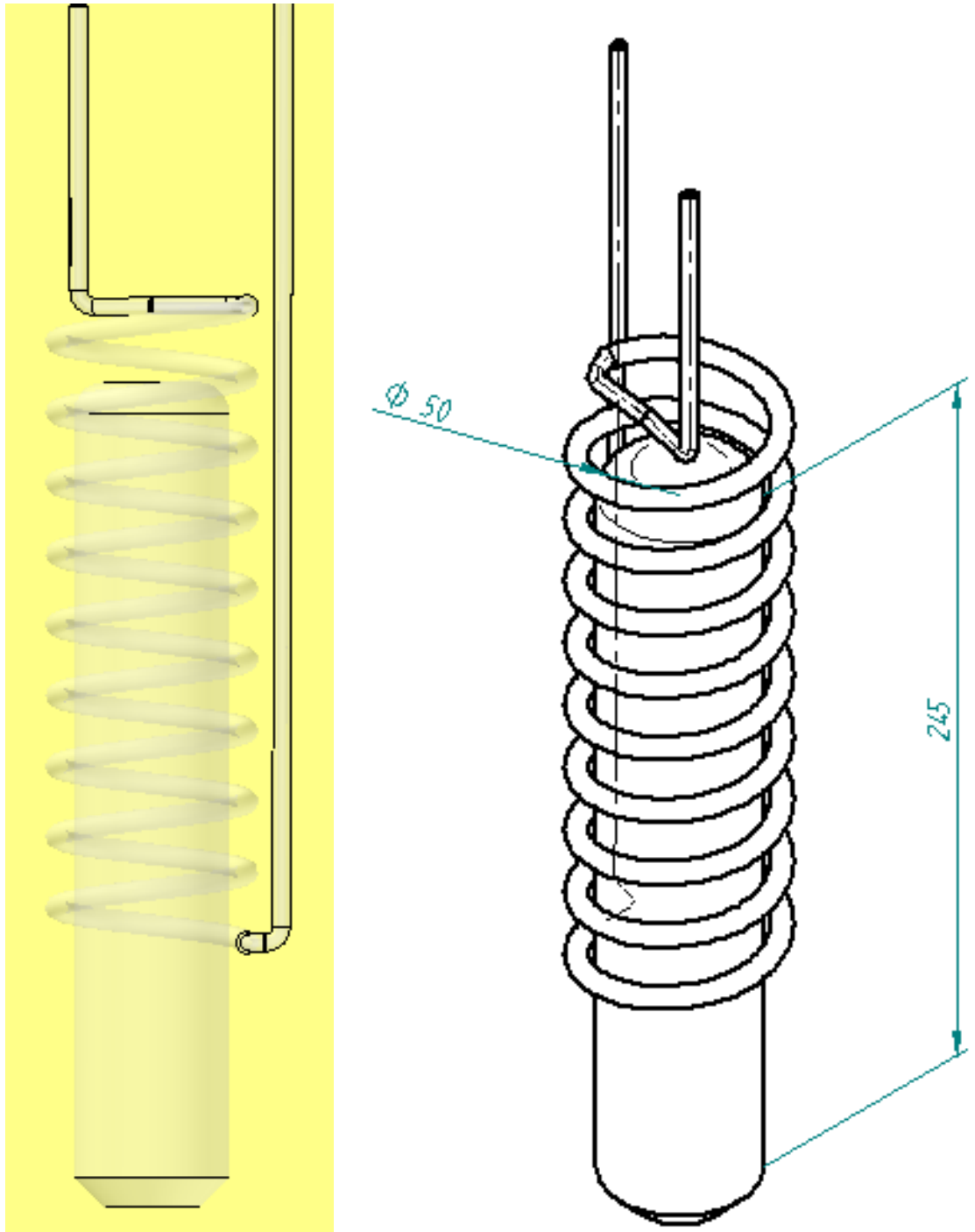


Figura 107. Dimensiones del Cuello de Destilación. [11]

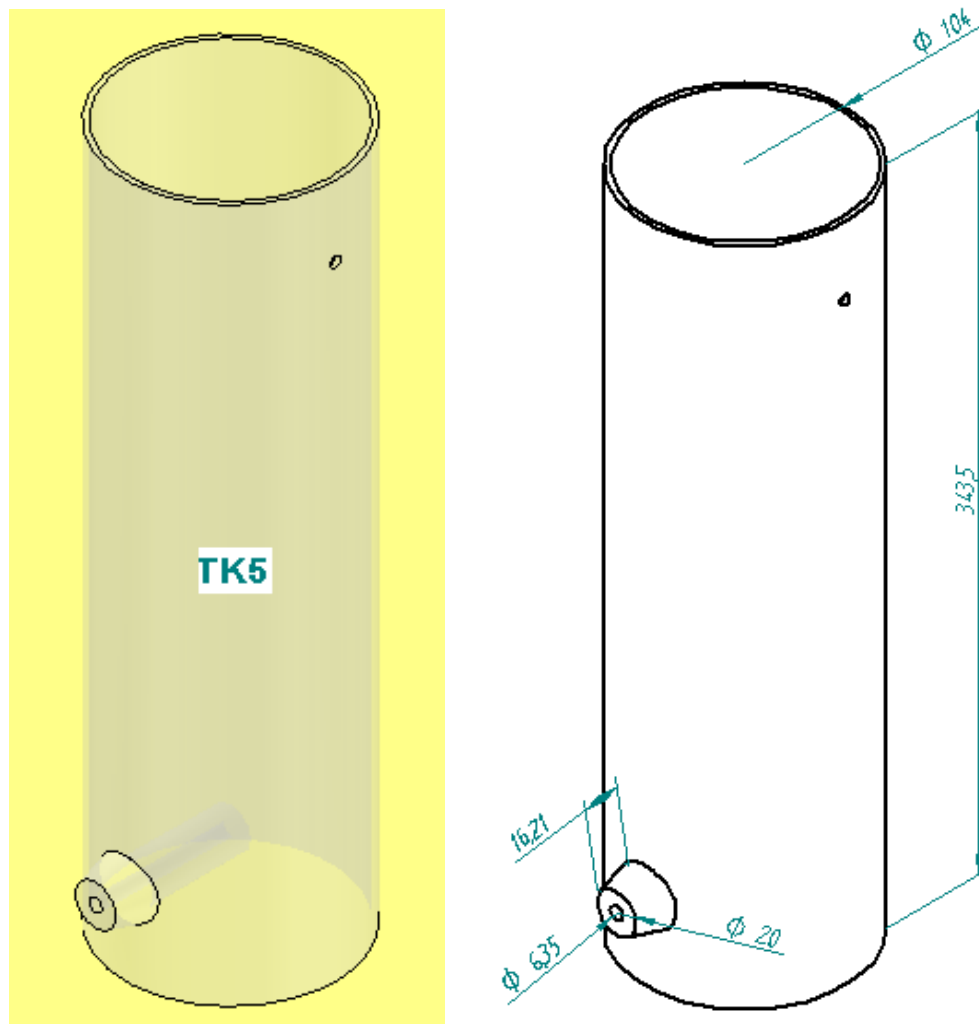


Figura 108. Dimensiones del Tanque de Recolección de Destilado TK5. [11]

El Sistema de destilación esta sellado herméticamente a través de dos tapas de acero inoxidable en la parte superior e inferior de este, ajustadas por medio de tornillos, tuercas y empaques.

#### 4.3.4 Cálculo de las Dimensiones de los tanques TK8 y TK9

Los tanques TK8 y TK9 son los tanques de recolección del destilado ambos tienen una capacidad de 1 litro y pueden ser construidos en vidrio o acrílico, por tanto sus medidas son las siguientes:

$$V_{TK6} = r^2\pi h = 4.6^2 \times \pi \times 15 \approx 1000 \text{ cm}^3$$



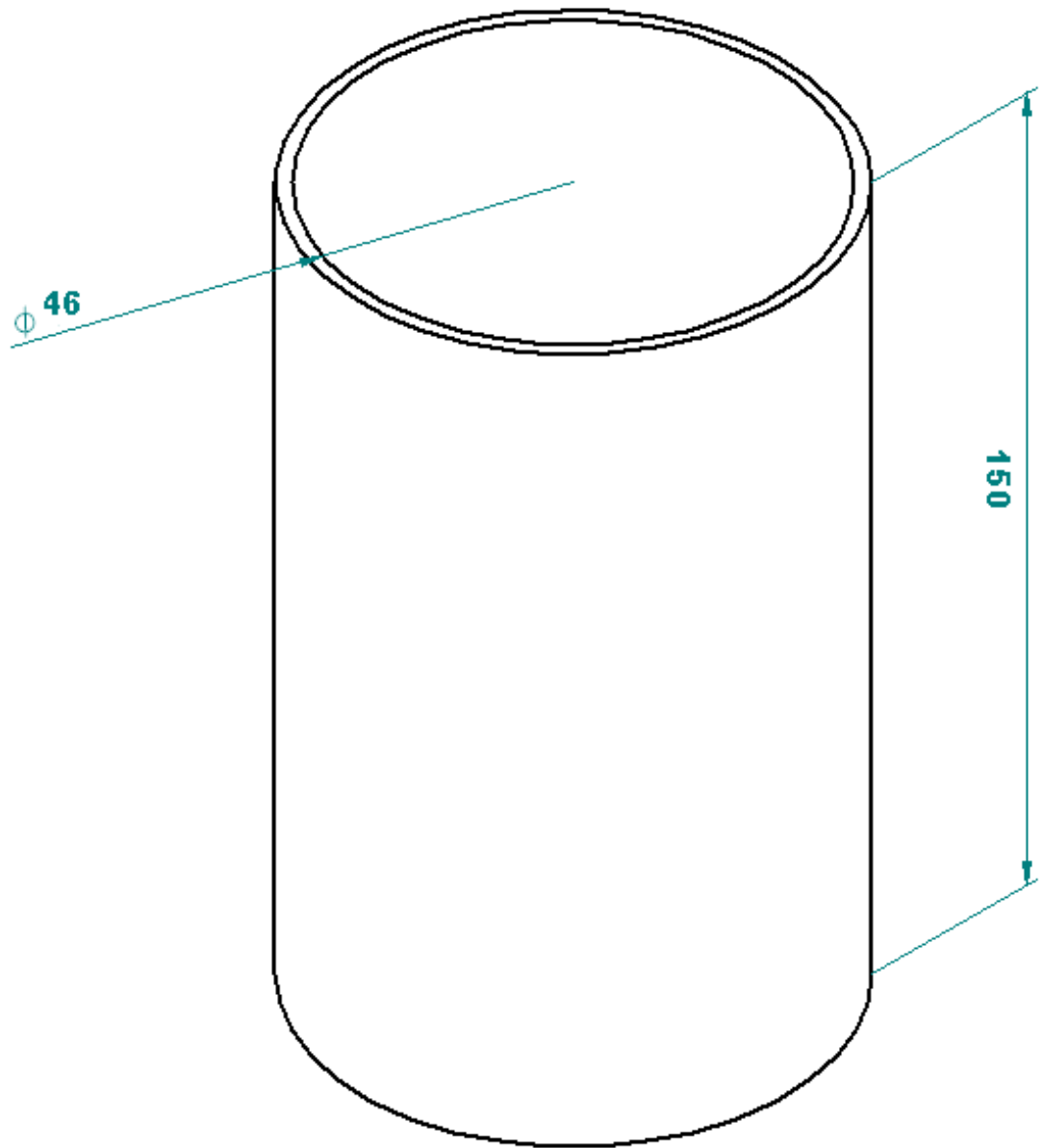


Figura 109. Dimensiones de los Tanques de Recolección de Destilado TK8 y TK9. [11]

**4.3.5 Cálculo de las Dimensiones de la Torre de enfriamiento.** De acuerdo a los cálculos efectuados en la ingeniería básica, la torre de enfriamiento TK3 tendrá una altura de de 1.25m y un área de 25cm x 30cm como se muestra en la figura.

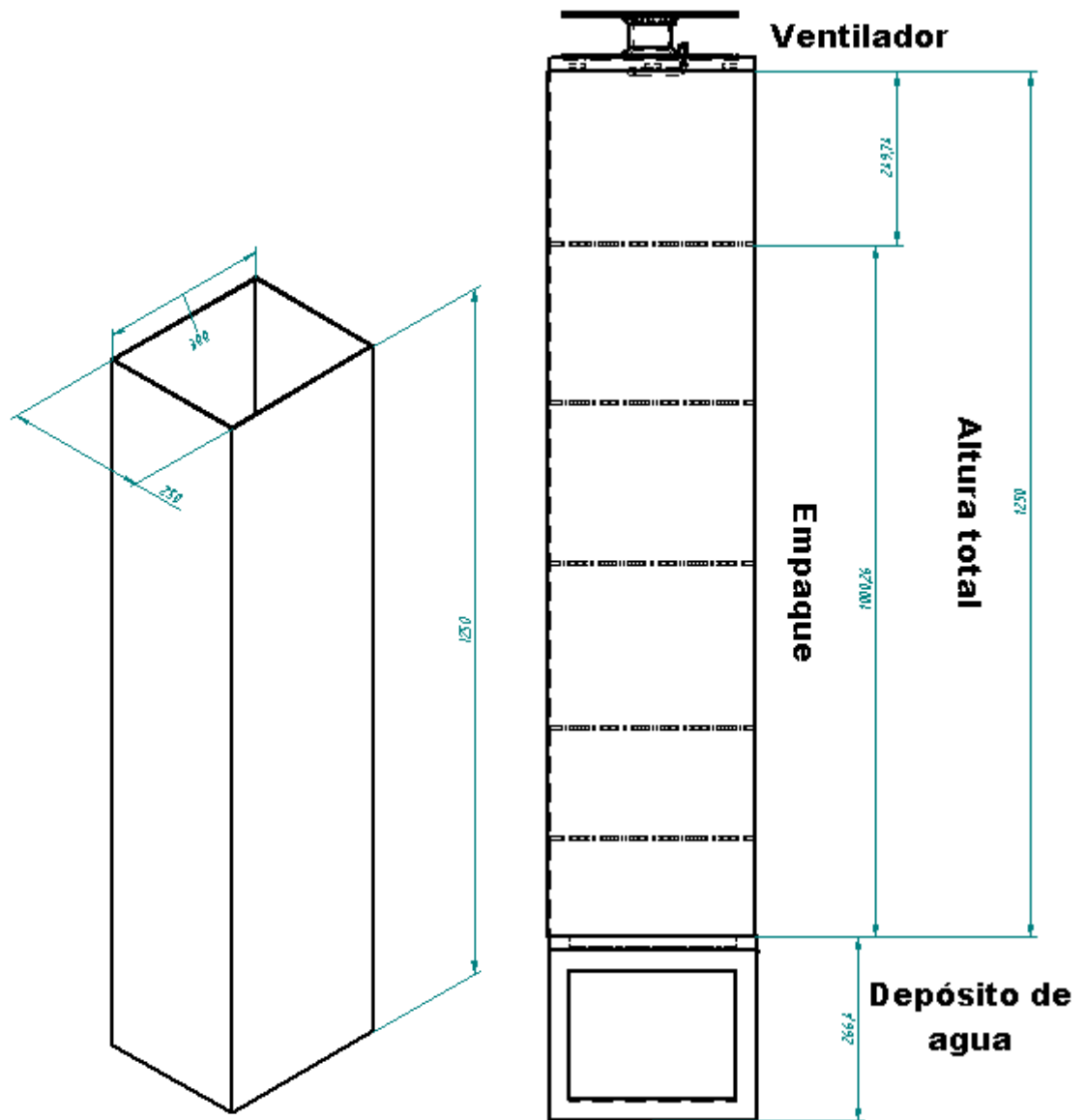


Figura 110. Dimensiones de la torre de enfriamiento TK3. [11]

## 4.4 DISEÑO DE PLANOS Y DIBUJOS

### 4.4.1 Diseño Mecánico del Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques

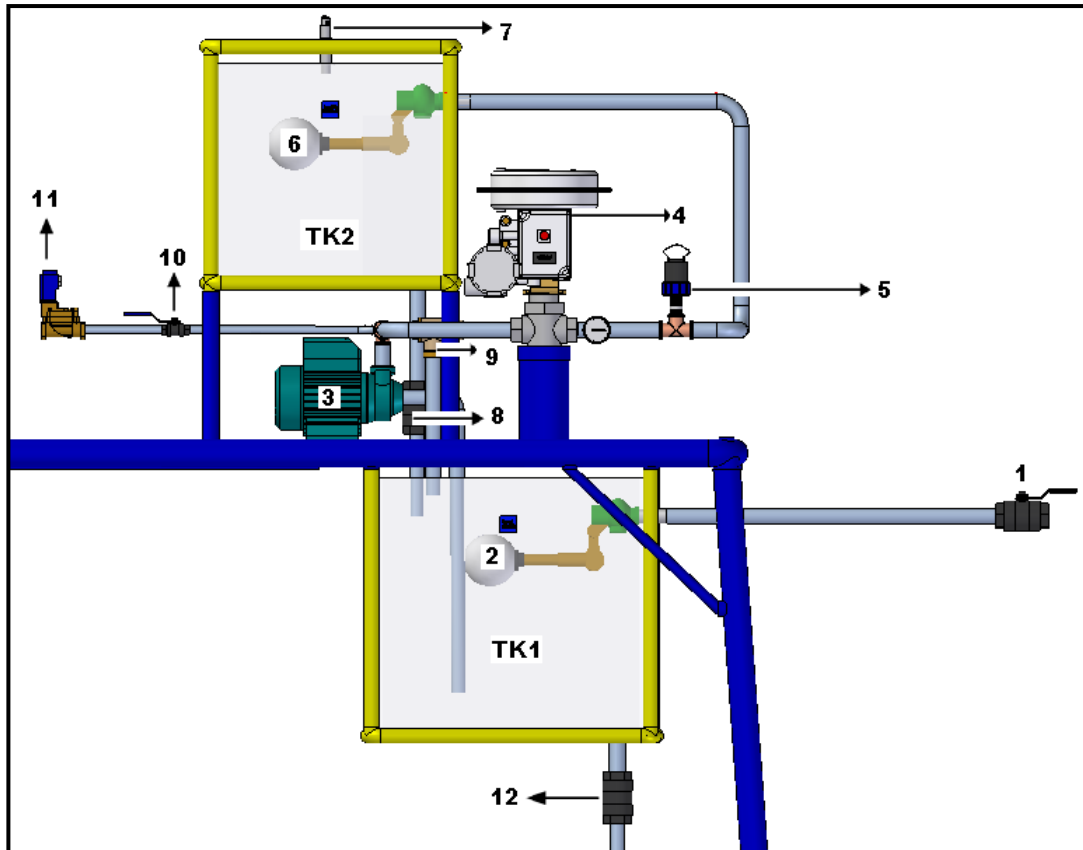


Figura 111. Diseño mecánico del Módulo de Nivel y Volumetría en Tanques.[11]

- 1) Válvula de Ingreso (V-1).
- 2) Válvula de Flotador (V-2).
- 3) Bomba M1.
- 4) Válvula Electro-Neumática (FV-10).
- 5) Sensor de Caudal (FT-10).
- 6) Válvula de Flotador (V-6).
- 7) Sensor Ultrasónico de Nivel (LT-10).
- 8) Válvula de Desagüe (V-5).
- 9) Válvula de Seguridad (V-5).
- 10) Válvula de Regulación de Caudal (V-7).
- 11) Electroválvula de Caudal (FV-30A).
- Válvula de desagüe (V-3).

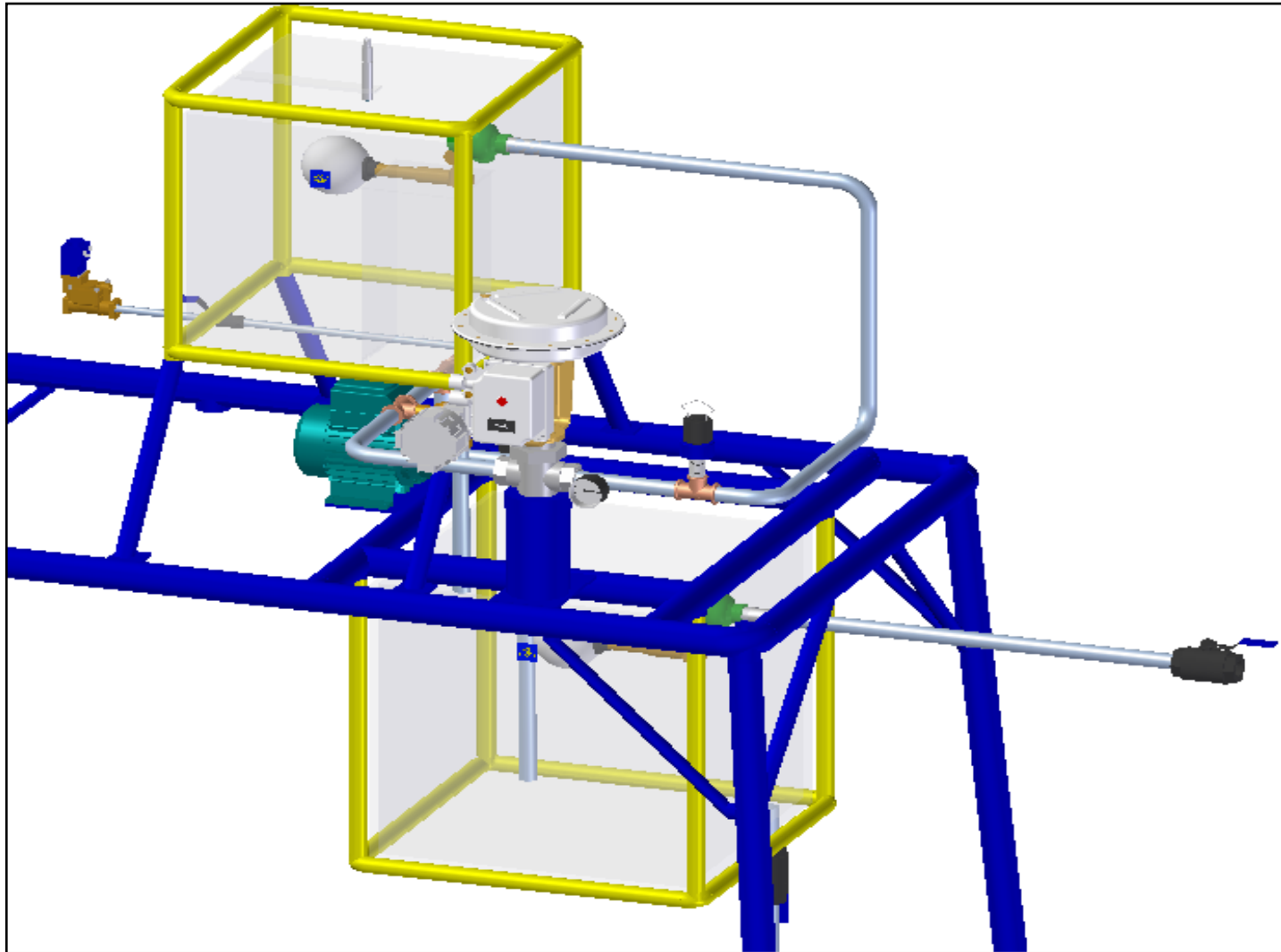


Figura 112. Diseño en Solid Edge del Sistema de Nivel y Volumetría en Tanques- [11]

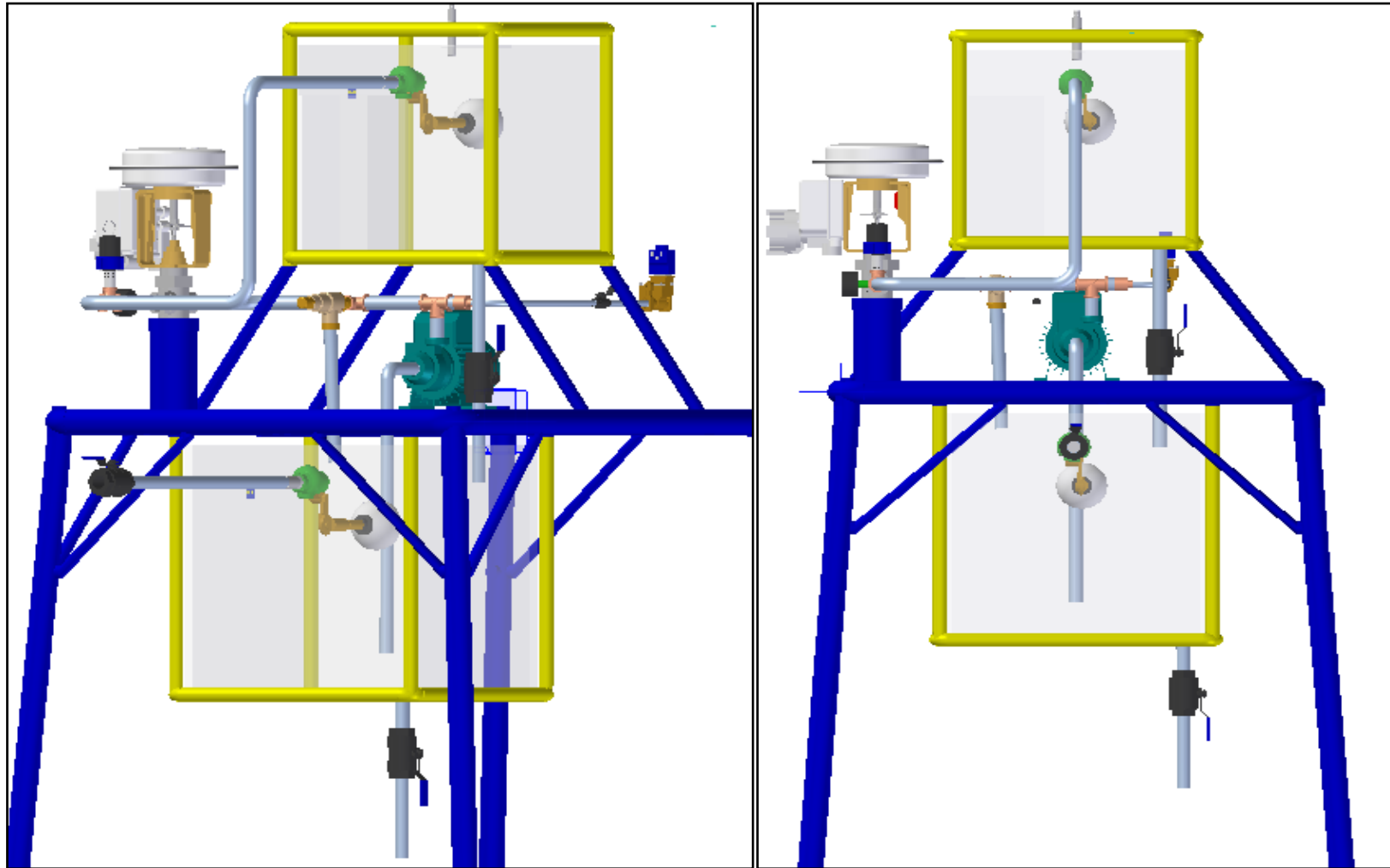


Figura 113. Imágenes del Sistema de Nivel y volumetría en Tanques en distintos ángulos. [11]

#### 4.4.2 Diseño Mecánico del Sistema de Destilación

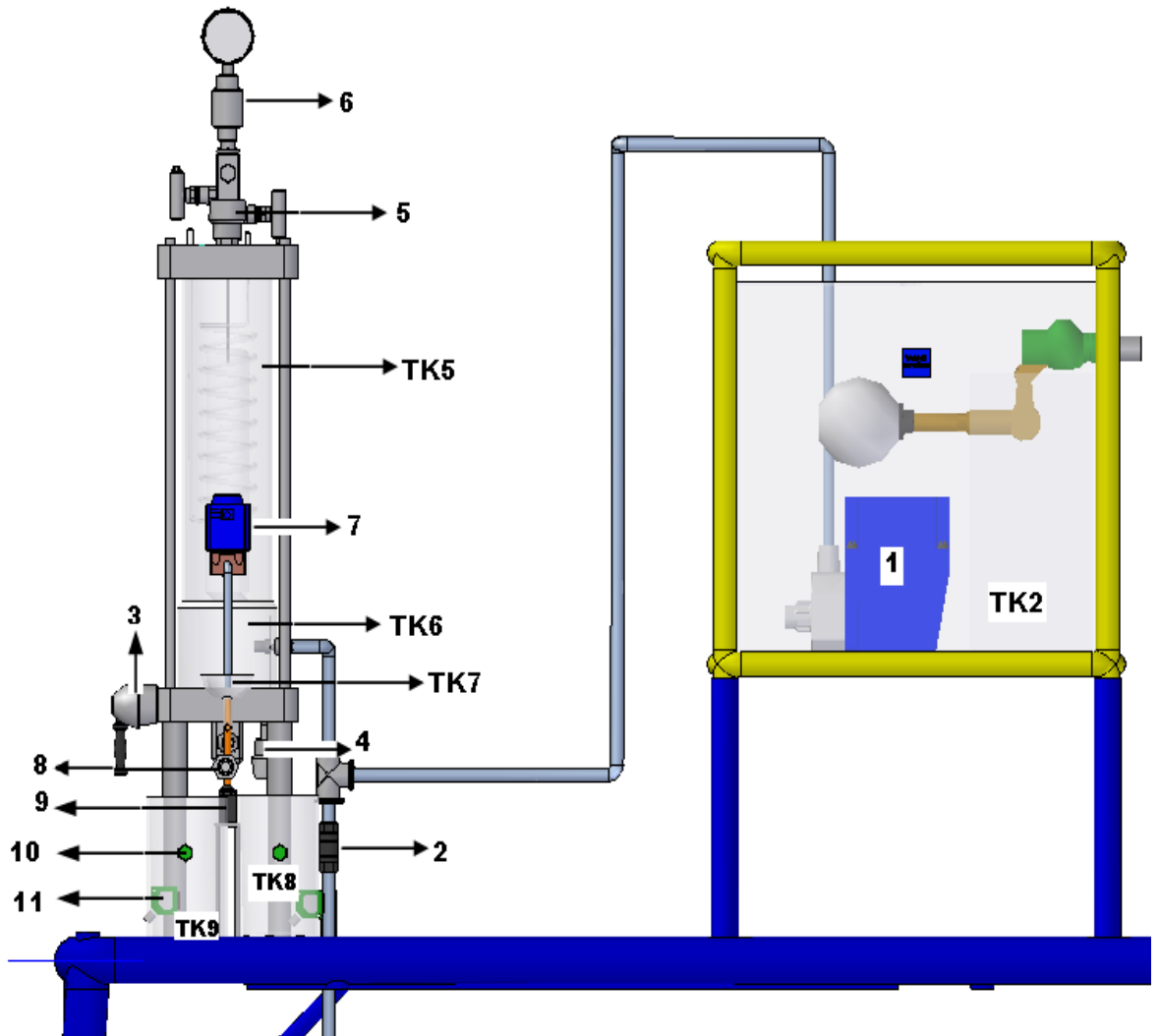


Figura 114. Diseño mecánico del Sistema de Destilación. [11]

- 1) Bomba centrífuga.
- 2) Válvula de desagüe (V-9).
- 3) Resistencia calefactora.
- 4) Sensor de temperatura (TT 30B)
- 5) Sensor de temperatura (TT-30A)
- 6) Sensor de Presión Máxima.
- 7) Electroválvula de Caudal (FV-30B).
- 8) Sensor Inductivo (YT 30)
- 9) Servomotor M3
- 10) y 11) Sensor inductivo de proximidad (LSC 30A).

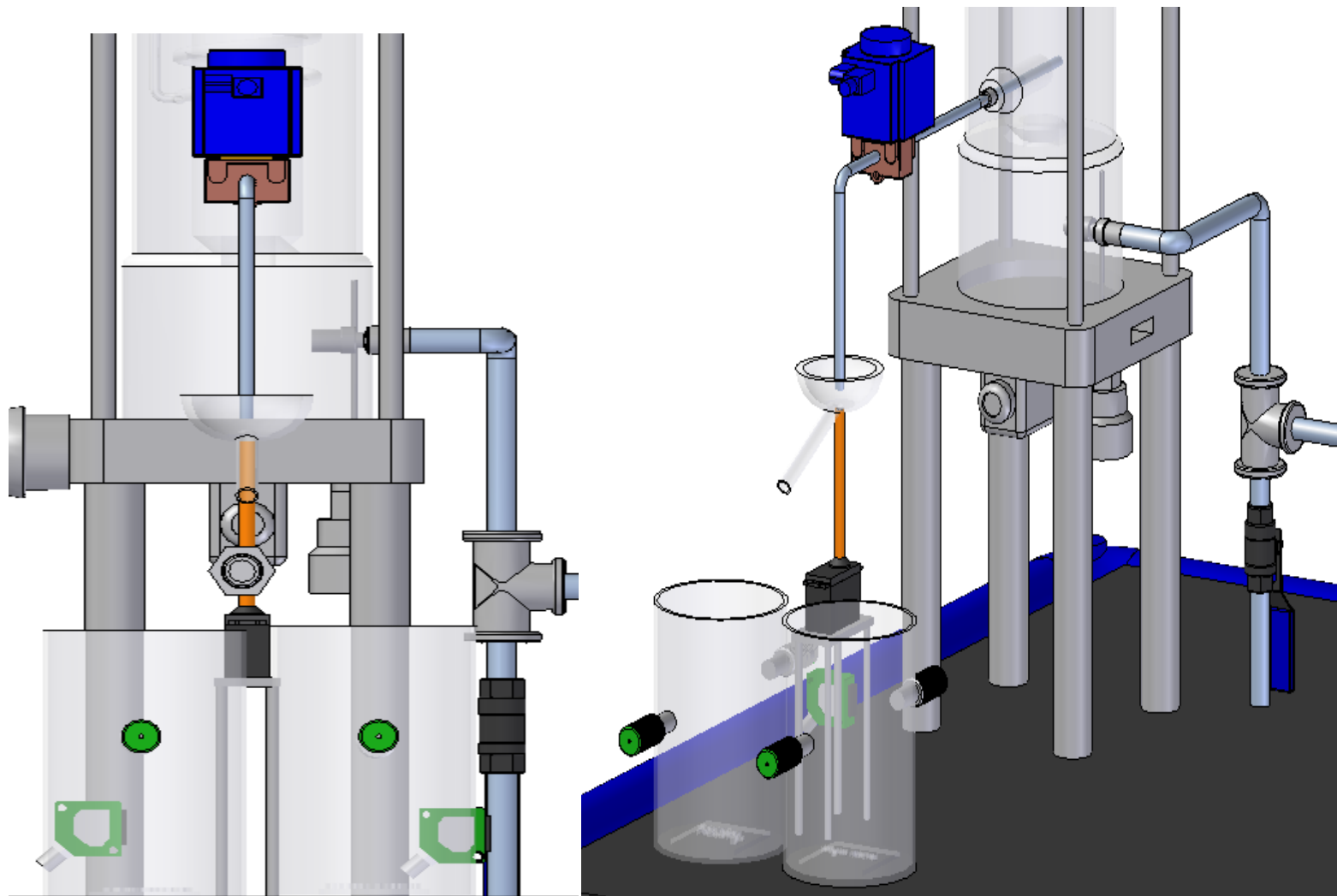


Figura 115. Vista en detalle del Sistema de Recolección de Destilado. [11]

#### 4.4.3 Diseño Mecánico del Módulo de Refrigeración

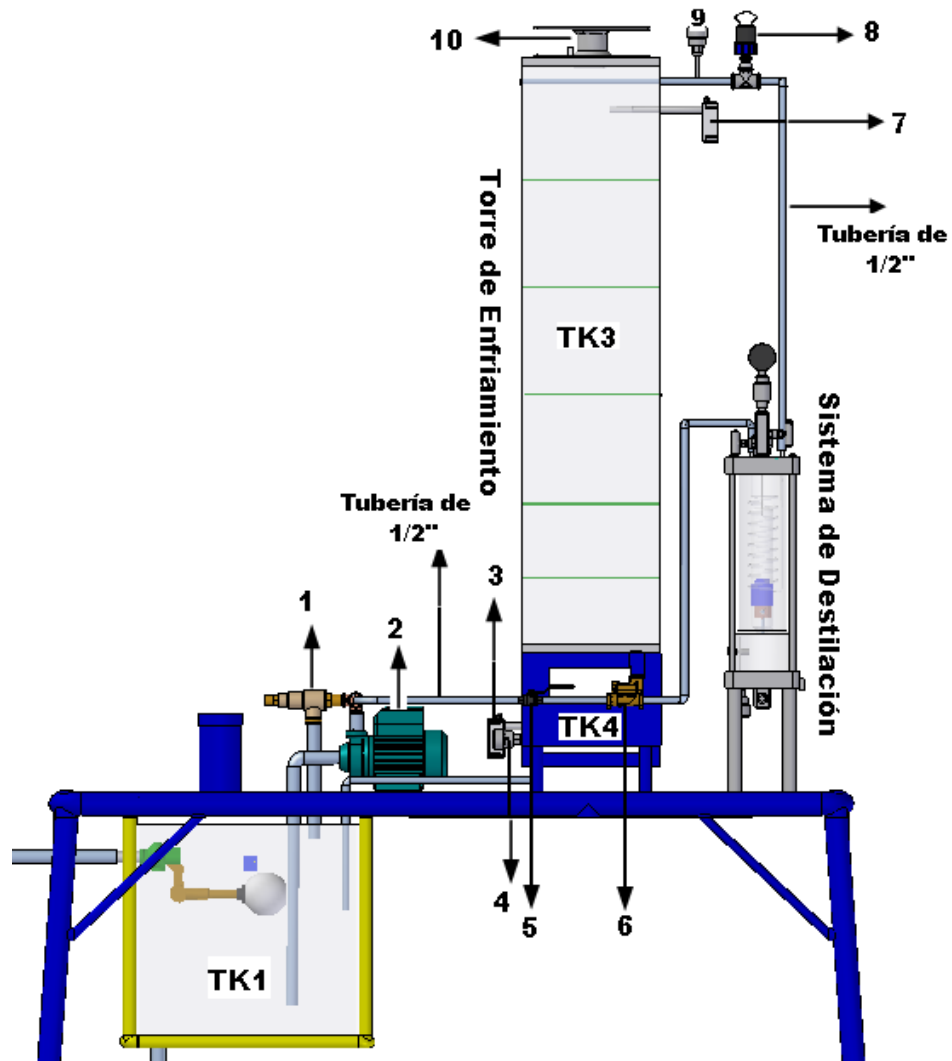


Figura 116. Diseño mecánico del sistema de Refrigeración Torre de Enfriamiento.

- 1) Válvula de Seguridad (V-4).
- 2) Bomba M1.
- 3) Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad (MT/TT 20B).
- 4) Sensor de temperatura (TT-20B).
- 5) Válvula de regulación de caudal (V-7).
- 6) Electroválvula de Caudal (FV-30A).
- 7) Sensor Transmisor de Temperatura y Humedad (MT/TT 20A).
- 8) Sensor de Caudal (FT-30A).
- 9) Sensor de Temperatura (TT-20A).
- 10) Extractor de aire M4.



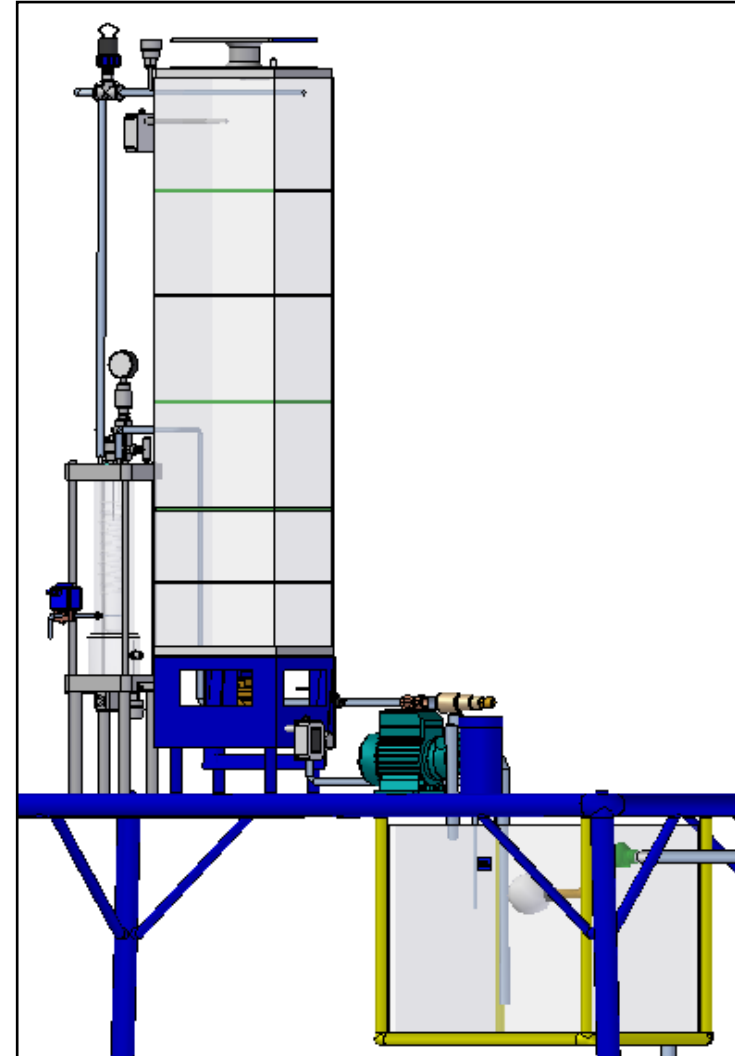
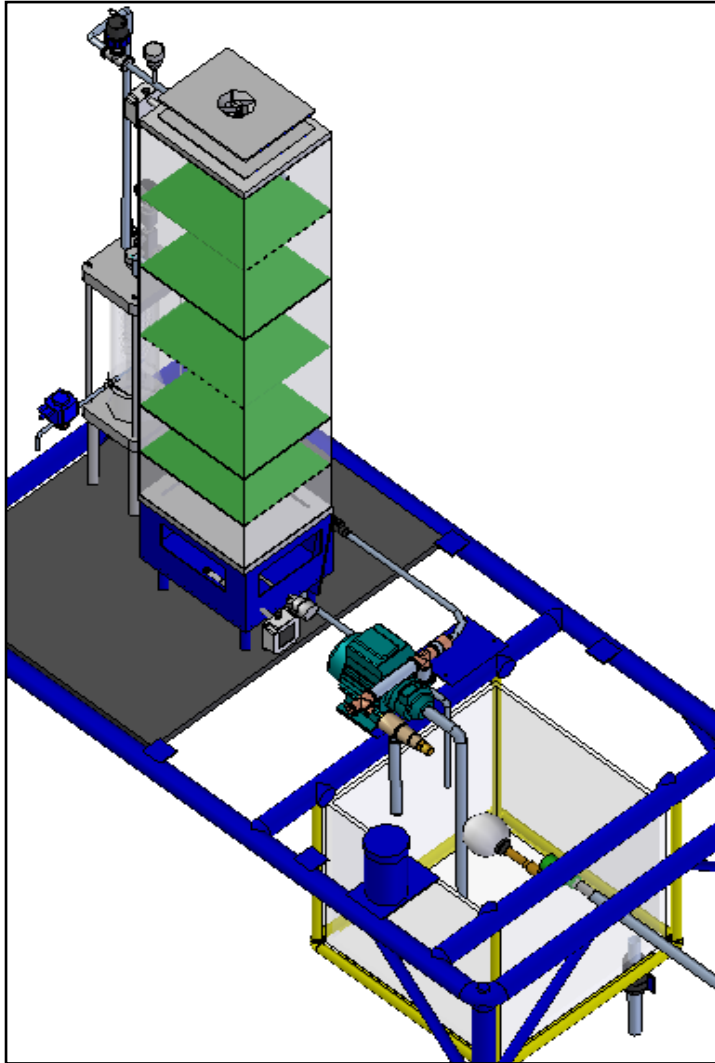


Figura 117. Imágenes del Sistema de Refrigeración Torre de enfriamiento [11]

#### 4.4.4 Diseño Mecánico del Tablero de Control

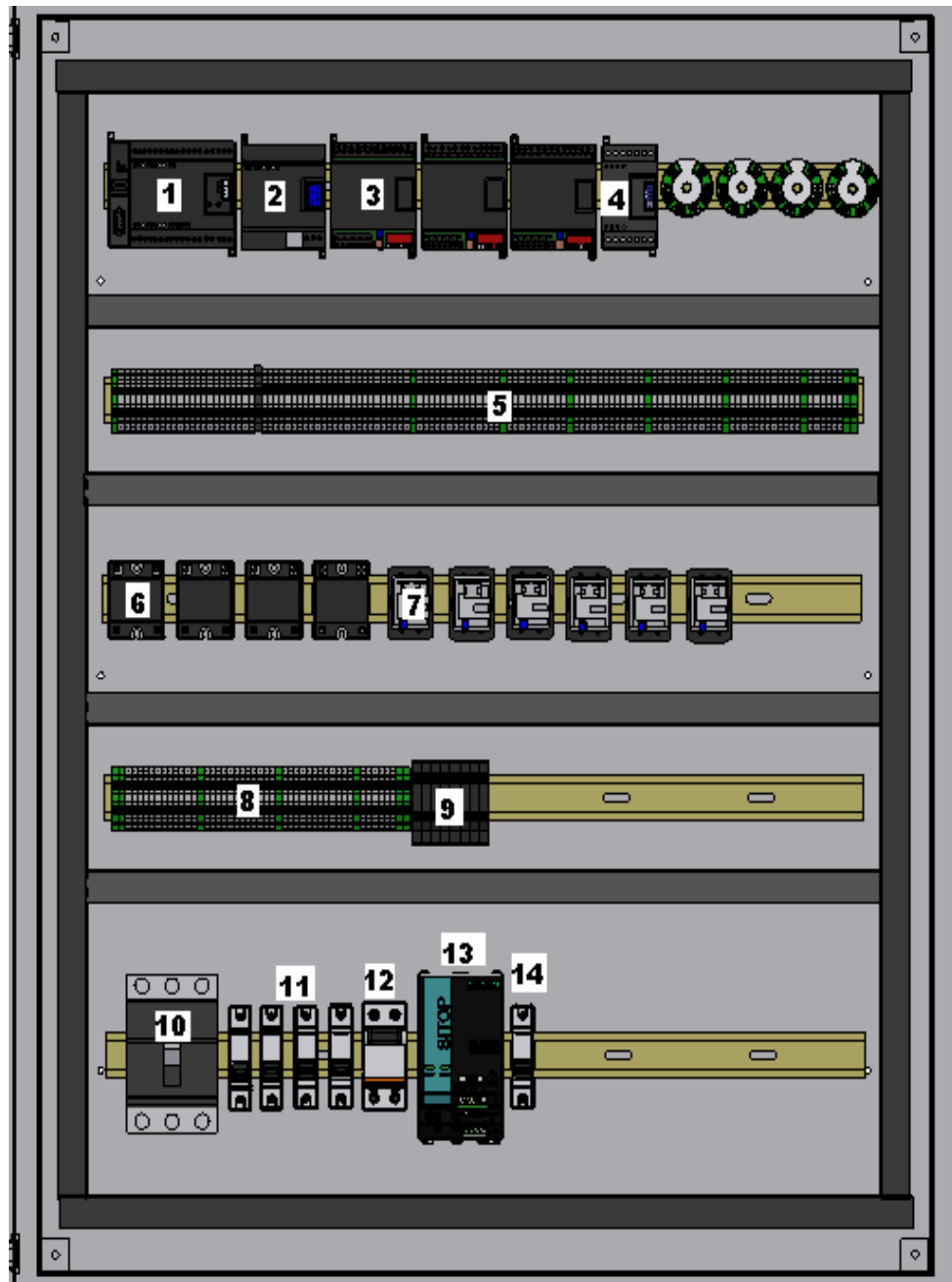


Figura 118. Diseño en Solid Edge del Tablero de Control. [11]

Los elementos que constituyen el tablero de control son:

- 1) CPU 224.

- 2) Modulo de Comunicación CP 243-1
- 3) Módulos EM -231 de 4 Entradas Analogas c/u.
- 4) Modulo EM-232 de 2 Salidas Análogas.
- 5) Borneras de Conexión: +24 VDC, M (Referencia de +24 VDC), Entradas Digitales, Salidas Digitales, Entradas Análogas, Salidas Análogas.
- 6) Sistema de acondicionamiento de señal para 4 salidas digitales (SSR)
- 7) Sistema de acondicionamiento de señal para 6 salidas digitales (Reles Electromagnéticos).
- 8) Borneras de potencia para conexión de L1, L2 , L3 , N.
- 9) Borneras portafusibles para aplicaciones posteriores.
- 10) Totalizador.
- 11) Cuatro(4) Breakers Monopolares.
- 12) Breaker Bipolar.
- 13) Fuente SITOP SMART
- 14) Breaker Monopolar para proteger la linea de +24VDC.
- 15) Transmisores SITRANS TH100.

#### 4.4.5 Diseño Final del Módulo Multiproceso

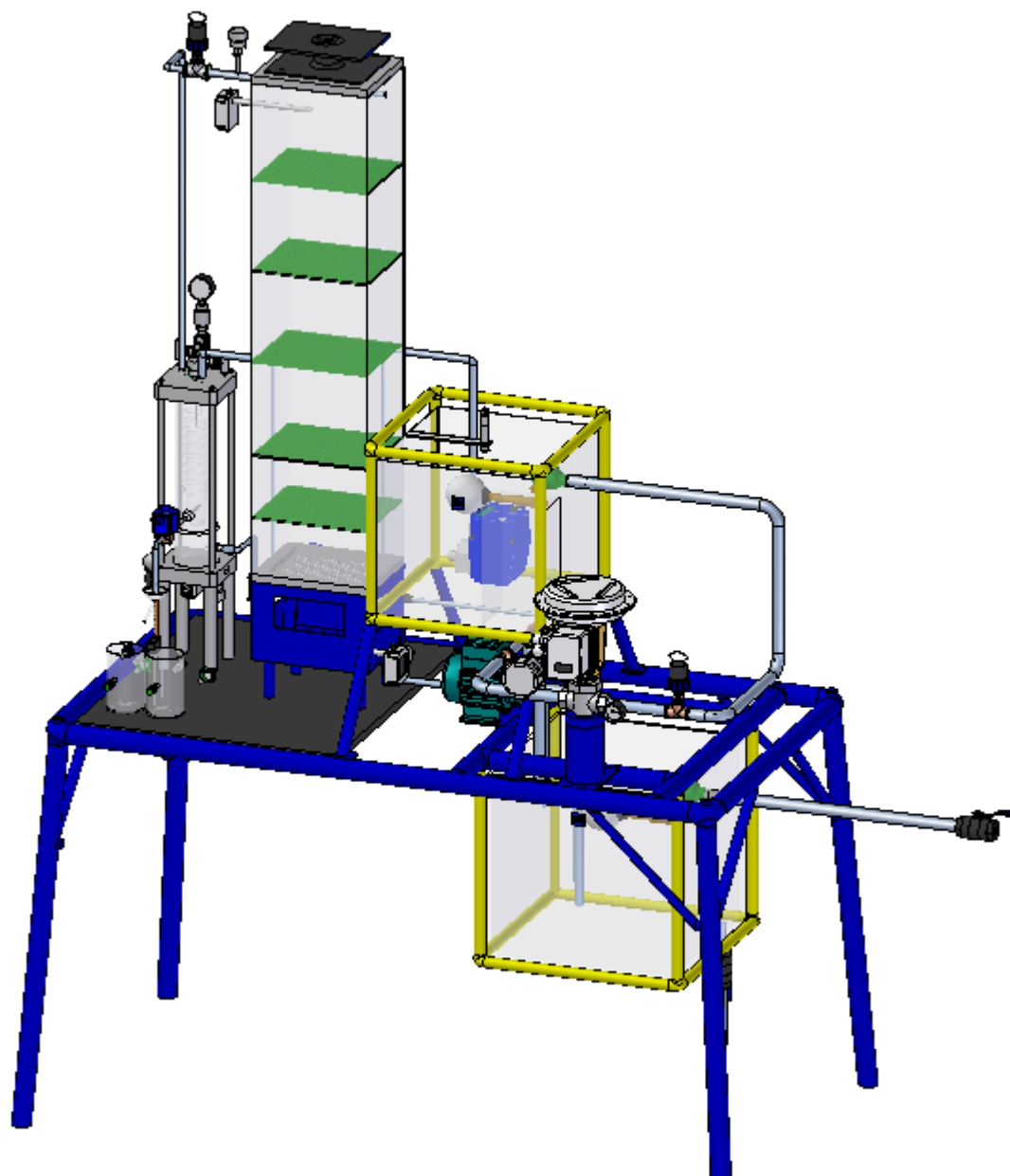


Figura 119. Diseño Final del Módulo Multiproceso [11]

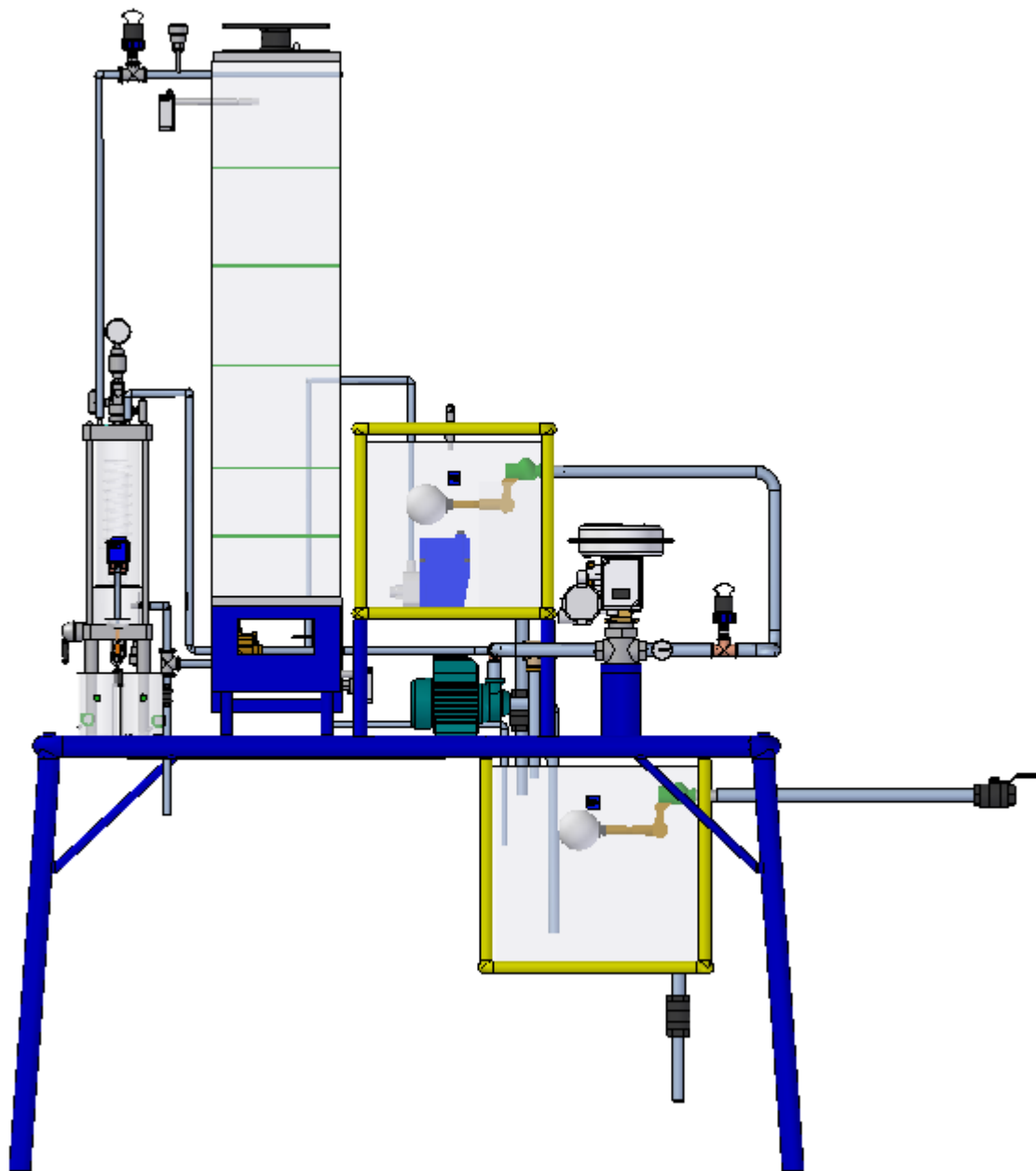


Figura 120. Vista frontal del Módulo Multiproceso [11]

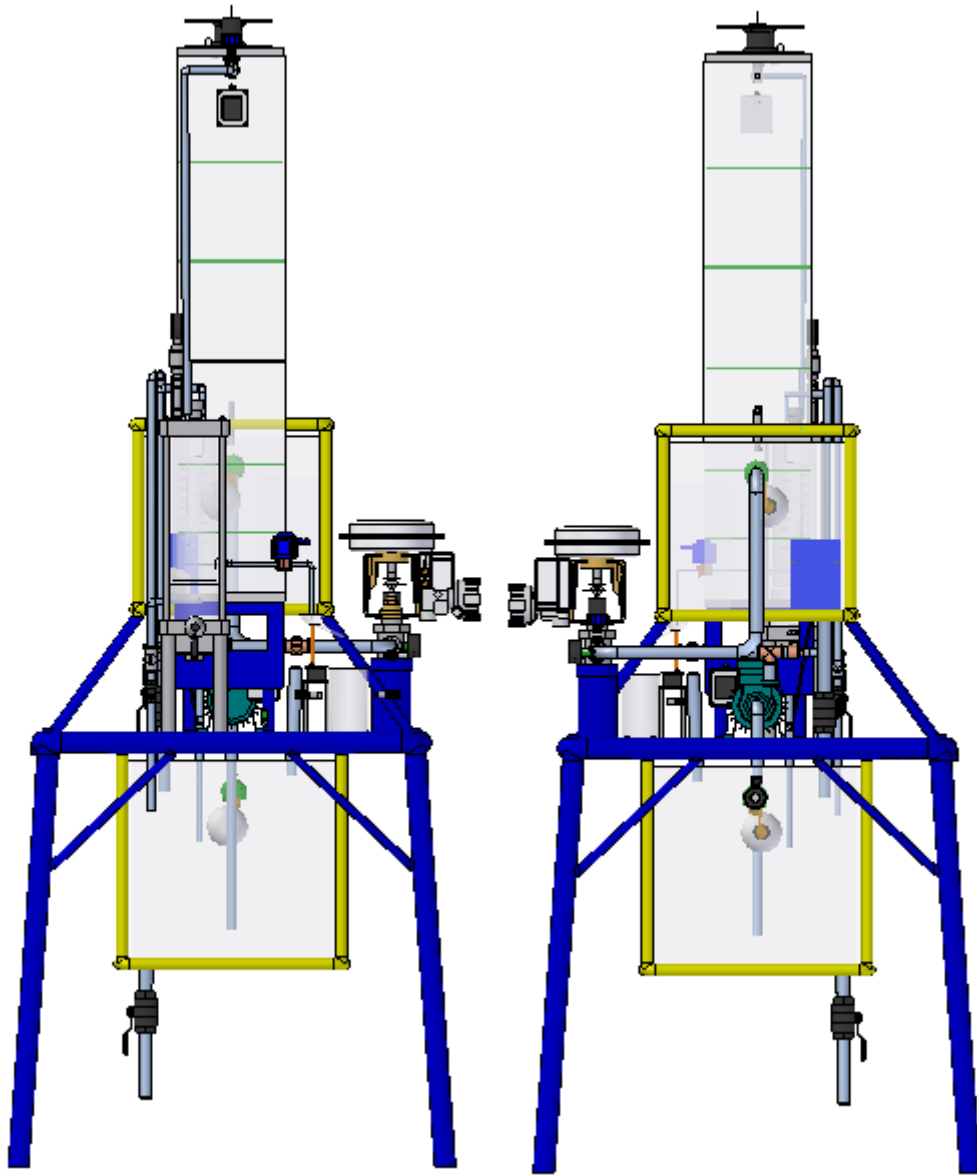
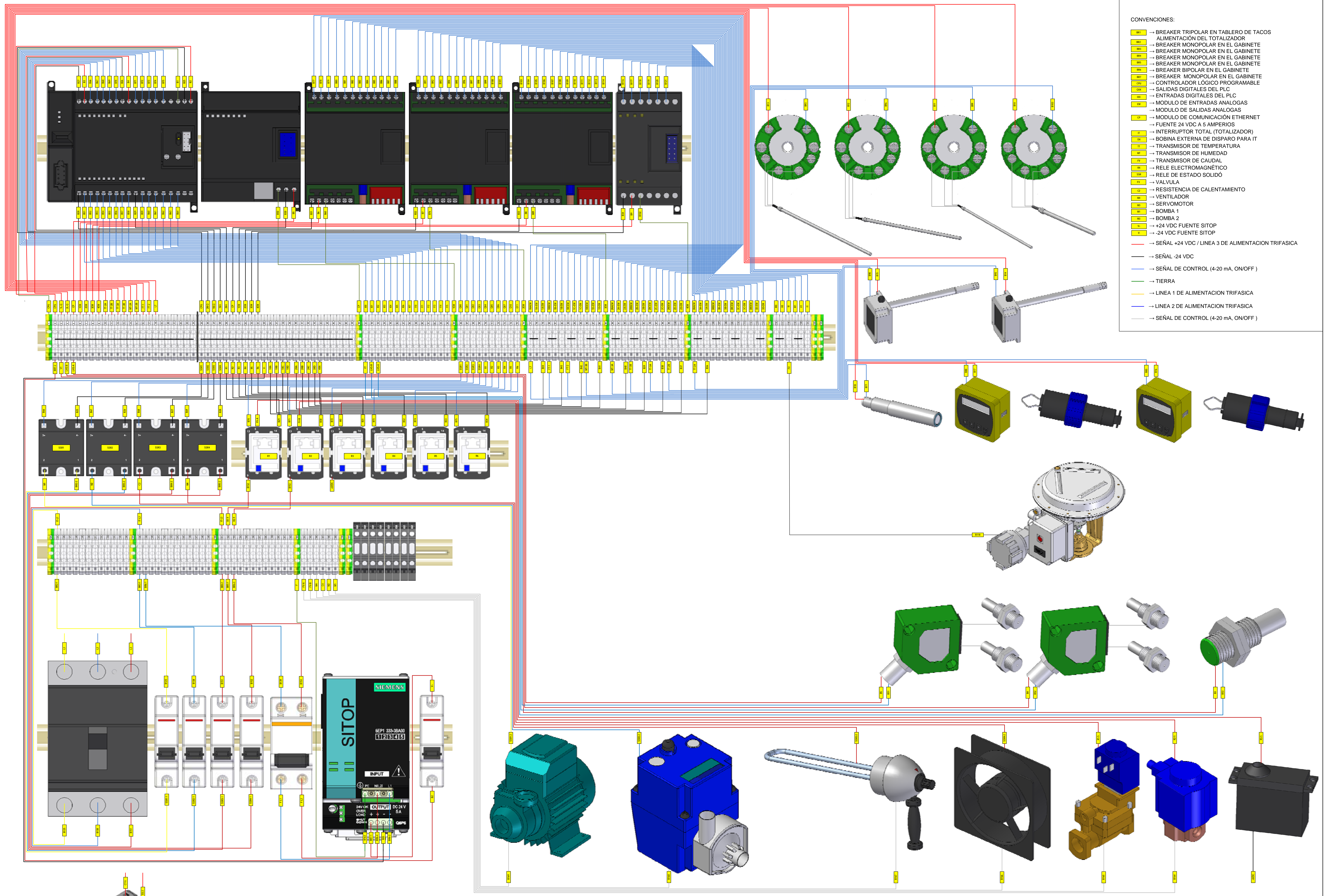


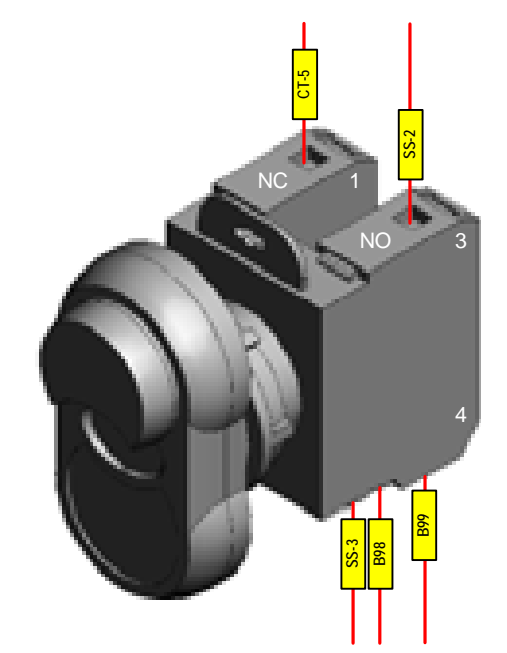
Figura 121. Vistas laterales del Módulo Multiproceso [11]

#### 4.4.6 Plano Eléctrico.



- CONVENCIONES:
- BREAKER TRIPOLAR EN TABLERO DE TACOS
  - ALIMENTACIÓN DEL TOTALIZADOR
  - BREAKER MONOPOLAR EN EL GABINETE
  - BREAKER MONOPOLAR EN EL GABINETE
  - BREAKER MONOPOLAR EN EL GABINETE
  - BREAKER MONOPOLAR EN EL GABINETE
  - BREAKER BIPOLAR EN EL GABINETE
  - BREAKER MONOPOLAR EN EL GABINETE
  - CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE
  - SALIDAS DIGITALES DEL PLC
  - ENTRADAS DIGITALES DEL PLC
  - MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGAS
  - MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGAS
  - MÓDULO DE COMUNICACIÓN ETHERNET
  - FUENTE 24 VDC A 5 AMPERIOS
  - INTERRUPTOR TOTAL (TOTALIZADOR)
  - BOBINA EXTERNA DE DISPARO PARA IT
  - TRANSMISOR DE TEMPERATURA
  - TRANSMISOR DE HUMEDAD
  - TRANSMISOR DE CAUDAL
  - RELE ELECTROMAGNÉTICO
  - RELE DE ESTADO SÓLIDO
  - VALVULA
  - RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO
  - VENTILADOR
  - SERVOMOTOR
  - BOMBA 1
  - BOMBA 2
  - +24 VDC FUENTE SITOP
  - -24 VDC FUENTE SITOP
  - SEÑAL +24 VDC / LINEA 3 DE ALIMENTACION TRIFASICA
  - SEÑAL -24 VDC
  - SEÑAL DE CONTROL (4-20 mA, ON/OFF)
  - TIERRA
  - LINEA 1 DE ALIMENTACION TRIFASICA
  - LINEA 2 DE ALIMENTACION TRIFASICA
  - SEÑAL DE CONTROL (4-20 mA, ON/OFF)

FECHA: 26 MARZO 2010	CONTIENE: PLANO ELÉCTRICO – MÓDULO MULTIPROCESO	DISEÑO: ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS – DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO DIBUJO: ANGELA MARIA SANGUINO RHENALS – DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO	PROYECTO: DESARROLLO DE LAS INGENIERIAS CONCEPTUAL, BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN MÓDULO MULTIPROCESO
 <b>UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA</b> <b>SECCIONAL BUCARAMANGA</b>		GRUPO ING. ELECTRÓNICA: LANGELA MARIA SANGUINO RHENALS – DIEGO FERNANDO RODRIGUEZ OROZCO COORDINADOR DEL PROYECTO: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA	APROBADO POR: COORDINADOR ING. ELECTRÓNICA: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA  REVISADO POR: DIRECTOR ING. ELECTRÓNICA: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA





## 4.5 PRESUPUESTO FINAL

### 4.5.1 Presupuesto de la Instrumentación del Módulo Multiproceso

Item	Nombre	Ident.	Especificación	Distribuidor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total +IVA *(Cotización del Dólar Aprox: \$2.200 )
1	Sensor de Caudal	FT-10	R-32500-00 Sensor de Flujo Rotor X+GF+SIGNET 1"	Cole-Parmer Colombia.	1	U\$ 518	<b>\$ 1.321.936</b>
2		FT-30	R-32500-00 Sensor de Flujo Rotor X+GF+SIGNET ½"	Cole-Parmer Colombia.	1	U\$ 518	<b>\$ 1.321.936</b>
3	Transmisor de Caudal	FT-10, FT-30	R-05631-00 Transmisor Totalizador de Flujo +GF+SIGNET	Cole-Parmer Colombia.	2	U\$ 679	<b>\$ 3.465.616</b>
4	Kit de montaje del transmisor de caudal	FT-10, FT-30	R-05631-50	Cole-Parmer Colombia	2	U\$ 92	<b>\$ 469.568</b>
5	Sensor Transmisor de Nivel	LT-10	3RG6233-3LS00 SIMATIC PXS830	Sensomatic del Oriente	1	\$ 932.800	<b>\$ 1.082.048</b>
6	Sensor de Temperatura	TT-20 <sup>a</sup>	RTD PT100 bulbo de 5 cm * 1/8" conexión de ½ NPT con cabezal industrial	Sensomatic del Oriente	1	\$ 172.000	<b>\$ 199.520</b>
7		TT-20B	RTD PT100 bulbo de 10 cm * 1/8" conexión de ½ NPT con cabezal industrial		1	\$ 172.000	<b>\$ 199.520</b>
8		TT-30A	RTD PT100 bulbo de 12 cm * 1/8" conexión de ½ NPT con cabezal industrial		1	\$ 182.000	<b>\$ 211.120</b>



9		TT-30B	RTD PT100 bulbo de 11 cm * 1/8" conexión de ½ NPT con cabezal industrial		1	\$ 182.000	<b>\$ 211.120</b>
10	Transmisor de Temperatura	TT-20A, TT- 20B, TT-30A, TT-30B	SITRANS TH100		4	\$ 237.900	<b>\$ 1.103.860</b>
11	Sensor y transmisor de temperatura y humedad	MT/TT-20A MT/TT-20B	THD-D1-C Temperature Humidity Double	Sensomatic del Oriente	2	\$ 538.000	<b>\$ 1.248.160</b>
12	Interruptor de Nivel alto	LHS-30A LHS-30B	Fibra óptica plástica longitud 2 metros, tipo barrera, alcance de 400 mm Siemens  Ref. 3RX7 007	Sensomatic del Oriente	2	\$ 133.000	<b>\$ 308.560</b>
			BERO para conductores de fibra óptica, cuerpo plástico reforzado de fibra de vidrio, alimentación 10 a 34 Vdc, 4 hilos salida PNP Siemens  Ref. 3RG7013-0CC00		2	\$ 296.000	<b>\$ 686.720</b>
13	Sensor transmisor de posición	YT-30A	Sensor de proximidad Inductivo PRCM18-8DN autonics	Grupo SIATEC Itlda.	1	\$ 96.000	<b>\$ 111.360</b>
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 11.941.044</b>

Tabla 55. Presupuesto de la Instrumentación del Módulo Multiproceso. [11]

#### 4.5.2 Presupuesto de los equipos del Módulo Multiproceso

Item	Nombre	Ident.	Especificación	Distribuidor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total+IVA
1	Válvula Solenoide de Caudal	FV-30 <sup>a</sup>	Válvula solenoide danfoss en bronce, 2/2, normalmente cerrada, conexión de 1/2", presión diferencial 0,1 a 20bar, junta en FKM, con bobina de cable a 110v EV220B 15B	Sensomatic del Oriente	1	\$ 221.800	\$ 257.288
2	Válvula Solenoide de Caudal	FV-30B	Válvula solenoide danfoss en bronce, 2/2, normalmente cerrada, conexión de 1/4", presión diferencial 0 a 20bar, junta en FKM, con bobina de cable a 110v EV210B 2.0B	Sensomatic del Oriente	1	\$ 190.900	\$ 221.444
			Kit danfoss N.O. para convertir válvula N.C. (FKM)		1	\$ 129.000	\$ 149.640
3	Motobomba 2	M2	Bomba Centrífuga de doble Propósito de Little Giant con referencia 2E-38N	Grupo SIATEC Ltda.	1	\$ 387.931	\$ 450.000
4	Servomotor	M3	Servomotor Parallax	Grupo SIATEC Ltda.	1	\$ 49.000	\$ 56.840
5	Estractor de Aire	M4	VENTILADOR FONSONING FSY20060X115H	Grupo SIATEC Ltda.	1	\$ 31.050	\$ 36.018
6	Resistencia Calefactora	C2	Alimentación: 115 VAC Potencia: 500 Watt Inmersión en el Agua Rango de Temperatura: Amb. a 100°C Material: Acero Inoxidable	Resistencias Santander	1	\$ 400.000	\$ 464.000
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 1.635.230</b>

Tabla 56. Presupuesto de Equipos del Módulo Multiproceso [11]

#### 4.5.3 Presupuesto de Acondicionadores de Señal y Equipos de Protección Eléctrica

Item	Especificación	Distribuidor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total+IVA
1	Taco Termomagnetico Tripolar del Tablero de Automaticos 3x20A Luminex Legrand	Electrovera	1	\$ 46.930	<b>\$ 54.439</b>
2	Totalizador del Tablero de Control/20A (EZC100N3020) Schneider Electric	Electrovera	1	\$ 106.260	<b>\$ 123.262</b>
3	Bobina de Disparo MN (EZAUVR110AC) Schneider Electric	Electrovera	1	\$ 97.504	<b>\$ 113.105</b>
4	Interruptor Termomagnético Bipolar C60N Referencia: 24332	Electrovera	1	\$ 67.760	<b>\$ 78.602</b>
5	Interruptor Termomagnético Bipolar C60N Referencia: 24399	Schneider Electric	1	\$ 16.800	<b>\$ 19.488</b>
6	Interruptor de Protección para Circuitos de Corriente Continua C60H-DC 1P 2A C Referencia: MGN61502	Schneider Electric	1	\$ 44.400	<b>\$ 51.504</b>
7	Bases para Relé enchufable Tipo Universal 14 Pines (RXZE2M114M) Schneider Electric	Electrovera	6	\$ 16.280	<b>\$ 113.309</b>
8	Relé Enchufable Tipo Universal 14 Pines 220Vac/10A (RXM4AB2P7D) Bobina: +24 DC Schneider Electric	Electrovera	6	\$ 23.848	<b>\$ 165.982</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 719.691</b>

Tabla 57. Presupuesto de Acondicionadores de Señal y Protecciones Eléctricas en el Módulo Multiproceso [11]

#### 4.5.4 Presupuesto de Válvulas en el Módulo Multiproceso

Item	Especificación	Ident.	Distribuidor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total+IVA
1	Válvula flotador en bronce 1" NPT hembra x150psi, marca Helbert	V2, V6	Sensomatic del Oriente	2	\$ 145.800	\$ 338.256
2	Válvula bola inoxidable, de 1" NPT hembra x1000lb, marca Genebre	V5	Sensomatic del Oriente	1	\$ 87.000	\$ 100.920
3	Válvula bola inoxidable, de 1/2" NPT hembra x1000lb, marca genebre	V7	Sensomatic del Oriente	1	\$ 48.000	\$ 55.680
4	Válvula de alivio de 1/4" macho, inoxidable, 3 a 13bar, marca Abac	V8	Sensomatic del Oriente	1	\$ 204.000	\$ 236.640
5	válvula bola inoxidable, de 1/4"npt hembra x1000lb, marca Genebre	V9	Sensomatic del Oriente	1	\$ 43.500	\$ 50.460
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 781.956</b>

Tabla 58. Presupuesto de válvulas en el Módulo Multiproceso [11]

#### 4.5.5 Presupuesto del PLC Siemens S7-200

Item	Especificación	Distribuidor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	CPU 224, fuente 24 vdc, 14DI a 24 vdc/ 10 DO a 24 vdc, mem 8 kb, 1 puerto mpi/ppi, 7 módulos de ampliación máx. marca Siemens Ref. 6ES7214-1AD23-0XB0	Sensomatic del Oriente	1	\$ 942.600	\$ 1.093.416
2	Módulos de ampliación de 4 entradas análogas marca Siemens EM231 Ref. 6ES7231-0HC22-0XA0	Sensomatic del Oriente	3	\$ 537.000	\$ 1.868.760

3	Modulo de ampliación de 2 salidas análogas marca siemens EM 232 Ref 6ES7232-0HB22-0XA0	Sensomatic del Oriente	1	\$ 585.600	<b>\$ 679.296</b>
4	Interface industrial ethernet, 10/100 MBITS TCP/IP OPC para S7-200, marca Siemens Ref. 6GK7243-1EX00-0XE0	Sensomatic del Oriente	1	\$ 1.260.000	<b>\$ 1.461.600</b>
5	cable interface USB/PPI para comunicación y programación PC/S7-200 Ref. 6ES7901-3DB30-0XA0	Sensomatic del Oriente	1	\$ 419.400	<b>\$ 486.504</b>
6	Fuente SITOP SMART 24 VDC A 5 A. marca Siemens Ref. 6EP1333-2BA01	Sensomatic del Oriente	1	\$ 477.300	<b>\$ 553.668</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 6.143.244</b>

Tabla 59. Presupuesto del PLC S7-200 Siemens del Módulo Multiproceso. [11]

#### 4.5.6 Presupuesto de la Tubería del Módulo Multiproceso

Item	Especificación	Distribuidor	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Tramos de Tubería de 1" Hierro Galvanizado (Longitud del Tramo: 6 metros)	Reycol	2	\$92.000 (+IIVA)	<b>\$184.000</b>
2	Tramos de Tubería de ½" Hierro Galvanizado (Longitud del Tramo: 6 metros)	Reycol	2	\$45.000 (+IVA)	<b>\$90.000</b>
3	Tramos de Tubería de ¼" Hierro Galvanizado (Longitud del Tramo: 6 metros)	Reycol	1	\$40.000 (+IVA)	<b>\$40.000</b>

4	T Unión de Tubería 1" Hierro Galvanizado	Reycol	4	\$5.000 (+IVA)	<b>\$20.000</b>
5	T Unión de Tubería ½" Hierro Galvanizado	Reycol	4	\$2.300 (+IVA)	<b>\$9.200</b>
6	T Unión de Tubería ¼" Hierro Galvanizado	Reycol	3	\$1.800 (IVA)	<b>\$5.400</b>
7	Codos 1" Hierro Galvanizado	Reycol	7	\$3.500 (+IVA)	<b>\$24.500</b>
8	Codos ½" Hierro Galvanizado	Reycol	10	1.440 (+IVA)	<b>\$14.400</b>
9	Codos ¼" Hierro Galvanizado	Reycol	3	\$1.940 (+IVA)	<b>\$5.820</b>
10	Racores 1" a ½" Hierro Galvanizado Tipo Buje	Reycol	2	\$1.600 (+IVA)	<b>\$3.200</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$396.520</b>

Tabla 60. Presupuesto de la Tubería del Módulo Multiproceso [11]

#### 4.5.7 Presupuesto de Accesorios de Montaje y Cableado

Cantidad	Concepto	Valor Unitario	Valor Total + IVA	Proveedor Sugerido
200	Borna Universal 12-24 LEGRAND	\$ 2.550,0	\$ 591.600,0	ElectrOriente
20	Borna para Tierra 12 LEGRAND	\$ 9.500,0	\$ 220.400,0	ElectrOriente
10	Borna Portafusible LEGRAND	\$ 11.400,0	\$ 132.240,0	ElectrOriente
5	Placa de Separación para Borna Universal	\$ 2.900,0	\$ 16.820,0	ElectrOriente
6	Peine Puenteador de 10 Polos para Borna Universal	\$ 11.500,0	\$ 80.040,0	ElectrOriente
500	Marcación para Borna LEGRAND	\$ 72,0	\$ 41.760,0	ElectrOriente
6 Mts	Riel OMEGA Perforado	\$ 2.500,0	\$ 17.400,0	ElectrOriente
4	Bolsa de Terminal Rojos 18 AWG	\$10.000,0	\$46.400,0	ElectrOriente
1	Bolsa de Terminal Amarillo 12 AWG	\$ 15.000,0	\$ 17.400,0	ElectrOriente
1	Bolsa de Terminal Azul 14 AWG	\$ 13.000,0	\$ 15.080,0	ElectrOriente
10	Caja de Marquillas Mixtas Números DEXSON	\$ 7.500,0	\$ 87.000,0	ElectrOriente
30	Caja de Marquilla Signos y Letras DEXSON	\$ 2.550,0	\$ 88.740,0	ElectrOriente
6 Mts	Canaleta Gris Ranurada 40mm Ancho X 60mm Alto	\$ 11.850,0	\$ 41.238,0	ElectrOriente
2 Mts	Canaleta Gris Ranurada 25mm Ancho X60mm Alto	\$ 10.500,0	\$ 12.180,0	ElectrOriente
5 Mts	Cable Encauchetado AWG 2X12	\$ 3.600,0	\$ 20.880,0	ElectrOriente
5 Mts	Cable Encauchetado AWG 2X14	\$ 2.100,0	\$ 12.180,0	ElectrOriente
10 Mts	Cable Encauchetado AWG 3X12	\$ 4.200,0	\$ 48.728,0	ElectrOriente
10 Mts	Cable Encauchetado AWG 3X18	\$ 1.200,0	\$ 13.920,0	ElectrOriente
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Rojo	\$ 260,0	\$ 30.160,0	Electrovera

100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Verde	\$ 260,0	\$ 30.160,0	Electrovera
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Azul	\$ 260,0	\$ 30.160,0	Electrovera
100 Mts	Cable VEHICULO AWG 18 Color Negro	\$ 260,0	\$ 30.160,0	Electrovera
10 Mts	Alambre desnudo 14AWG	\$ 345,0	\$4.002,0	Electrovera
1	Bolsa de Amarres Plásticos de 100 Unidades de 2"	\$ 500,0	\$ 580,0	ElectrOriente
10 Mts	Manguera FLEXICONDUIT 1"	\$ 5800,0	\$ 67.280,0	ElectrOriente
2	Conector Recto Coraza de 1"	\$ 4.700,0	\$ 10.904,0	ElectrOriente
1	Conector Curvo Coraza de 1"	\$ 4.998,0	\$ 5798,0	Electrovera
1	Bolsa de Base Adhesiva DEXSON por 100 Unidades	\$ 14.200,0	\$ 16.472,0	Electrovera
1	Rollo Cinta Doble FAZ 5 Metros x 3/4 DEXSON	\$ 4.500,0	\$ 5.220,0	ElectrOriente
1	Trabajo en Vidrio del Boiler de Destilación, Tanques de Destilado y Torre de Enfriamiento	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	-
<b>TOTAL INVERSIÓN EN ACCESORIOS DE MONTAJE Y CABLEADO</b>			<b>\$ 6.677.474</b>	

Tabla 61. Presupuesto de los Accesorios de Montaje y Cableado del Módulo Multiproceso [11]



#### 4.5.8 Presupuesto Total del Módulo Multiproceso

Item	Características	Total
1	Presupuesto de la Instrumentación del Módulo Multiproceso	\$ 11.941.044
2	Presupuesto de los Equipos de Módulo Multiproceso	\$ 1.635.230
3	Presupuesto de Acondicionadores de Señal y Protecciones Eléctricas en el Módulo Multiproceso	\$ 719.691
4	Presupuesto de las Válvulas en el módulo Multiproceso	\$ 781.956
5	Presupuesto del PLC S7-200 Siemens del Módulo Multiproceso	\$ 6.143.244
6	Presupuesto de la Tubería en el Módulo Multiproceso	\$396.520
7	Presupuesto de los Accesorios de Montaje y Cableado en el Módulo Multiproceso	\$ 6.677.474
<b>Presupuesto Final Total</b>		<b>\$28.295.159</b>

Tabla 62. Presupuesto Total del Módulo Multiproceso [11]

#### 4.6 HOJA DE DATOS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

VER ANEXOS A – M

## **METODOLOGÍA**

Para realizar un proyecto de ingeniería de manera óptima, se requiere ser capaz de cumplir cabalmente sus fases, las cuales son gestación, ejecución y gestión. La fase de gestación consiste en la planeación, evaluación y diseño del proyecto, en esta etapa se desarrollan las Ingenierías conceptual, básica y de detalle; en la fase de ejecución se construye o implementa el proyecto como tal; y en la fase de gestión se realizan las pruebas que se requieren para garantizar y corroborar su buen funcionamiento.

En este libro se consignaron los términos de referencia de la primera etapa de este Proyecto que consiste en el diseño del Módulo Multiprocesos a partir del desarrollo de las Ingenierías Conceptual, Básica y de Detalle y que es una guía para la realización de las demás etapas (Construcción de la Planta y puesta en marcha de esta). Se elaboró la Matriz de Coherencia Interna del Proyecto (MCIP), donde se gestionaron actividades acordes a los objetivos específicos establecidos en el anteproyecto y que constituyó una metodología efectiva a la hora de planear y realizar este Proyecto. En la tabla 63 se muestra la MCIP donde se especifica la metodología que se optó para el diseño de la Planta Multiprocesos.

MCIP (Matriz de Coherencia Interna del Proyecto)		
Objetivo General	Objetivos Específicos	Metodología
Desarrollar las ingenierías conceptual, básica y de detalle para el diseño de un Módulo Multiproceso constituido por un Sistema de Control de Nivel y Volumetría en Tanques, Sistema de Destilación atmosférica, y Sistema de Refrigeración basado en una Torre de Enfriamiento.	Aprender el manejo de la herramienta Solid Edge aplicada al diseño de Plantas Industriales.	Estudiar la herramienta Solid Edge a través de tutoriales.
	Desarrollar en Solid Edge v.17, el diseño mecánico de un módulo de procesos de laboratorio, donde se especifique detalladamente las dimensiones de los equipos, componentes e instrumentación necesaria, características de los Sistemas de Control de Nivel y Volumetría en Tanques, Sistema de Destilación atmosférica, Sistema de Refrigeración basado en una Torre de Enfriamiento y el gabinete de control.	Elaborar un tutorial de Solid Edge, que permita conocer sus propiedades y operaciones de manera sencilla para el diseño de planos, piezas y conjuntos.
		Diseñar en Solid Edge v17 las piezas que conformarán los equipos, instrumentación y materiales que harán parte en la Planta Multiprocesos, registrando dimensiones reales.
		Ensamblar mediante la plataforma de conjunto de Solid Edge, cada una de las piezas realizadas, para presentar en forma detallada cada Sistema contenido en el Módulo Multiproceso.
		Desarrollar el diseño final de la Planta Multiprocesos mediante Solid Edge v17 en sus diferentes vistas.
	Diseñar la ingeniería Conceptual y Básica que permita determinar el diagrama y las variables de proceso, así como los lazos y estrategias de control para definir y seleccionar el sistema de control e instrumentación de proceso.	Realizar la ingeniería Conceptual pertinente para la definición de las características generales del proceso a desarrollar, concretando los objetivos y alcances, para luego fijar un cronograma de actividades y un presupuesto preliminar a grandes rasgos.
		Definir las variables de proceso, lazos y estrategias de control desde la Ingeniería Básica aplicadas a los distintos Sistemas de Proceso.
		Por medio de la ingeniería Básica, seleccionar la instrumentación requerida, como sensores, transmisores y actuadores con base en el diagrama de proceso.
	Desarrollar la ingeniería de detalle para el diseño y selección de los sistemas de protección, operación eléctrica y acondicionamiento de señales y determinación de los accesorios de montaje y cableado, al igual, que las características específicas del proceso.	Gestionar mediante la ingeniería de Detalle, las especificaciones mecánicas y eléctricas para la disposición y operación de instrumentos, especificaciones y diseño de gabinetes y cajas de conexión.
		Diseñar y desarrollar los planos de detalle para la instalación de instrumentos, planos de rutas de señales, diagramas de lazo y planos de diagramas de conexión.
		Selección del sistema de protección eléctrica, accesorios de montaje y cableado necesario.
	Construir la base teórica para el desarrollo de un documento de diseño donde se suministre las especificaciones tanto mecánicas como eléctricas, sugiriendo el tipo de instrumentación a utilizar y características del PLC para que sea implementada en una segunda fase.	Elaborar el documento final.
		Sustentar el trabajo desarrollado.

Tabla 63. Matriz de Coherencia Interna del Proyecto

## CONCLUSIONES

El desarrollo de las ingenierías Conceptual, Básica y de Detalle permite diseñar y desarrollar proyectos de implementación tecnológica, identificando las necesidades puntuales de este, para definir la mejor alternativa que cumple con los requerimientos técnicos y que a su vez garantiza la optimización de los recursos que se invertirán en su construcción.

Se elaboró toda la base teórica a través de las Ingenierías conceptual, básica y de detalle en el diseño de un Módulo Multiproceso conformado por: Sistema de Nivel y Volumetría en Tanque, Sistema de Destilación Atmosférica y Sistema de Refrigeración basado en una Torre de Enfriamiento, suministrando especificaciones tanto mecánicas como eléctricas, para su implementación durante la segunda fase del proyecto.

En la ingeniería conceptual se logró vislumbrar las características generales del proyecto y desarrollar las bases de diseño. Desde la ingeniería básica, se describió el proceso y las especificaciones de ingeniería, identificando las variables de operación y los lazos de control. Finalmente con la ingeniería de detalle se desarrollaron los planos, documentos y listados de los equipos e instrumentos de la planta.

Para la selección de los equipos e instrumentos que conforman el Módulo Multiproceso se hizo una evaluación general de los requerimientos del proceso, teniendo en cuenta costo-funcionabilidad con el objetivo de evitar la inversión en equipo no apto para las condiciones de trabajo y garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.

En el plano de proceso P&ID del Módulo Multiprocesos se mostró las características generales del proceso. En este se identifica el hardware de control y supervisión, los instrumentos de medición, los elementos de control implementados y los lazos de control, a través de la aplicación de la norma ISA/ANSI S5.1/84.

El esquema eléctrico muestra en detalle las conexiones eléctricas, marcación y distribución del hardware de control, los instrumentos de medición, los dispositivos de acondicionamiento y protección eléctrica y los elementos finales de control y es una guía muy útil al momento de montar el gabinete de control.

La Torre de Enfriamiento permite la reutilización del agua en el Sistema de Destilación, garantizando ahorros en el consumo de agua y disminuyendo el impacto ambiental.

Se construyó el diseño mecánico del Módulo Multiproceso a través del software de diseño asistido por computador Solid Edge, el cual permite visualizar todos los instrumentos, equipos y componentes en segunda y tercera dimensión, generando vistas que ayudan a comprender mejor la ubicación y distribución de estos en la planta para una fácil implementación en la segunda etapa de este Proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Empresa Colombiana de Petróleos. Ingeniería Conceptual del Proyecto Alcance del Diseño Básico para Proyectos de la Refinería de Ecopetrol. Alcance de la Ingeniería Detallada. Bucaramanga: Ecopetrol, 2001.
- [2] ASTM International. Overview: ASTM International. [Página de internet]. En: <http://www.astm.org/ABOUT/aboutASTM.html> [Consulta 2008-25-03]
- [3] Normas ISA- S5.1-1984 Instrumentation Symbols and Identification.
- [4] CREUS, Solé. Antonio. Instrumentación industrial. Sexta Edición. Barcelona, España: Alfaomega Marcombo, 1997. 750p.
- [5] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. ANSI/IEEE Std 315A-1986 (Supplement to ANSI Y32.2-1975, ANSI/IEEE Std 315-1975). American National Standard - IEEE Standard: Supplement to Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams. USA, New York: Septiembre, 12, 1986. 64p.
- [6] COMEVAL, S.L. Válvulas Industriales, Glosario y Definiciones. [Página de internet]. En: [http://www.comeval.es/formacion\\_glosario\\_2007.htm](http://www.comeval.es/formacion_glosario_2007.htm) [Consulta: 2008-10-03].
- [7] HOLMAN, J. P. Transferencia de calor. México: Compañía Editorial Continental, 1999. 621p.
- [8] KARLEKAR, B. V. Transferencia de calor. México: Editorial Interamericana, 1985. 794p.
- [9] KERN. Donald Q. Procesos de transferencia de calor. México: Compañía Editorial Continental, 1999. 980p.

- [10] QUIMINET. Los Procesos de Enfriamiento del Agua. [Página de internet]. En: [http://www.quiminet.com.mx/ar4/ar\\_%25DD%25F4%2595I%25D7KZt.htm](http://www.quiminet.com.mx/ar4/ar_%25DD%25F4%2595I%25D7KZt.htm) [Consulta: 2008-13-03].
- [11] RODRIGUEZ OROZCO, Diego Fernando y SANGUINO RHENALS, Ángela María. Desarrollo de las Ingenierías Conceptual, Básica y de Detalle para el Diseño de un Modulo Multiproceso. Bucaramanga, 2009, 200p. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería Electrónica.
- [12] COLE PARMER CATALOG. Flowmeters. Paddle–Wheel/Impeller Technologies. +GF+Signet Flowmeter System. Rotor-X™ Low–Flow Paddle-Wheel Flow Sensors [Página de internet]. En: [http://www.coleparmer.com/catalog/large\\_image.asp?sku=3250000&img=32500\\_00.jpg](http://www.coleparmer.com/catalog/large_image.asp?sku=3250000&img=32500_00.jpg) [Consulta: 2009-01-10].
- [13] COLE PARMER CATALOG. Flowmeters. Paddle–Wheel/Impeller Technologies. +GF +Signet Flowmeter System. Installation Fittings. Metal Tee Fittings. [Página de internet]. En: [http://www.coleparmer.com/catalog/product\\_view.asp?sku=0562043&pfx=R](http://www.coleparmer.com/catalog/product_view.asp?sku=0562043&pfx=R) [Consulta: 2009-01-10].
- [14] COLE PARMER CATALOG. Flowmeters. Digital Flow Controllers. Totalizers and Displays. +GF +Signet Flow Monitors and Controllers. Signet Loop-Powered Digital Flow Transmitter. [Página de internet]. En: [http://www.coleparmer.com/catalog/product\\_view.asp?sku=0563100&pfx=R](http://www.coleparmer.com/catalog/product_view.asp?sku=0563100&pfx=R) [Consulta: 2009-01-10].
- [15] SIEMENS. Sonar BERO Serie Compacta M18. Instrucciones de Operación. República de Alemania. 2001. 4p.
- [16] PICO TECHNOLOGY. PT100 Platinum Resistance Thermometers. [Página de internet]. En: <http://www.picotech.com/applications/pt100.html> [Consulta: 2009-01-10].
- [17] SIEMENS. Products & Solutions. SITRANS TH100. The Economical for PT100 Measurements. [Página de internet]. En: [http://www.automation.siemens.com/w1/process-instrumentation-the\\_economical-sitrans-th100-14423.htm](http://www.automation.siemens.com/w1/process-instrumentation-the_economical-sitrans-th100-14423.htm) [Consulta: 2009-01-10].

- [18] SIEMENS. Instrumentos para Medida de Temperatura SITRANS T. Convertidores para Montaje en Cabezal. SITRANS TH100 Conexión a 2 Hilos (PT100). [Página de internet]. En: [http://sargent.biz/pdf/producto443\\_SITRANS%20TH100.pdf](http://sargent.biz/pdf/producto443_SITRANS%20TH100.pdf) [Consulta: 2009-01-10].
- [19] AUTONICS. Controles de Temperatura. Temperatura/Sensores de Humedad. Series THD. [Página de internet]. En: [http://www.autonics.com.mx/products/products\\_detail.php?catecode=02/01/06&db\\_uid=37](http://www.autonics.com.mx/products/products_detail.php?catecode=02/01/06&db_uid=37) [Consulta: 2009-01-10].
- [20] FLOWSERVE. Flow Control Division. Installation, Operation, Maintenance Instructions. Valtek Beta Positioners for Control Valves. USA. 2009. 20p.
- [21] SIEMENS. Detector de Proximidad Fotoelectrico. [Página de internet]. En: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=3RG7013-0CC00&caller=view> [Consulta: 2009-01-10]
- [22] SIEMENS. Sensores Fotoeléctricos Resistentes. Guía Técnica. México. 2009. 10p.
- [23] KEYENCE. Sensores Fotoeléctricos Resistentes. Guía Técnica. México. 2009. 10p.
- [24] BALCELLLS, Josep y ROMERAL, José Luis. Autómatas Programables. Barcelona: Marcombo, 1997. 456p.
- [25] AUTONICS. Inductive Proximate Sensor PRCM serie. [Página de internet]. En: [http://www.autonics.com/upload/data/PRCM-DC\(KE-07-0180B\).pdf](http://www.autonics.com/upload/data/PRCM-DC(KE-07-0180B).pdf) [Consulta: 2009-01-10].
- [26] EMERSON FLOW CONTROLS. Válvulas de Solenoide. [Página de internet]. En: [http://www.emersonflowcontrols.com.mx/mt/mt\\_cap\\_07.pdf](http://www.emersonflowcontrols.com.mx/mt/mt_cap_07.pdf) [Consulta: 2009-01-10]
- [27] DANFOSS GROUP GLOBAL. Products & Solutions. Product Categories. Solenoid Valves. EV220B (15 – 50 Series), Servo-Operated 2/2-Way Solenoid Valves. [Página de internet]. En: <http://www.danfoss.com/Products/Categories/Photos/IA/Solenoid-valves/EV220B-15-50-series-Servo-operated-22-way-solenoid-valves/434eb329-8bc6-4c94-9431-7fc4cf8105c8.html> [Consulta: 2009-10-10]



- [28] DANFOSS. Solenoid Valves 2/2-Way Servo-Operated Type EV220B 15-50. Guía Técnica. USA. 2008. 12p.
- [29] DANFOSS GROUP GLOBAL. Products & Solutions. Product Categories. Solenoid Valves. EV210B, Servo-Operated 2/2-Way Solenoid Valves. [Página de internet]. En: <http://www.danfoss.com/Germany/Products/Categories/Detail/IA/Solenoid-valves/EV210B-Direct-operated-22-way-solenoid-valves/032U5708/0accd941-cf12-4dbd-ba22-b968f2bf7891/e61a89ee-a871-40fb-ad1c-786ae0bca3eb.html> [Consulta: 2009-10-10]
- [30] PEDROLLO. Electrobombas con Rodete Periférico. PKS. [Página de internet]. En: <http://www.pedrollo.com.mx/Catalogo/pk.htm> [Consulta: 2009-10-10]
- [31] LITTLE GIANT. Dual Purpose Pump 2E-38N Series. [Página de internet]. En: <http://www.lgpc.com/Product/ItemDetail.aspx?ProductID=774#> [Consulta: 2009-10-10]
- [32] PARALLAX. Parallax (Futaba) Estándar Servo. [Página de internet]. En: <http://www.parallax.com/StoreSearchResults/tabid/768/txtSearch/900-00005/List/0/SortField/4/ProductID/101/Default.aspx> [Consulta: 2009-10-10]
- [33] FONSONING. AC Axial Fans. [Página de internet]. En: [http://www.fonsoning.com.cn/en/html/2008\\_4\\_3/products.fonsoning.com\\_200843-197.asp](http://www.fonsoning.com.cn/en/html/2008_4_3/products.fonsoning.com_200843-197.asp) [Consulta: 2009-10-10]
- [34] COLE PARMER. AC Axial Fans. [Página de internet]. En: [http://www.fonsoning.com.cn/en/html/2008\\_4\\_3/products.fonsoning.com\\_200843-197.asp](http://www.fonsoning.com.cn/en/html/2008_4_3/products.fonsoning.com_200843-197.asp) [Consulta: 2009-10-10]
- [35] ITAP. Valves. Ball Valves and Gate Valves. [Página de internet]. En: <http://www.itap.it/en/content/category/8/8/17/> [Consulta: 2009-10-10]
- [36] GENE BRE. Válvula de Esfera Paso Total 2 Piezas Inoxidable 2014. Guía Técnica. Barcelona, España. 2005. 2p.
- [37] HELBERT ON-LINE. Catálogo. Línea de Fabricación. Válvulas para el Manejo de Agua. Válvula Flotadora Serie 300. [Página de internet]. En: [http://www.helbertycia.com/detalle\\_subcategoria.asp?subcategoria=20&linea=2&categoria=5](http://www.helbertycia.com/detalle_subcategoria.asp?subcategoria=20&linea=2&categoria=5) [Consulta: 2009-10-10]

- [38] HELBERT ON-LINE. Catálogo. Línea de Fabricación. Válvulas para el Manejo de Agua. Válvula Flotadora Serie 300. [Página de internet]. En: [http://www.helbertycia.com/detalle\\_Producto.asp?IdProducto=18](http://www.helbertycia.com/detalle_Producto.asp?IdProducto=18) [Consulta: 2009-10-10]
- [39] ABAC SRL. VI5 Válvula Integral de Bloqueo y Purga. [Página de internet]. En: [http://www.abac.com.ar/ES/productos/valvulas\\_aguja/vi5.asp](http://www.abac.com.ar/ES/productos/valvulas_aguja/vi5.asp) [Consulta: 2009-10-10]
- [40] ABAC SRL. Válvulas Manuales. V500. Buenos Aires, Argentina. 2009. 20p.
- [41] HELBERT ON-LINE. Catálogo. Línea de Fabricación. Válvula para el Manejo de Agua. Válvula de Alivio. [Página de internet]. En: [http://www.helbertycia.com/detalle\\_Producto.asp?IdProducto=21](http://www.helbertycia.com/detalle_Producto.asp?IdProducto=21) [Consulta: 2009-10-10]
- [42] HELBERT. Válvula de Alivio de Agua sin Palanca (HNVA). Ficha Técnica. Bogotá, Colombia. 2009. 2p.
- [43] SIEMENS. Manual de Sistema de Automatización S7-200. [Página de Internet]. En <http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-automation-systems-simatic/en/manual-overview/Pages/Default.aspx> [Consulta: 2009-10-10]

## **ANEXOS**

**Anexo A. Hoja de Característica del Sensor y Transmisor de Caudal  
+GF+SIGNET**

# +GF+ SIGNET 8550-1 Flow Transmitter

ENGLISH



3-8550.090-1



C-3/01 English

## CAUTION!



- Remove power to unit before wiring input and output connections.
- Follow instructions carefully to avoid personal injury.

## Contents

- Installation
- Specifications
- Electrical Connections
- Menu Functions



## 1. Installation

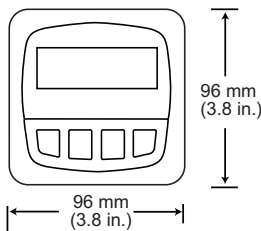
ProcessPro transmitters are available in two styles: panel mount and field mount. The panel mount is supplied with the necessary hardware to install the transmitter. This manual includes complete panel mounting instructions.

Field mounting requires one of two separate mounting kits. The 3-8051 integral kit joins the sensor and instrument together into a single package. The 3-8050 Universal kit enables the transmitter to be installed virtually anywhere.

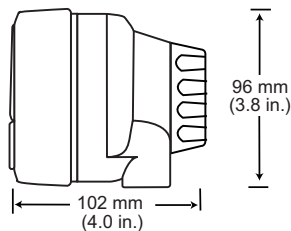
Detailed instructions for integral mounting or other field installation options are included with the 3-8051 Integral kit or the 3-8050 Universal kit.

### 1.1 Panel Installation

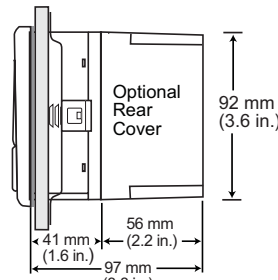
- The panel mount transmitter is designed for installation using a 1/4 DIN Punch. For manual panel cutout, an adhesive template is provided as an installation guide. Recommended clearance on all sides between instruments is 1 inch.
- Place gasket on instrument, and install in panel.
- Slide mounting bracket over back of instrument until quick-clips snap into latches on side of instrument.
- To remove, secure instrument temporarily with tape from front or grip from rear of instrument. **DO NOT RELEASE.** Press quick-clips outward and remove.



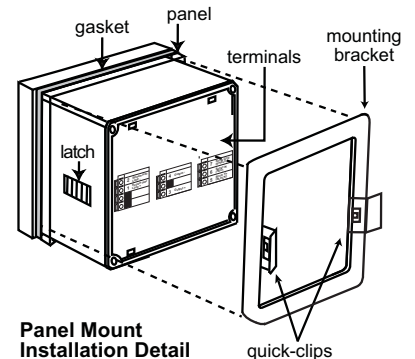
FRONT VIEW  
Field Mount & Panel Mount



SIDE VIEW  
Field Mount



SIDE VIEW  
Panel Mount



Panel Mount  
Installation Detail

## 2. Specifications

### General

Compatibility: +GF+ SIGNET Flow Sensors (w/freq out)

Accuracy:  $\pm 0.5$  Hz

Enclosure:

- Rating: NEMA 4X/IP65 front
- Case: PBT
- Panel case gasket: Neoprene
- Window: Polyurethane coated polycarbonate
- Keypad: Sealed 4-key silicone rubber
- Weight: Approx. 325g (12 oz.)

Display:

- Alphanumeric 2 x 16 LCD
- Update rate: 1 second
- Contrast: User selected, 5 levels

### Electrical

- Power: 12 to 24 VDC  $\pm 10\%$ , regulated, 61 mA max current

Sensor Input:

- Range: 0.5 to 1500 Hz
- Sensor power: 2-wire: 1.5 mA @ 5 VDC  $\pm 1\%$   
3 or 4 wire: 20 mA @ 5 VDC  $\pm 1\%$
- Optically isolated from current loop
- Short circuit protected

Current output:

- 4 to 20 mA, isolated, fully adjustable and reversible

- Max loop impedance: 50  $\Omega$  max. @ 12 V  
325  $\Omega$  max. @ 18 V  
600  $\Omega$  max. @ 24V

- Update rate: 100 ms
- Accuracy:  $\pm 0.03$  mA

Open-collector output, optically isolated:

- 50 mA max. sink, 30 VDC maximum pull-up voltage.
- Programmable for:
  - High or Low setpoint with adjustable hysteresis
  - Pulse operation (max rate: 300 pulses/min).

### Environmental

- Operating temperature: -10 to 70°C (14 to 158°F)
- Storage temperature: -15 to 80°C (5 to 176°F)
- Relative humidity: 0 to 95%, non-condensing
- Maximum altitude: 2000 m (6562 ft)
- Insulation category: II
- Pollution degree: 2

### Standards and Approvals

- CSA, CE, UL listed
- Immunity: EN50082-2
- Emissions: EN55011
- Safety: EN61010
- Manufactured under ISO 9001 and ISO 14001

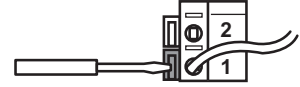
### 3. Electrical Connections



**Caution:** Failure to fully open terminal jaws before removing wire may permanently damage instrument.

#### Wiring Procedure

1. Remove 0.5 - 0.625 in. (13-16 mm) of insulation from wire end.
2. Press the orange terminal lever downward with a small screwdriver to open terminal jaws.
3. Insert exposed (non-insulated) wire end in terminal hole until it bottoms out.
4. Release orange terminal lever to secure wire in place. Gently pull on each wire to ensure a good connection.



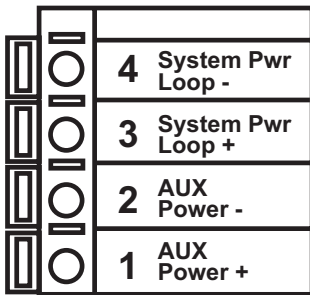
#### Wiring Removal Procedure

1. Press the orange terminal lever downward with a small screwdriver to open terminal jaws.
2. When fully open, remove wire from terminal.

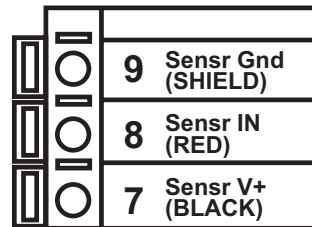
#### Terminals 3 and 4: Loop Power

12-24 VDC  $\pm 10\%$  system power and current loop output.

Max. loop impedance:  
 50  $\Omega$  max. @ 12 V  
 325  $\Omega$  max. @ 18 V  
 600  $\Omega$  max. @ 24 V



#### Terminals 7-9: Flow sensor input

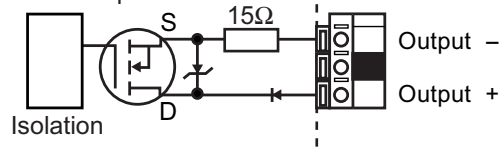


#### Terminals 1 and 2: AUXILIARY power

Used only if the flow sensor requires more than 1.5 mA current. For Signet sensors this is limited to the following products:

- 2000
- 2507
- 2530
- 2535
- 2540 if mfg. prior to Jan 1999

#### Internal open-collector output circuit



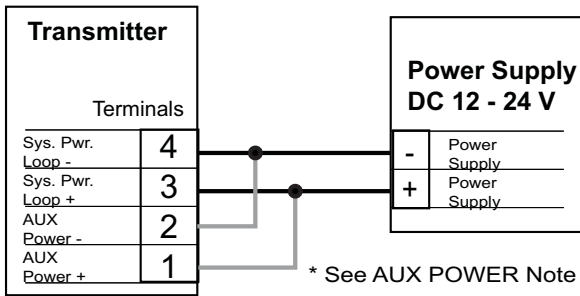
#### Terminals 5 and 6: Open-collector Output

A transistor output, programmable (see CALIBRATE menu) as:

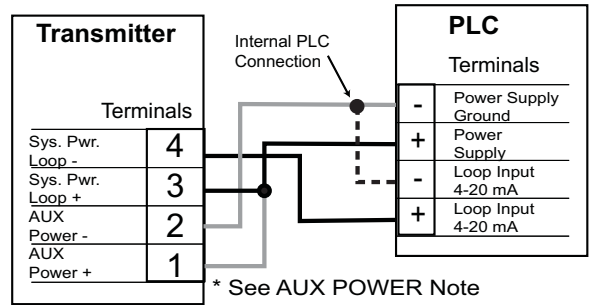
- High or Low setpoint with adjustable hysteresis
- Volumetric pulse
- Frequency based on flow rate
- May be disabled (Off) if not used.

### 3.1 System Power/Loop Connections

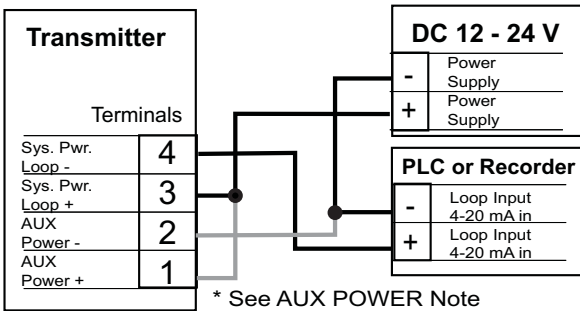
Stand-alone application, no current loop used



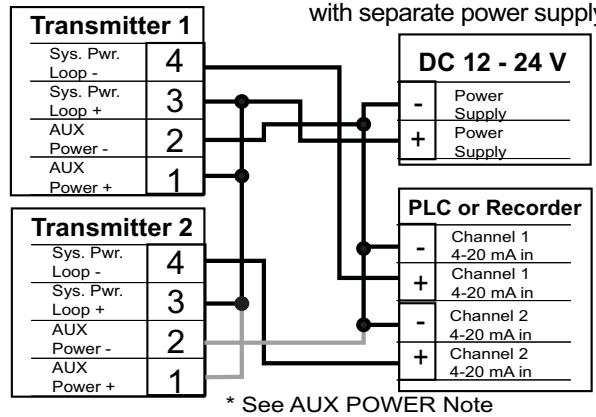
Connection to a PLC with built-in power supply



Connection to a PLC/Recorder, separate supply



Example: Two transmitters connected to PLC/Recorder with separate power supply



#### Auxiliary Power note:

AUXILIARY power is used only if the flow sensor requires more than 1.5 mA current. For Signet sensors this is limited to the following products:

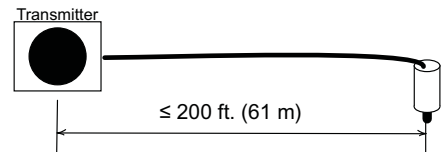
- 2000      • 2507
- 2530      • 2535
- 2540 if mfg. prior to Jan 1999

### 3.2 Sensor Input Connections

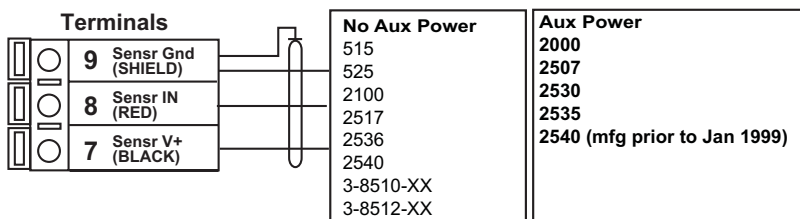
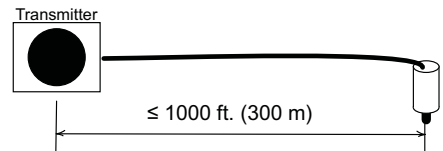
#### Wiring Tips:

- Do not route sensor cable in conduit containing AC power wiring. Electrical noise may interfere with sensor signal.
- Routing sensor cable in grounded metal conduit will help prevent electrical noise and mechanical damage.
- Seal cable entry points to prevent moisture damage.
- Only one wire should be inserted into a terminal. Splice double wires outside the terminal.

Maximum cable length is 200 ft. for 515/8510-XX, 525, 2517 and any sinusoidal flow signal.



Maximum cable length is 1000 ft. for 2536/8512-XX, 2540, vortex, and any square wave flow signal.



The Open collector output can be used as a switch that responds when the flow rate moves above or below a setpoint, or it can be used to generate a pulse that is relative to the flow volume or to the flow rate.

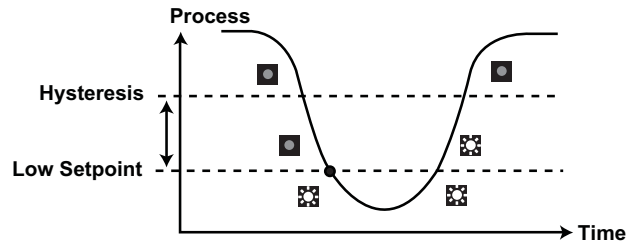
- **Low**  
Output triggers when the flow rate is less than the setpoint. The output will relax when the flow rate moves above the setpoint plus the hysteresis value.



- **High**  
Output triggers when the flow rate is greater than the setpoint. The output will relax when the flow rate drops below the setpoint plus the hysteresis value.

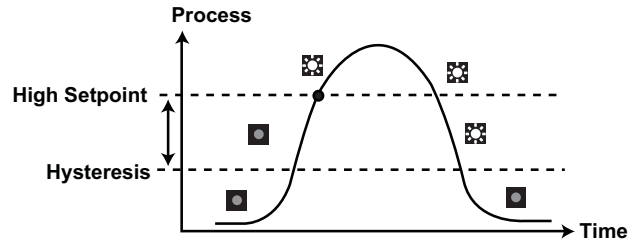
- **Frequency**  
Output is a pulse stream that is based on the input flow sensor signal. Set for 1 (input frequency = output frequency). Set for even numbers (2, 4, 6, 8 . . . . 254 maximum) to scale output frequency.

- **Pulse**  
Output is a pulse based on the volume of fluid that passes the sensor. Set any value from 0.0001 to 99999.

The output may be disabled (Off) if not used.



Output active   
Output inactive 



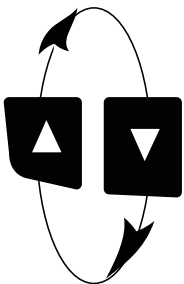
## VIEW menu

- During normal operation, the ProcessPro displays the VIEW menu.
- When using the CALIBRATE or OPTIONS menus, the ProcessPro will return to the VIEW menu if no activity occurs for 10 minutes.
- To select the item you want displayed, press the UP or DOWN arrow keys. The items will scroll in a continuous loop. Changing the display selection does not interrupt system operations.
- No key code is necessary to change display selection.
- Output settings cannot be edited from the VIEW menu.



### View Menu

Display	Description
0.0 GPM Total: 12345678 >	Monitor the flow rate and the resettable totalizer. Press the RIGHT ARROW key to reset the totalizer. If the Reset is locked, you will need to enter the Key Code first. Lock or Unlock the totalizer in the OPTIONS menu. This is the permanent View display.
Perm: 12345678 Gallons	Monitor the Permanent Totalizer value.
Loop Output: 12.00 mA	Monitor the 4-20 mA Loop output.
Last CAL: 06-30-01	Monitor date for scheduled maintenance or date of last calibration. (See description in Calibrate Menu.)



All of the displays below are temporary. After ten minutes the display will return to the permanent display.



# ProcessPro Editing Procedure:

## Step 1. Press and hold ENTER key:

- 2 seconds to select the CALIBRATE menu
- 5 seconds to select the OPTIONS menu.

## Step 2. The Key Code is UP-UP-UP-DOWN keys in sequence.

- After entering the Key Code, the display will show the first item in the selected menu.

## Step 3. Scroll menu with UP or DOWN arrow keys.

## Step 4. Press RIGHT ARROW key to select menu item to be edited.

- The first display element will begin flashing.

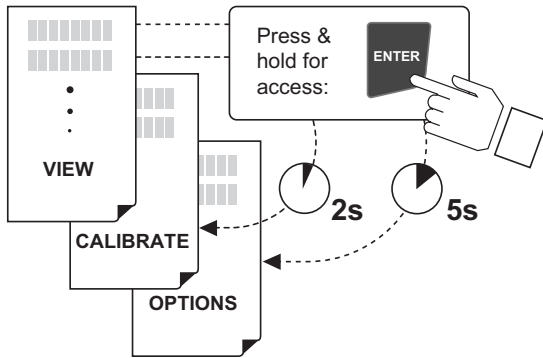
## Step 5. Press UP or DOWN keys to edit the flashing element.

- RIGHT ARROW key advances the flashing element.

## Step 6. Press ENTER key to save the new setting and return to Step 3.

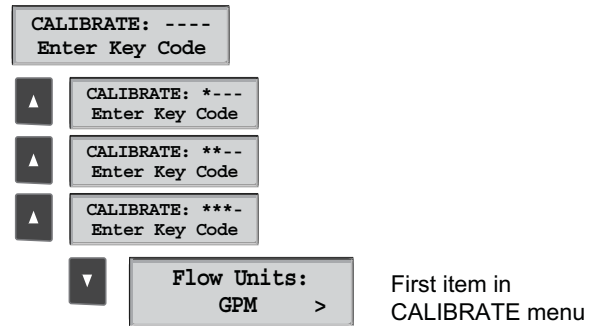
### Notes on Step 1:

- The View Menu is normally displayed.
- The CALIBRATE and OPTIONS menus require a KEY CODE.




### Notes on Step 2:

- If no key is pressed for 5 minutes while display is showing "Enter Key Code", the display will return to the VIEW menu.

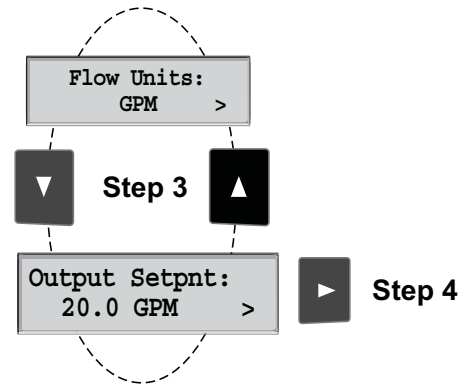


### Notes on Steps 3 and 4:

- Refer to pages 6 and 7 for complete listing of menu items and their use.
- From the Step 3 display, pressing the UP and DOWN keys simultaneously will return the display to the VIEW menu.
- If no key is pressed for 10 minutes, display will also return to the VIEW menu.



**Step 3: Finished Editing?**  
Press the UP and DOWN keys simultaneously after saving the last setting to return to normal operation.




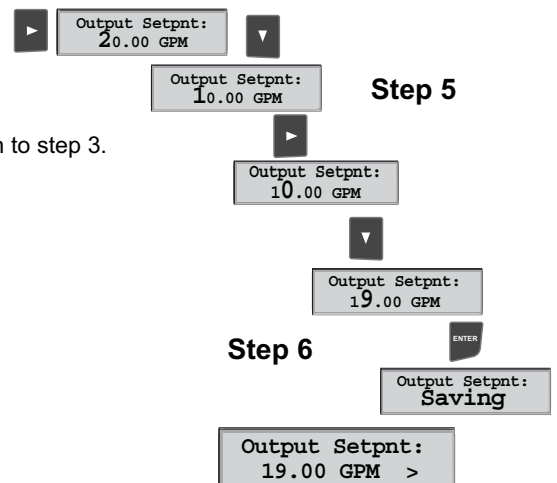
### Notes on Steps 5 and 6:

- All output functions remain active during editing.
- Only the flashing element can be edited.
- RIGHT ARROW key advances the flashing element in a continuous loop.
- Edited value is effective immediately after pressing ENTER key.
- If no key is pressed for 10 minutes unit will restore the last saved value and return to step 3.
- Step 6 (pressing ENTER key) always returns you to Step 3.
- Repeat steps 3-6 until all editing is completed.

**Step 5: Made an Error?**

Press the UP and DOWN keys simultaneously while any element is flashing. This will recall the last saved value of the item being edited and return you to Step 3.





## Calibrate Menu

Display (Factory settings shown)	Description
<b>Flow Units:</b> <b>GPM</b> >	The first three characters set the Flow Rate units of measure. They have no effect on calculations. They may be any alpha or numeric character, upper or lower case. The last character sets the Flow rate Timebase. Select S (seconds), M (minutes), H (hours) or D (days).
<b>Flow K-Factor:</b> <b>60</b> >	This setting tells the transmitter how to convert the input frequency from the flow sensor into a flow rate. The K-factor is unique to the sensor model and to the pipe size and schedule. Refer to data in the sensor manual for the correct value. Limits: 0.0001 to 99999. (The K-factor cannot be set to 0)
<b>Total Units:</b> <b>Gallons</b> >	This setting identifies the Totalizer units. It has no effect on any calculation. It serves as a label only. Each character can be any alpha or numeric selection, upper or lower case.
<b>Total K-Factor</b> <b>60</b> >	This setting tells the transmitter how to convert the input frequency from the flow sensor into a volumetric total. It also is used as the basis for the Open Collector pulse mode. The setting is usually the same as the Flow K-factor, or different by x10 or x100. Limits: 0.0001 to 99999. (The K-factor cannot be set to 0)
<b>Loop Range: GPM</b> <b>000.00 → 100.00</b> >	Select the minimum and maximum values for the 4-20 mA Current loop output. The 8550 will allow any values from 0.0000 to 99999.
<b>Output Mode:</b> <b>Low</b> >	Select the desired mode of operation for the Open Collector output. Options available are High, Low, volumetric Pulse, or Frequency. The signal may be disabled (Off) if not used.
<b>Output Setpnt:</b> <b>10.0 GPM</b> >	In Low or High Mode, the Open Collector output will be activated when the Flow rate reaches this value. Be sure to modify this setting if you change the Flow Units.
<b>Output Hys:</b> <b>5.0 GPM</b> >	The Open Collector output will be deactivated at Setpoint ± Hysteresis, depending on High or Low Setpoint selection. (See details on page 4.)
<b>Output Volume:</b> <b>100.00 Gallons</b> >	In Pulse mode, the Open collector output will generate one pulse when this volume of flow passes the sensor. The measurement is based on the Total K-factor. The 8550 will allow any value from 0.0001 to 99999.
<b>Output PlsWdth:</b> <b>0.1 Seconds</b> >	In Pulse mode, this setting defines the duration of the Open Collector output pulse. The 8550 allows any value from 0.1 seconds to 999.9 seconds.
<b>Output Freq.:</b> <b>Divide by</b> 1 >	In Frequency mode, the Open Collector output will simulate the sensor frequency, divided by this setting. Set for 1 (input frequency = output frequency). Set for even numbers (2, 4, 6, 8 . . . 254 maximum) to scale output frequency.
<b>Last CAL:</b> <b>6-30-01</b>	Use this "note pad" to record important dates, such as annual recertification or scheduled maintenance.

## Options Menu

Display (Factory settings shown)	Description
<b>Contrast:</b> 3 >	Adjust the LCD contrast for best viewing. A setting of 1 is lower contrast, 5 is higher. Select lower contrast if the display is in warmer ambient surroundings.
<b>Flow Decimal</b> *****. >	Set the decimal to the best resolution for your application. The display will automatically scale up to this restriction. Select *****, ****.*, ****.*, **.* or *.*
<b>Total Decimal</b> *****.** >	Set the totalizer decimal to the best resolution for your application. Select *****, ****.*, or ****.*
<b>Averaging:</b> Off >	.OFF provides the quickest output response to changes in flow. LOW averaging = 4 seconds, HIGH averaging = 8 seconds of input signal. Longer averaging produces more stable display and output response.
<b>Total Reset:</b> Lock Off >	Lock Off : No key code required to reset the resettable totalizer. Lock On : The Key Code must be entered to reset the resettable totalizer.
<b>Loop Adjust:</b> 4.00 mA >	Adjust the minimum and maximum current output. The display value represents the precise current output. Adjustment limits: • 3.80 mA < 4.00 mA > 5.00 mA • 19.00 mA < 20.00 mA > 21.00 mA Use this setting to match the system output to any external device.
<b>Loop Adjust:</b> 20.00 mA >	
<b>Output Active:</b> Low >	Active HIGH: This setting is used to turn a device (pump, valve) ON at the setpoint. Active LOW: This setting is used to turn a device OFF at the setpoint.
<b>Test Loop:</b> >	Press UP or DOWN keys to manually order any output current value from 3.6 mA to 21.00 mA to test current loop output.
<b>Test Output:</b> >	Press UP or DOWN keys to manually toggle the state of open collector output.

## Troubleshooting

Display Condition	Possible Causes	Suggested Solutions
"_ . . . _"	Flow rate exceeds display capability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase Flow units time base</li> <li>• Move flow decimal one place to the right</li> </ul>
"Pulse Overrun Output1"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open Collector pulse rate exceeds maximum of 300 pulses per minute.</li> <li>• Pulse width set too wide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase Pulse volume setting</li> <li>• Decrease pulse width setting.</li> <li>• Reduce system flow rate</li> </ul>
"Value must be more than 0"	K-factors cannot be set to 0.	Enter K-factor from 0.0001 to 99999
Open Collector is always activated	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hysteresis value too large</li> <li>• Defective transmitter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Change the hysteresis value</li> <li>• Replace transmitter</li> </ul>

## +GF+ SIGNET

Signet Scientific Company, 3401 Aerojet Avenue, El Monte, CA 91731-2882 U.S.A. • Tel. (626) 571-2770 • Fax (626) 573-2057  
 For Worldwide Sales and Service, visit our website: [gfsignet.com](http://gfsignet.com) • Or call (in the U.S.): (800) 854-4090

GEORGE FISCHER +GF+ Piping Systems  
 3-8550.090-1/(C-3/01) English

© Scientific Company 1999

Printed in U.S.A. on Recycled Paper



**Anexo B. Hoja de Característica del Sensor y Transmisor de Nivel SIMATIC  
PXS830**

## Sonar-BERO Kompaktreihe M18

## 3RG623

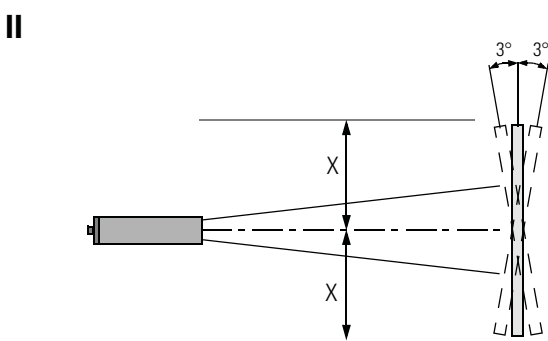
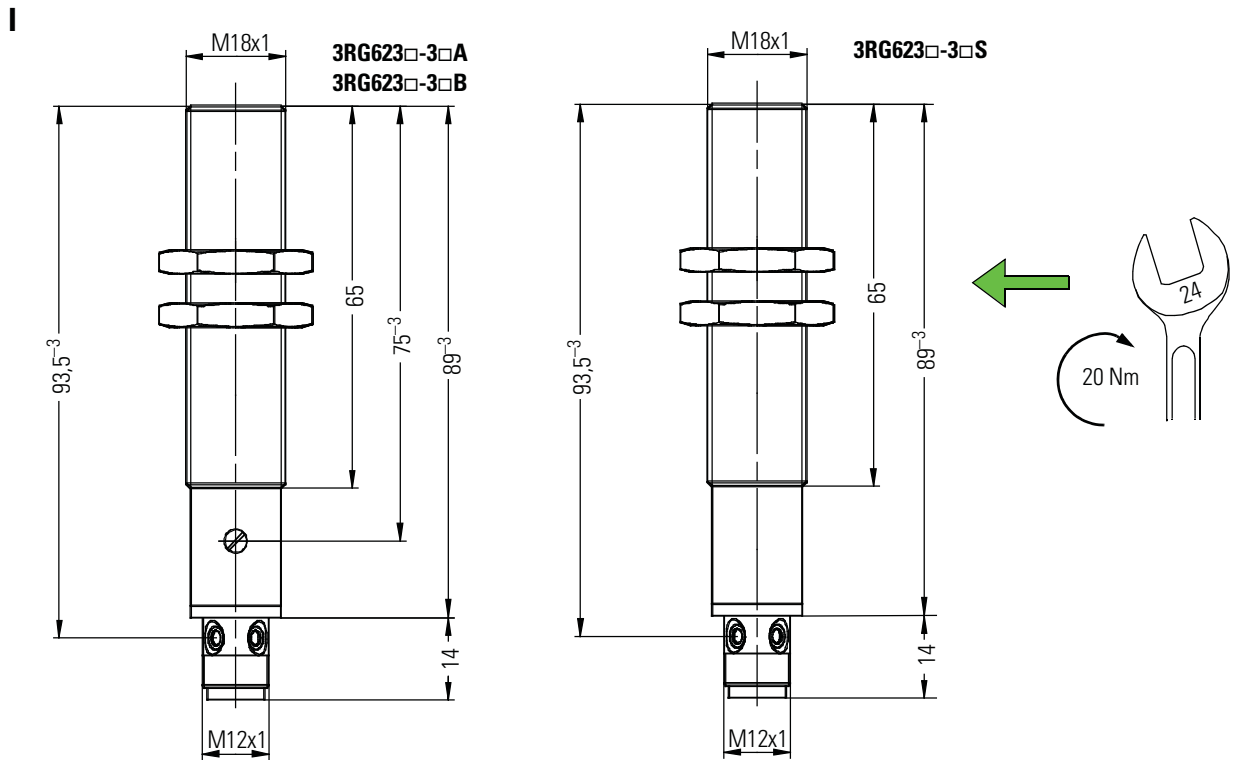
Sonar-BERO Compact Range M18  
 Sonar-BERO Série compacte M18  
 Sonar-BERO Serie compacta M18  
 Sonar-BERO Serie compatta M18  
 Ultraljudsgivare BERO M18



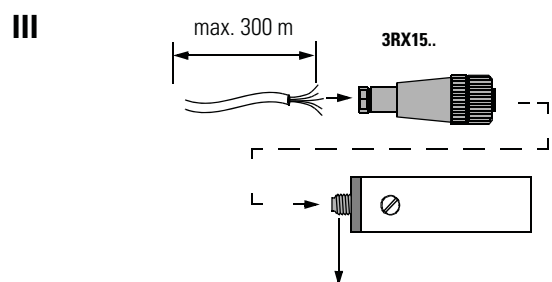
IEC 60947-5-2

Betriebsanleitung/Operating instructions

Bestell-Nr./Order No.: 3ZX1012-0RG62-2AA1



	x [mm]
3RG6232- 3RG6233-	60
	300



1: L+ 20...30 V DC 3: L- 0 V		
	2	4
3RG623□-3□A	S	XI
3RG623□-3□B	XI	S
3RG623□-3□S	XI	U <sub>A</sub> / I <sub>A</sub> / F <sub>A</sub>

XI : Enable /sync

S : Output

U<sub>A</sub> / I<sub>A</sub> : Analog output

F<sub>A</sub> : Frequency output



**Aufgrund physikalischer Gegebenheiten dürfen Sonar-BERO NICHT für Personenschutz oder NOT-AUS Funktionen verwendet werden!**

- Bild I:** Maßbilder (Maße in mm).  
**Bild II:** Freiraum im Abstand "x" um die Schallkeulennachse von störenden Objekten freihalten. Winkelabweichung von 3° gilt für glatte Oberflächen.  
**Bild III:** Anschluss. Die Anschlüsse sind **verpolsicher**, sowie **kurzschluss-** und **überlastfest**. Bei elektrischen Störungen werden geschirmte Leitungen empfohlen.  
**Bild IV:** Schaltbereich  
 A: Schaltbereichsanfang (programmierbar)  
 E: Schaltbereichsende  
**Bild V:** Synchronisieren. Durch Verbinden der Klemmen XI max. 10 BERO  
**Freigabe (XI: Enable / sync)**  
 Während der gesperrten Freigabe (XI) bleibt der Schaltzustand entsprechend der letzten Messung gespeichert. Bei erneuter Freigabe wird der Ausgang aktualisiert.

#### Technische Daten

Schutzart	IP 67
Gewicht	max. 67 g
Umgebungstemperatur	-25 bis 70°C
Schaltpunktfehler	± 2,5 % (-25 bis 70°C)

Bemessungsbetriebsspannung	$U_e$	24 V DC
Betriebsspannungsbereich	$U_B$	20...30 V DC (bei 12...20 V DC um bis zu 20 % reduzierte Empfindlichkeit)
Zul. Restwelligkeit		10 %
Leerlaufstrom	$I_0$	< 50 mA
<b>Schaltausgang (NC/NO) / Frequenzausgang (FA):</b>		
Bemessungsbetriebsstrom	$I_e$	≤ 150 mA
Spannungsfall	$U_d$	≤ 3 V bei 150 mA
<b>Analogausgang (UA / IA):</b>		
Strombereich		3RG623□- 3TS: 0 bis 20 mA 3RG623□- 3LS: 4 bis 20 mA 0 bis 300 Ω
Bürde		
Spannungsbereich		3RG623□- 3JS: 0 bis 10 V
Bürde		> 2kΩ
Genauigkeit		± 2,5 %
<b>Freigabe</b>		
Sensor aktiv		Betriebsspannung oder hochohmig Eingangsstrom $I_E$ max. 16 mA
Sensor nicht aktiv		0 bis 3 V Eingangsstrom $I_E$ max. -11 mA

**Weitere Angaben über Programmierung und Zubehör siehe Katalog NSK und Produktschrift E20001-P285-A528.**

## Operating instructions

## English



**Because of their physical properties, Sonar-BERO devices must NOT be used for personal safety or EMERGENCY OFF functions!**

- Fig. I:** Dimension sheets (dimensions in mm).  
**Fig. II:** Keep a space of distance "x" round the sound cone axis free from interfering objects. The angular deviation of 3° applies to smooth surfaces.  
**Fig. III:** Connection. The connections have **reverse polarity protection** and are **short-circuit-proof** and **overload-proof**. The use of shielded cables is recommended when there is severe electrical interference.  
**Fig. IV:** Operating range  
 A: Beginning of operating range (programmable)  
 E: End of operating range  
**Fig. V:** Synchronization. Max. 10 BERO by connecting pins XI  
**Enabling (XI: Enable / sync)**  
 If enabling is blocked (XI), the switching state is stored in accordance with the last measurement. On re-enabling, the output is updated.

#### Technical Data

Degree of protection	IP 67
Weight	max. 67 g
Perm. ambient temperature	-25 to 70°C
Switching point error	±2,5 % (-25 to 70°C)

Rated operational voltage	$U_e$	DC 24 V
Permiss. tolerance range	$U_B$	DC 20 to 30 V (at DC 12 to 20 V sensitivity reduced by up to 20%)
Residual ripple		10 %
Current input (no load)	$I_0$	< 50 mA
<b>Switching output (NC/NO) / Frequency output (FA):</b>		
Rated operational current	$I_e$	≤ 150 mA
Voltage drop	$U_d$	≤ 3 V at 150 mA
<b>Analog output (UA / IA):</b>		
Current range		3RG623□- 3TS: 0 to 20 mA 3RG623□- 3LS: 4 to 20 mA 0 bis 300 Ω
Load		
Voltage range		3RG623□- 3JS: 0 to 10 V
Load		> 2kΩ
Accuracy		± 2,5 %
<b>Enabling</b>		
Sensor active		Operating voltage or high-resistance Input current $I_E$ max. 16 mA
Sensor not active		0 to 3 V Input current $I_E$ max. -11 mA

**For further details on programming and accessories see Catalog NSK and Product brochure E20001-P285-A528.**

## Instructions de service

## Français



**Des raisons physiques interdisent l'emploi des Sonar-BERO pour des fonctions de protection de personnes ou d'ARRÊT D'URGENCE**

- Fig. I:** Encombrements (cotes en mm).  
**Fig. II:** L'espace "X" autour de l'axe du faisceau sonore doit être maintenu libre de tout objet perturbateur. La tolérance angulaire de 3° est valable pour des surfaces planes.  
**Fig. III:** Raccordement. Les connexions sont **protégées contre les inversions de polarité**, ainsi que **contre les courts-circuits et les surcharges**. S'il y a perturbations électriques importantes, il est conseillé d'utiliser des câbles blindés.  
**Fig. IV:** Zone de détection sélective  
 A: début de la zone de détection (programmable)  
 E: fin de la zone de détection  
**Fig. V:** Synchronisation: relier les broches XI, max. 10 BERO

#### Validation (XI: Enable / sync)

Pendant toute la durée de non-validation (XI), la sortie du BERO conserve l'état correspondant à la dernière mesure. La sortie est réactualisée lors de la prochaine validation.

#### Caractéristiques techniques

Degré de protection	IP 67
Poids	max. 67 g
Température ambiante adm.	-25 à 70°C
Dérive du point de commutation	± 2,5 % (-25 à 70°C)

Tension assignée d'emploi	$U_e$	24 V-
Plage de tension d'emploi	$U_B$	20 à 30 V- (entre 12 V- et 20 V-, réduction de sensibilité jusqu'à 20 %)
Ondulation résiduelle admiss.		10 %
Courant à vide	$I_0$	< 50 mA
<b>Sortie de commande (NC/NO) / Sortie de fréquence (FA):</b>		
Courant assigné d'emploi	$I_e$	≤ 150 mA
Chute de tension	$U_d$	≤ 3 V pour 150 mA
<b>Sortie analogique (UA / IA):</b>		
Sortie en courant		3RG623□- 3TS: 0 à 20 mA 3RG623□- 3LS: 4 à 20 mA 0 à 300 Ω
Charge		
Sortie en tension		3RG623□- 3JS: 0 à 10 V
Charge		> 2kΩ
Précision		± 2,5 %
<b>Entrée de validat.</b>		
Capteur actif		tension du Sonar-BERO ou haute impédance courant d'entrée $I_E$ max. 16 mA
Capteur non actif		0 à 3 V courant d'entrée $I_E$ max. -11 mA

**Pour de plus amples informations quant à la programmation et aux accessoires, voir Catalogue NSK et notice produit E20001-P285-A528.**



**¡Debido a condicionantes físicos, los Sonar-BERO no deben utilizarse para la protección de personas o para funciones de parada de emergencia!**

**Fig. I:** Para dimensiones (en mm).

**Fig. II:** Mantener libre de objetos perturbadores la distancia "x" alrededor del eje del cono de radiación. La desviación angular de 3° rige para superficies lisas.

**Fig. III:** Conexión. Las conexiones están **protegidas contra la permutación de polos** y son **resistentes a los cortocircuitos y a las sobrecargas**. Se recomienda emplear cables apantallados si hay fuertes perturbaciones eléctricas.

**Fig. IV:** Zona operativa  
A: Inicio zona operativa (programable)  
E: Final zona operativa

**Fig. V:** Sincronización: Uniendo los pines XI máx. 10 BERO.

#### Desbloqueo (XI: Enable / sync)

Mientras no está aplicada la señal de desbloqueo (XI), permanece memorizado el último estado de conmutación. Cuando se aplica nuevamente la señal de desbloqueo, la salida se actualiza.

#### Datos técnicos

Grado de protección	IP 67
Peso	máx. 67 g
Temperatura ambiente	-25 ... 70°C
Error en punto de conmutación	± 2,5 % (-25 ... 70°C)

Tensión asignada de servicio  $U_e$  24 V DC  
Margen de tensión de servicio  $U_B$  20...30 V DC (con 12...20 V DC, sensibilidad reducida en hasta un 20 %)

Ondulación residual admisible 10 %  
Corriente en vacío  $I_0$  < 50 mA

#### Salida de conmutación (NC/NO) / Salida de frecuencia (FA):

Intensidad asignada de servicio  $I_e$  ≤ 150 mA  
Caída de tensión  $U_d$  ≤ 3 V a 150 mA

#### Salida analógica (UA / IA):

Margen de corriente 3RG623□- 3TS: 0 ... 20 mA  
3RG623□- 3LS: 4 ... 20 mA  
Carga 0 bis 300 Ω

Spannungsbereich 3RG623□- 3JS: 0 ... 10 V  
Carga > 2kΩ  
Precisión ± 2,5 %

#### Entrada de desbloqueo

Detector activo Tensión asignada de servicio ó alto valor óhmico  
Corriente de entrada  $I_E$  máx. 16 mA  
0...3 V. Corriente de entrada  $I_E$  máx. -11 mA

**Para más detalles sobre programación y accesorios, véase el catálogo NSK y el folleto E20001-P285-A528.**

## Instruzioni d'uso

## Italiano



**A causa delle loro caratteristiche fisiche, i SONAR-BERO non devono essere utilizzati per la protezione di persone oppure per funzioni di EMERGENZA!**

**Fig. I:** Disegno quotato (dimens. in mm).

**Fig. II:** Lo spazio "x" intorno all'asse del cono ultrasonoro va tenuto libero da oggetti in grado di provocare falsi allarmi. La deviazione dall'angolo di 3° si riferisce a superfici lisce.

**Fig. III:** Collegamento. Gli allacciamenti sono **protetti contro le inversioni di polarità, i corti circuiti e i sovraccarichi**. In presenza di interferenze elettriche si raccomanda l'impiego di cavi schermati.

**Fig. IV:** Campo d'intervento  
A: inizio del campo d'intervento (programmabile)  
E: fine del campo d'intervento

**Fig. V:** Sincronizzazione: collegando i pin XI/max. 10 BERO.

#### Abilitazione (XI: Enable / sync)

Se l'abilitazione è inibita (XI), rimane memorizzato lo stato di commutazione presente al momento dell'ultima misurazione effettuata. Alla riabilitazione, l'uscita viene attualizzata.

#### Dati tecnici

Grado di protezione	IP 67
Peso	67 g max.
Temperatura ambiente	-25...70°C
Differenza punto di commutazione	± 2,5 % (-25 bis 70°C)

Tensione nominale d'impiego  $U_e$  24 V DC  
Campo di tensione d'esercizio  $U_B$  20...30 V DC (con 12...20 V DC la sensibilità si riduce fino al 20%)

Ondulazione residua consentita 10 %  
Corrente a vuoto  $I_0$  < 50 mA

#### Uscita di commutazione (NC/NO) / Uscita de la frecuencia (FA):

Corrente nominale d'impiego  $I_e$  ≤ 150 mA  
Caduta di tensione  $U_d$  ≤ 3V con 150 mA

#### Uscita analogica (UA / IA):

Campo di corrente 3RG623□- 3TS: 0 ... 20 mA  
3RG623□- 3LS: 4 ... 20 mA  
Carico 0 ... 300 Ω

Campo di tensione 3RG623□- 3JS: 0 ... 10 V  
Carico > 2kΩ  
Precisione ± 2,5 %

#### Interconnessione di abilitazione

Sensore attivo Tens. di esercizio o di alto valore óhmico.  
Corrente d'ingresso  $I_E$  16 mA max.  
0...3 V Corrente d'ingresso  $I_E$  -11 mA max.

**Per ulteriori informazioni relative alla programmazione e agli accessori ved. catalogo NSK e Informazioni sul prodotto E20001-P285-A528.**

## Driftsinstruktion

## Svenska



**Av fysikaliska skäl får SONAR-BERO inte användas för personskydd och NÖDSTOPP-funktioner!**

**Fig. I:** Måttskiss (mått i mm).

**Fig. II:** Ett friområde motsvarande sträckan "x" kring ljudkägans axel skall hållas fritt från störande föremål. Vinkelavvikelsen 3° gäller för släta ytor.

**Fig. III:** Anslutning. Anslutningarna är säkrade mot **polförväxling, kortslutning och överbelastning**. Vid starka elektriska störningar rekommenderas skärmade ledningar.

**Fig. IV:** Kopplingsområde  
A: Början av arbetsområdet (programmerbar)  
E: Slutet av arbetsområdet

**Fig. V:** Synkronisering: Genom hopkoppling av stiften XI max. 10 BERO-enheter

#### Frigivning (XI: Enable / sync)

Medan frigivningen (XI) är spärrad förblir kopplingstillståndet lagrat enligt den sista mätningen. Vid förnyad frigivning aktualiseras utgången.

#### Tekniska data

Kapslingsklass	IP 67
Vikt	max. 67 g
Omgivningstemperatur	-25 ... 70°C
Temperaturinställningens felfaktor	± 2,5 % (-25 ... 70°C)

Dimensioneringsdriftspänning  $U_e$  DC 24 V  
Driftspänningsområde  $U_B$  DC 20...30 V (vid DC 12 ... 20 V 20% reducerad känslighet)

Tillåten växelströmskomponent 10 %  
Strömförbrukning utan belastning  $I_0$  < 50 mA

#### Utgång (NC/NO)/ Frekvensutgång (FA):

Dimensioneringsdriftström  $I_e$  ≤ 150 mA  
Spänningsfall  $U_d$  ≤ 3V vid 150 mA

#### Analogutgång (UA / IA):

Strömområde 3RG623□- 3TS: 0 ... 20 mA  
3RG623□- 3LS: 4 ... 20 mA  
Skenbar belastning 0 bis 300 Ω

Spänningsområde 3RG623□- 3JS: 0 vid 10 V  
Bürde > 2kΩ  
Skenbar belastning ± 2,5 %

#### Frigivningsanslutning

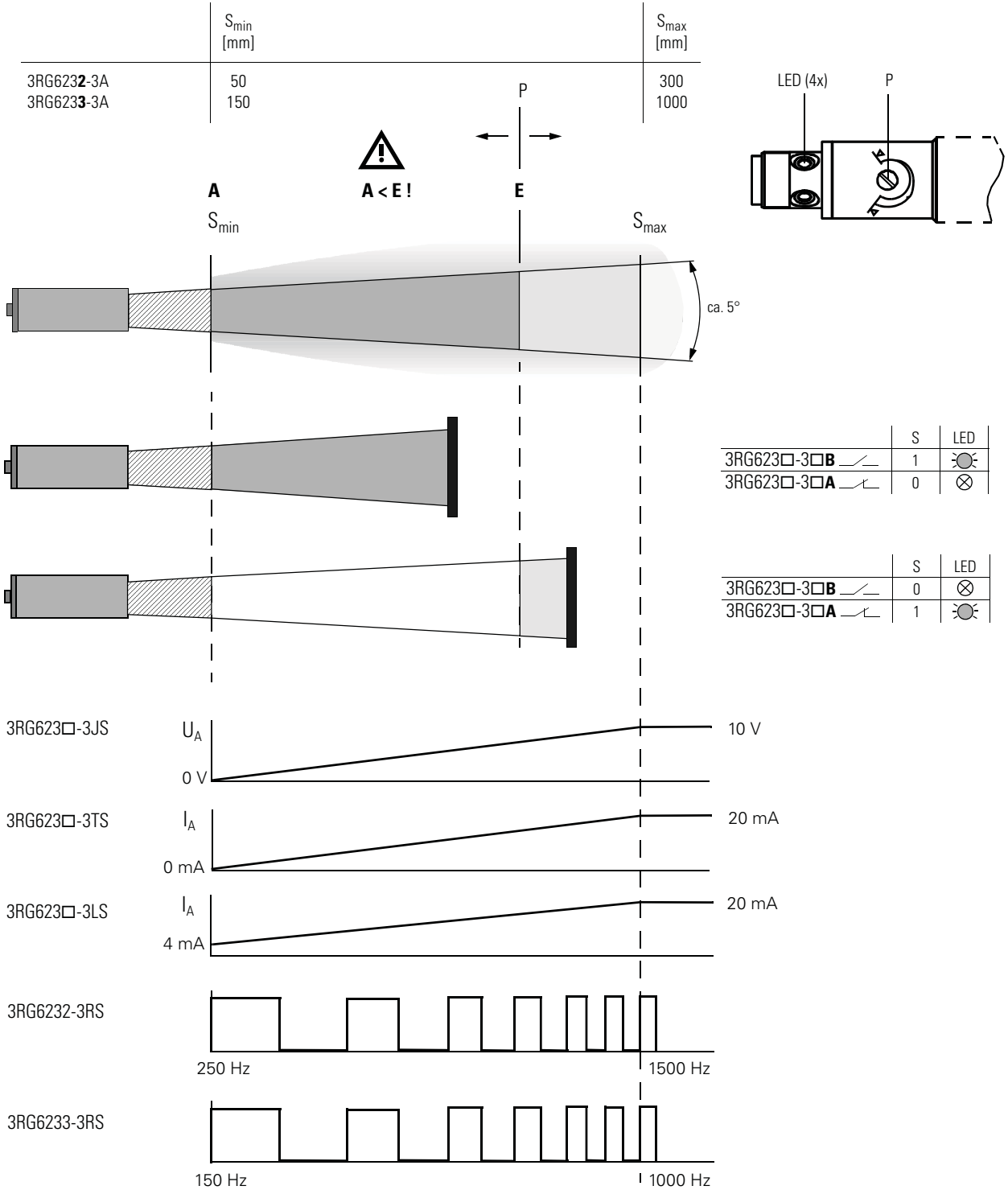
Sensorn aktiv driftspänning eller högohmig  
Ingångsström  $I_E$  max. 16 mA  
0 ... 3 V Ingångsström  $I_E$  max. -11 mA

Sensorn ej aktiv

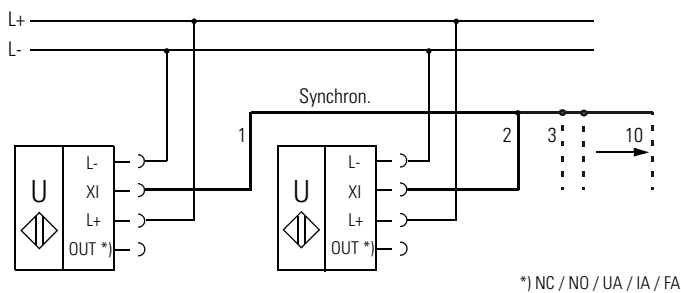
**Ytterligare uppgifter över programmering och tillbehör se katalog NSK och produktskriften E20001-P285-A528.**



# IV



# V



**Technical Assistance:** Telephone: +49 (0) 9131-7-43833 (8<sup>00</sup> - 17<sup>00</sup> MEZ)  
 E-mail: [nst.technical-assistance@siemens.com](mailto:nst.technical-assistance@siemens.com)  
 Internet: [www.siemens.de/lowvoltage/technical-assistance](http://www.siemens.de/lowvoltage/technical-assistance)

**Technical Support:** Telephone: +49 (0) 180 50 50 222

Fax: +49 (0) 9131-7-42899

**Anexo C. Hoja de Característica del Transmisor de Temperatura SITRANS  
TH100**

**Transmisor de temperatura  
SITRANS TH100**  
para montaje en cabezal  
7NG3211-0\*N00



sitrans

**SIEMENS**



# SIEMENS

SITRANS TH100

7NG3211-0\*N00

Edición 06/2006

## **Transmisor de temperatura para montaje en cabezal**

Instrucciones de servicio

[www.siemens.com/sitranst](http://www.siemens.com/sitranst)

## Indicaciones técnicas de seguridad

Este manual contiene indicaciones que debe observar para garantizar su seguridad personal y evitar daños materiales. Las indicaciones referentes a su seguridad personal aparecen destacadas mediante un triángulo de advertencia. Las indicaciones sobre peligro de daños materiales no llevan triángulo de advertencia. Las advertencias se presentan en orden descendente según el grado de peligro tal como se muestra a continuación.



### Peligro

indica que **se producirán** lesiones mortales o lesiones graves si no se toman las correspondientes medidas de precaución.



### Advertencia

indica que **pueden producirse** lesiones mortales o lesiones graves si no se toman las correspondientes medidas de precaución.



### Precaución

acompañada de un triángulo de advertencia, indica que pueden producirse lesiones leves si no se toman las correspondientes medidas de precaución.

### Precaución

si no va acompañada de un triángulo de advertencia, indica que pueden producirse daños materiales si no se toman las correspondientes medidas de precaución.

### Atención

indica que puede obtenerse un resultado o un estado no deseados si no se observa la indicación correspondiente.

Si confluyen varios grados de peligro, se utilizará siempre la advertencia que corresponda al grado más alto. Cuando una indicación con triángulo advierte sobre posibles daños personales, también puede incluir una advertencia sobre posibles daños materiales.

## Personal calificado

El aparato/sistema correspondiente sólo debe ser instalado y operado siguiendo esta documentación. La puesta en servicio y uso de un aparato/sistema están reservadas al **personal calificado**. Se entiende por personal calificado, en el sentido de las indicaciones técnicas de seguridad de esta documentación, personas que tienen la autorización para poner en servicio, poner a tierra e identificar aparatos, sistemas y circuitos conforme a las normas técnicas de seguridad.

## Uso reglamentario

Observe lo siguiente:



### Advertencia

Este aparato solamente está previsto para las aplicaciones descritas en el catálogo y en la descripción técnica y solamente en combinación con aparatos de otras marcas autorizados o recomendados por Siemens. Un servicio seguro y correcto de este producto presupone un transporte, almacenamiento, instalación y montaje adecuados, así como un manejo y mantenimiento cuidadoso.

## Marcas

Todas las denominaciones acompañadas del símbolo de derecho de propiedad ® son marcas registradas de Siemens AG. Las demás denominaciones en este documento pueden ser marcas cuya utilización por parte de terceros puede violar los derechos del propietario.

### Copyright Siemens AG Reservados todos los derechos.

Queda prohibida la transmisión, reproducción, explotación y comunicación del contenido de este documento sin el permiso expreso de la compañía. El incumplimiento de lo antes dispuesto obliga a la indemnización por daños y perjuicios. Reservados todos los derechos, en especial, el de concesión de la patente o de registro del modelo de utilidad.

Siemens AG  
Automation and Drives Postfach 4848, D-90327 Nürnberg

Siemens AG

### Exoneración de responsabilidad

Hemos revisado el contenido de este documento para comprobar que coincida con el hardware y el software descrito. Sin embargo, no podemos descartar que exista alguna divergencia, por lo que no garantizamos una coincidencia absoluta. Los datos que aparecen en este documento son comprobados con regularidad. Las correcciones que sea necesario efectuar aparecerán reflejadas en las posteriores ediciones.

Siemens AG  
Modificaciones técnicas reservadas.

A5E00331170

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
1.1	Propósito de la presente documentación .....	5
1.2	Historial .....	5
1.3	Otra información .....	5
<b>2</b>	<b>Indicaciones generales de seguridad</b> .....	<b>7</b>
2.1	Indicaciones generales .....	7
2.2	Uso reglamentario .....	7
2.3	Leyes y disposiciones .....	7
2.4	Personal calificado .....	7
<b>3</b>	<b>Descripción</b> .....	<b>9</b>
3.1	Campo de aplicación .....	9
3.2	Características del producto .....	9
3.3	Estructura de la placa de características .....	9
3.4	Funcionamiento .....	10
<b>4</b>	<b>Montaje</b> .....	<b>13</b>
4.1	Montaje en el cabezal de conexión .....	13
4.2	Montaje sobre perfil DIN simétrico y sobre riel en G .....	14
<b>5</b>	<b>Conexión eléctrica</b> .....	<b>15</b>
5.1	Indicaciones generales de conexión .....	15
5.2	Conexión en áreas con riesgo de explosión .....	16
5.3	Asignación de conexiones .....	17
<b>6</b>	<b>Puesta en servicio</b> .....	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Funciones</b> .....	<b>21</b>
7.1	Aspectos generales .....	21
7.2	Corriente de salida en caso de fallo .....	21
7.3	Detección de rotura de los conductores .....	21
7.4	Detección de cortocircuitos .....	21
7.5	Equilibrado del circuito .....	21
7.6	Tipo de característica (ascendente o descendente) .....	21
<b>8</b>	<b>Manejo con PC y módem</b> .....	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Datos técnicos</b> .....	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>Datos de pedido</b> .....	<b>27</b>
<b>11</b>	<b>Dibujo acotado</b> .....	<b>29</b>
<b>12</b>	<b>Mantenimiento</b> .....	<b>31</b>
<b>13</b>	<b>Certificados</b> .....	<b>31</b>





# 1 Introducción

## 1.1 Propósito de la presente documentación

El presente manual contiene toda la información necesaria para la puesta en servicio y el empleo del transmisor.

Se dirige tanto a las personas que efectúen el montaje mecánico del aparato, su conexión eléctrica, su parametrización y su puesta en marcha, como al personal del servicio técnico y a los técnicos de mantenimiento.

## 1.2 Historial

Este historial indica con qué firmware del aparato se corresponde la presente documentación.

Esta edición en concreto corresponde al siguiente firmware:

Edición	Identificación del firmware sobre la placa de características	Integración en el sistema	Ruta de instalación para PDM
01 06/2006	FW: 01.01.00	TH100: SIPROM T V1.07	TH100: irrelevante

La siguiente tabla indica los cambios más importantes de esta documentación en comparación con la edición anterior.

Edición	Anotación
01 06/2006	Primera edición

## 1.3 Otra información

### Información

Señalamos que el contenido de este manual ni forma parte de un acuerdo pasado o presente, una aprobación o una relación jurídica, ni debe modificar a estos. Todas las obligaciones de Siemens AG resultan del correspondiente contrato de venta, el cual contiene también la regulación completa y única de garantía. Las explicaciones que figuran en el manual no amplían ni limitan dichos acuerdos contractuales relacionados con la garantía.

En el momento de ser impreso este documento, los contenidos del mismo concuerdan con el estado actual de la técnica. Reservado el derecho a introducir modificaciones técnicas producto de nuevos avances tecnológicos.

**Filiales**

Si desea más datos o se enfrenta a algún problema especial que no aparece suficientemente descrito en este manual, puede solicitar la información que necesite en la filial local de Siemens. Encontrará un listado de las filiales locales de Siemens en la página de Internet:

[www.siemens.com/processinstrumentation/contacts](http://www.siemens.com/processinstrumentation/contacts)

**Información sobre el producto en Internet**

El presente manual forma parte del CD "sitrans t – temperature transmitters" (número de pedido A5E00364512) y se encuentran disponibles en la siguiente página de Internet:

[www.siemens.com/sitranst](http://www.siemens.com/sitranst)

Dentro de la opción "More Info", haga clic en "-> Instructions and manuals".

En el CD encontrará un extracto del Catálogo FI 01 "Instrumentación de campo para la automatización de procesos" con los datos de pedido actualizados. El catálogo FI 01 completo se encuentra además disponible en la dirección URL indicada.

## 2 Indicaciones generales de seguridad

### 2.1 Indicaciones generales

Este aparato salió de la fábrica en perfecto estado respecto a la seguridad técnica. Para mantenerlo en dicho estado y garantizar un servicio seguro del aparato, es necesario respetar y tener en cuenta las indicaciones y advertencias contenidas en el presente manual.

### 2.2 Uso reglamentario

El aparato solamente se puede utilizar para los fines indicados en el presente manual.

Cualquier modificación que el usuario lleve a cabo en el aparato y que no esté expresamente mencionada en este manual será responsabilidad del propio usuario.

### 2.3 Leyes y disposiciones

Son de obligado cumplimiento las disposiciones nacionales relativas a la posesión de un certificado de control válido.



#### ADVERTENCIA

Antes del montaje y puesta en servicio de este aparato, una persona calificada debe comprobar que las fuentes de alimentación utilizadas son las adecuadas y garantizan que el aparato no quedará expuesto a tensiones peligrosas, ni durante el servicio normal ni en caso de fallo de la instalación o sus componentes.

---

### 2.4 Personal calificado

Se considera personal calificado a las personas que están familiarizadas con la instalación, el montaje, la puesta en servicio y el funcionamiento del producto y poseen las siguientes cualificaciones correspondientes a su rama profesional:

- Poseen la formación, capacitación o autorización necesarias para poner en funcionamiento y prestar mantenimiento a aparatos/sistemas de conformidad con las normas de seguridad técnica para circuitos eléctricos, altas presiones o medios agresivos.
- Poseen formación o capacitación, de acuerdo con las normas de seguridad técnica, en materia de utilización y conservación de los correspondientes equipos de seguridad.
- Para aparatos con protección contra explosiones: Poseen formación, capacitación o autorización para realizar trabajos en los circuitos eléctricos de sistemas con peligro de explosión.
- Formación en primeros auxilios



#### INDICACIÓN

Durante la utilización y el mantenimiento del transmisor, se deben observar todas las normas relativas al servicio de la instalación.

En el momento de ser impreso este documento, los contenidos del mismo concuerdan con el estado actual de la técnica. Reservado el derecho a introducir modificaciones técnicas producto de nuevos avances tecnológicos.

---



### 3 Descripción

#### 3.1 Campo de aplicación

El transmisor SITRANS TH100 se puede utilizar en cualquier ámbito para medir termorresistencias Pt100. Gracias a su tamaño compacto puede ser instalado en el cabezal de conexión del Tipo B (DIN 43729) o en otro de mayor tamaño.

La señal de salida es una corriente de salida de entre 4 y 20 mA proporcional a la temperatura.

La parametrización se efectúa mediante el PC, con el software de parametrización SIPROM T y el módem para SITRANS TH100/TH200. Si ya dispone de un "módem para SITRANS TK" (número de pedido 7NG3190-6KB), puede seguir utilizándolo para la parametrización de SITRANS TH100.

Los transmisores del modelo "Tipo de protección antideflagrante: seguridad intrínseca" pueden montarse en áreas con riesgo de explosión. Los aparatos cumplen la directiva 94/9/EC (ATEX), así como los reglamentos FM y CSA.

#### 3.2 Características del producto

- Transmisor con técnica bifilar
- Montaje en el cabezal de conexión del Tipo B (DIN 43729) o en otro de mayor tamaño, o montaje en un perfil DIN simétrico.
- Programable, lo cual permite programar la conexión del sensor, el rango de medición y otros muchos elementos
- Modelo provisto de seguridad intrínseca para la utilización en áreas con riesgo de explosión

#### 3.3 Estructura de la placa de características

En la caja se encuentra la placa de características con el número de pedido y otra información importante sobre el producto.

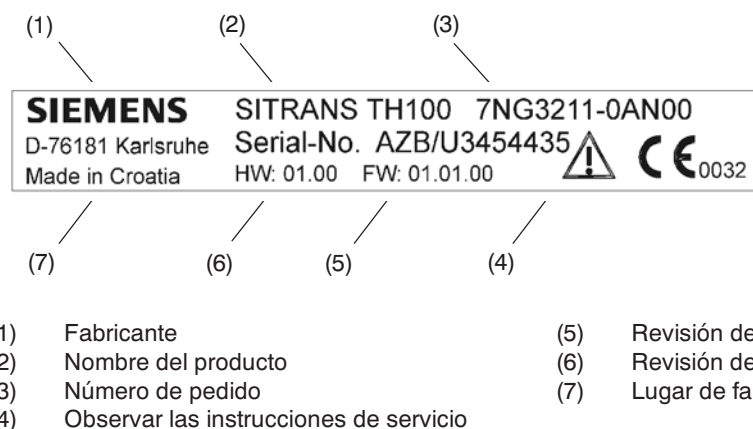


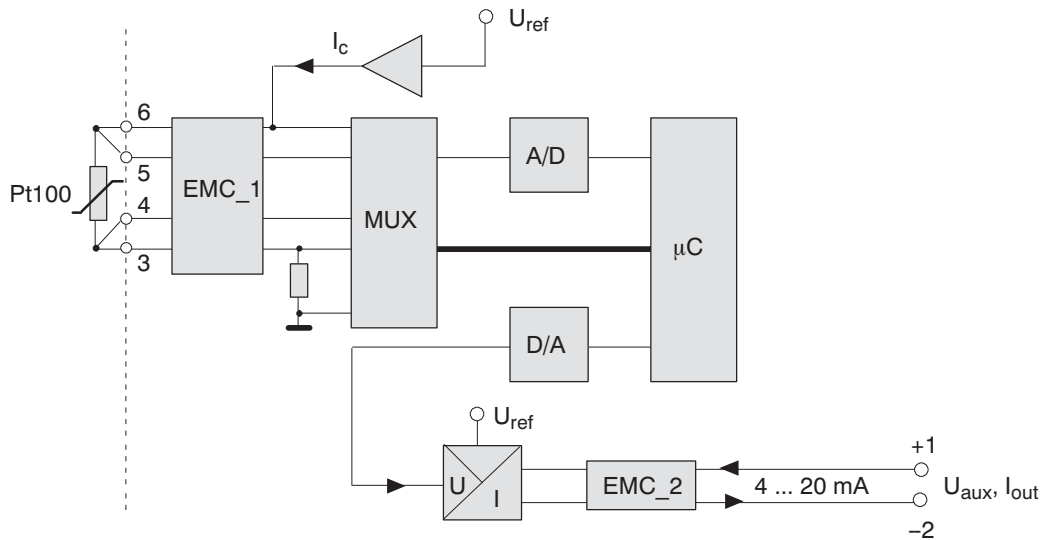
Figura1 Estructura de la placa de características

### 3.4 Funcionamiento

La señal de medición emitida por una termorresistencia Pt100 (conexión a dos, tres y cuatro hilos) es amplificada en la etapa de entrada. La tensión proporcional a la magnitud de entrada es luego convertida en señales digitales por medio de un multiplexor situado en un convertidor analógico-digital. En el microcontrolador, estas señales son transformadas de acuerdo con la curva característica del sensor y otros datos (rango de medición, atenuación, etc).

Una vez procesada de este modo, la señal es convertida por un un convertidor analógico-digital en una corriente de salida de entre 4 y 20 mA.

Tanto el circuito de entrada como el de salida están protegidos contra interferencias electromagnéticas por un filtro de compatibilidad electromagnética (EMC).

**Entrada:**

Pt100	Termómetro de resistencia Pt100
EMC_1	Etapa de entrada con componentes de protección
$I_c$	Fuente de corriente constante
MUX	Multiplexor
A/D	Convertidor analógico-digital

**Salida:**

D/A	Convertidor digital-analógico
U/I	Convertidor de tensión, convertidor de corriente, fuente de tensión constante y de tensión de referencia
EMC_2	Etapa de salida con componentes de protección
$U_{aux}$	Energía auxiliar
$I_{out}$	Corriente de salida

**Microcontrolador:**

$\mu C$	Funciones de cálculo y memorización de todos los parámetros
---------	-------------------------------------------------------------

Figura2 Esquema funcional del SITRANS TH100





## 4 Montaje

### 4.1 Montaje en el cabezal de conexión

---

#### PRECAUCIÓN

Antes de montar el transmisor del cabezal se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- El transmisor SITRANS TH100 debe estar montado en una caja adecuada.
  - El tipo de protección y el material de la caja deben cumplir los requisitos pertinentes.
  - Deben respetarse las condiciones del entorno descritas en el apartado de datos técnicos (capítulo 9, página 25).
- 

Los resortes y tornillos de fijación del transmisor están incluidos en el volumen de suministro.

El SITRANS TH100 se puede fijar tanto en el fondo del cabezal de conexión como en la tapa elevada del mismo.

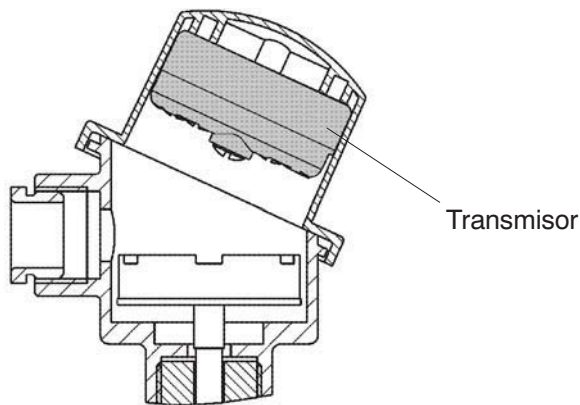


Figura3 Fijación del transmisor en la tapa del cabezal de conexión

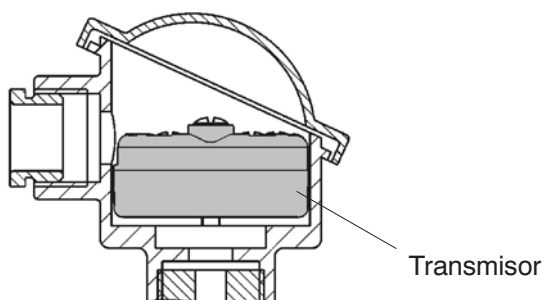


Figura4 Fijación del transmisor en el fondo del cabezal de conexión



#### ADVERTENCIA

Si el aparato se instala en un área con riesgo de explosión (zona 1), la caja debe tener por lo menos el tipo de protección IP54 según la norma IEC 60529.

---

## 4.2 Montaje sobre perfil DIN simétrico y riel en G

El transmisor se puede fijar tanto a un perfil DIN simétrico de 35 mm (DIN EN50022) como a un riel en G de 32 mm (DIN EN50035). Para el adaptador necesario para el montaje sobre carril DIN puede adquirirse como accesorio (número de pedido 7NG3092-8KA).

El montaje debe realizarse en las condiciones de entorno descritas en el apartado de datos técnicos (capítulo 9, página 25).

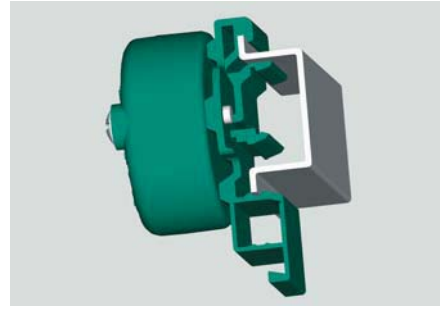


Figura5 Fijación del transmisor al perfil DIN simétrico

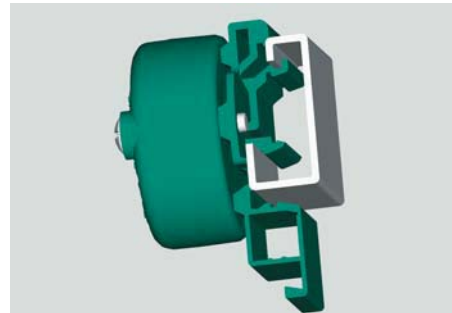


Figura6 Fijación del transmisor al riel en G

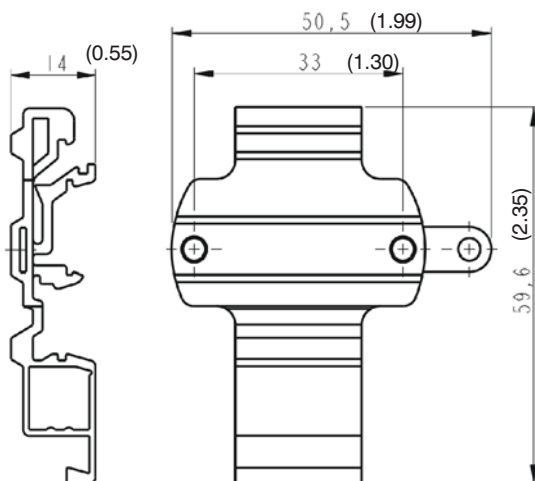


Figura7 Dimensiones del perfil DIN simétrico (7NG3092-8KA)

## 5 Conexión eléctrica

### 5.1 Indicaciones generales de conexión



---

#### ADVERTENCIA

##### Conexión eléctrica en áreas con riesgo de explosión

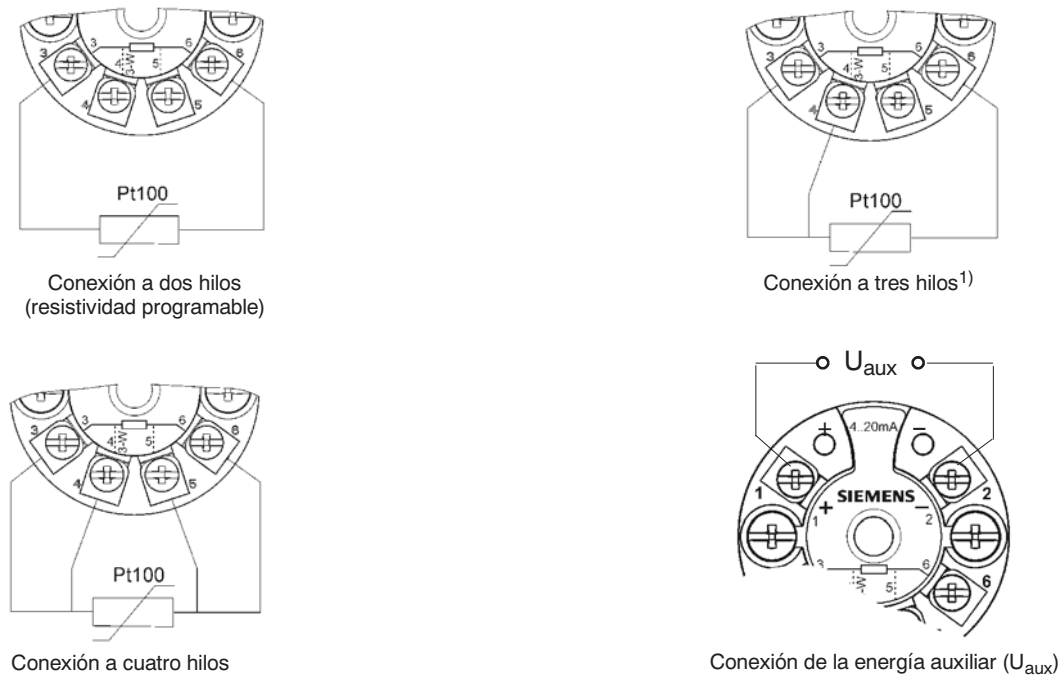
Durante la instalación eléctrica, se deben cumplir las normas nacionales vigentes sobre áreas con riesgo de explosión. En Alemania, esta normativa incluye, entre otros:

- la normativa de seguridad en el funcionamiento
- la Norma de Instalación de Sistemas Eléctricos en áreas con riesgo de explosión, DIN EN60079-14 (antes VDE 0165, T1)
- el Certificado de prueba de modelos CE

Se recomienda verificar que la energía auxiliar disponible, en caso de ser requerida, coincide con el certificado de comprobación mostrado por la placa indicadora de tipo y vigente en el país.

---

- Conexión del sensor, véase Figura 8
- Energía auxiliar  
Conecte los hilos de la alimentación de energía auxiliar de acuerdo con la Figura 8 a los bornes "1(+)" y "2(-)" teniendo en cuenta la polaridad (el aparato está protegido contra inversión de polaridad).
- Cable de conexión  
Máx. sección transversal del conductor: 2,5 mm<sup>2</sup>  
Coloque el cable de señales separado de los cables conductores de tensión > 60 V.  
Utilice cables con hilos retorcidos.  
Evite tender el cableado cerca de una instalación eléctrica de gran tamaño o bien utilice conductores apantallados.



- 1) En el modelo con conexión a tres hilos, el borne núm. 5 carece de función y no debe ser conectado. Si se utilizan termorresistencias en el modelo con conexión a cuatro hilos, se debe seleccionar la conexión a tres hilos y aislar eléctricamente con cinta aislante el cuarto hilo del sensor que no se utiliza.

Figura8 Esquema de conexiones de la termorresistencia Pt100 y de la energía auxiliar.

## 5.2 Conexión en áreas con riesgo de explosión

### Áreas 0 y 1

El transmisor solamente se debe conectar a aparatos de seguridad intrínseca certificados y conformes con el certificado de prueba de modelos CE. Es absolutamente obligatorio respetar los parámetros y valores límite que se especifican en dicho certificado.

### Zona 2 en el tipo de protección antideflagrante “nL” – Limited Energy

El transmisor sólo se debe conectar a los siguientes aparatos:

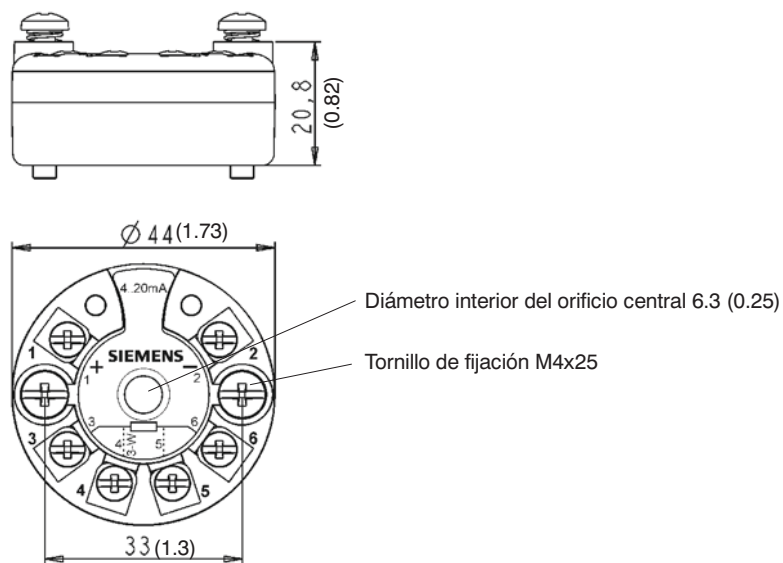
- Aparatos de seguridad intrínseca certificados de la categoría 1 o 2.
- Aparatos con certificación “nL” (Limited Energy) de la categoría 3.

La tensión de entrada máxima permitida es de  $U_i = DC 30 V$ . Se deben respetar los valores permitidos para las capacidades e inductancias externas.

### Zona 2 en el tipo de protección antideflagrante “nA” – Sin formación de chispas

Se deben cumplir los requisitos para instaladores que corresponden a este tipo de protección antideflagrante. La máxima tensión de entrada permitida es de  $U = DC 35 V$ .

### 5.3 Asignación de conexiones



- 1(+) y 2 (-)      Energía auxiliar  $U_{aux}$ , corriente de salida  $I_{out}$
- 3, 4, 5 y 6      Sensor (Pt100) (ver conexiones en capítulo 5 Conexión eléctrica, página 15)

Figura9 Asignación de conexiones



## **6 Puesta en servicio**

Los datos de servicio del transmisor se deben ajustar de acuerdo con la tarea de medición que el aparato vaya a efectuar. Los datos de servicio deben coincidir con los datos que figuran sobre la placa indicadora de tipo.

Si el transmisor se ha montado en el cabezal de conexión, la tapa del cabezal se debe cerrar después de conectar el sensor y la alimentación de energía auxiliar. Al conectar la energía auxiliar, el transmisor se pondrá en funcionamiento después de un intervalo de arranque de 10 segundos.





## 7 Funciones

### 7.1 Aspectos generales

En el SITRANS TH100 se pueden ejecutar las siguientes funciones a través del software de parametrización SIPROM T:

- Ajuste del margen de saturación superior/inferior de la corriente de salida
- Respaldo de datos de identificación del punto de medición
- Ajuste de la conexión del sensor (conexión a dos, tres y cuatro hilos)
- Ajuste del offset del sensor, el rango de medición, la unidad física y la atenuación
- Ajuste de la corriente de salida en caso de fallo (p. ej. en caso de rotura del sensor)

### 7.2 Corriente de salida en caso de fallo

Los cables del sensor y el sistema electrónico del transmisor se encuentran bajo vigilancia permanente. Si se produce algún fallo, la corriente de salida es conmutada a corriente de fallo. La corriente de defecto se puede seleccionar libremente dentro de los límites del margen de modulación de corriente (de 3,6 mA a 23 mA).

### 7.3 Detección de rotura de los conductores

Todos los conductores del sensor están permanentemente vigilados para detectar cualquier rotura. En caso de fallo, se activa la corriente de defecto (de 3,6 mA a 23 mA). La detección de rotura de los conductores no se puede desactivar.

### 7.4 Detección de cortocircuitos

El sensor conectado al transmisor está vigilado permanentemente para detectar cualquier cortocircuito que pueda producirse en él. Se produce un cortocircuito en el sensor cuando la resistencia medida en el Pt100 conectado desciende por debajo de 10 ohmios. En caso de cortocircuito en el sensor, se activa la corriente de defecto (de 3,6 mA a 23 mA). La detección de cortocircuitos en el sensor no se puede desactivar. El límite de cortocircuito está fijado en 10 ohmios y tampoco se puede modificar.

### 7.5 Equilibrado del circuito

Si la medida del Pt100 se realiza en una conexión a dos hilos, es preciso efectuar un equilibrado del circuito.

La calibración se realiza mediante una indicación numérica de la resistividad medida (suma del conductor de ida y el conductor de retorno).

### 7.6 Tipo de característica (ascendente o descendente)

Para la característica en la salida analógica de 4 a 20 mA, se puede elegir entre una curva ascendente o una curva descendente. El tipo de característica se establece del siguiente modo al parametrizar el comienzo y el final del rango de medición:

- Curva característica ascendente: El final del rango de medición es mayor que el comienzo
- Curva característica descendente: El final del rango de medición es menor que el comienzo



## 8 Manejo con PC y módem

---

### ATENCIÓN

La parametrización del SITRANS TH100 solamente debe realizarse en estado "offline" a través del módem para SITRANS TH100/TH200 y del software de parametrización SIPROM T. Por ello, antes del proceso de parametrización, si el transmisor tiene conectado un bucle de corriente de entre 4 y 20 mA, es necesario desembornar este bucle completamente.

---

Con el software de parametrización SIPROM T y el módem para SITRANS TH100/TH200 se puede configurar el transmisor mediante un PC. Para ello, tan sólo hace falta conectar el transmisor al PC a través del módem. En ese caso, la energía necesaria para alimentar el transmisor está proporcionada por:

- la interfaz USB del PC (si el módem es USB)
- una fuente de alimentación externa provista de conector (si el módem es RS232)

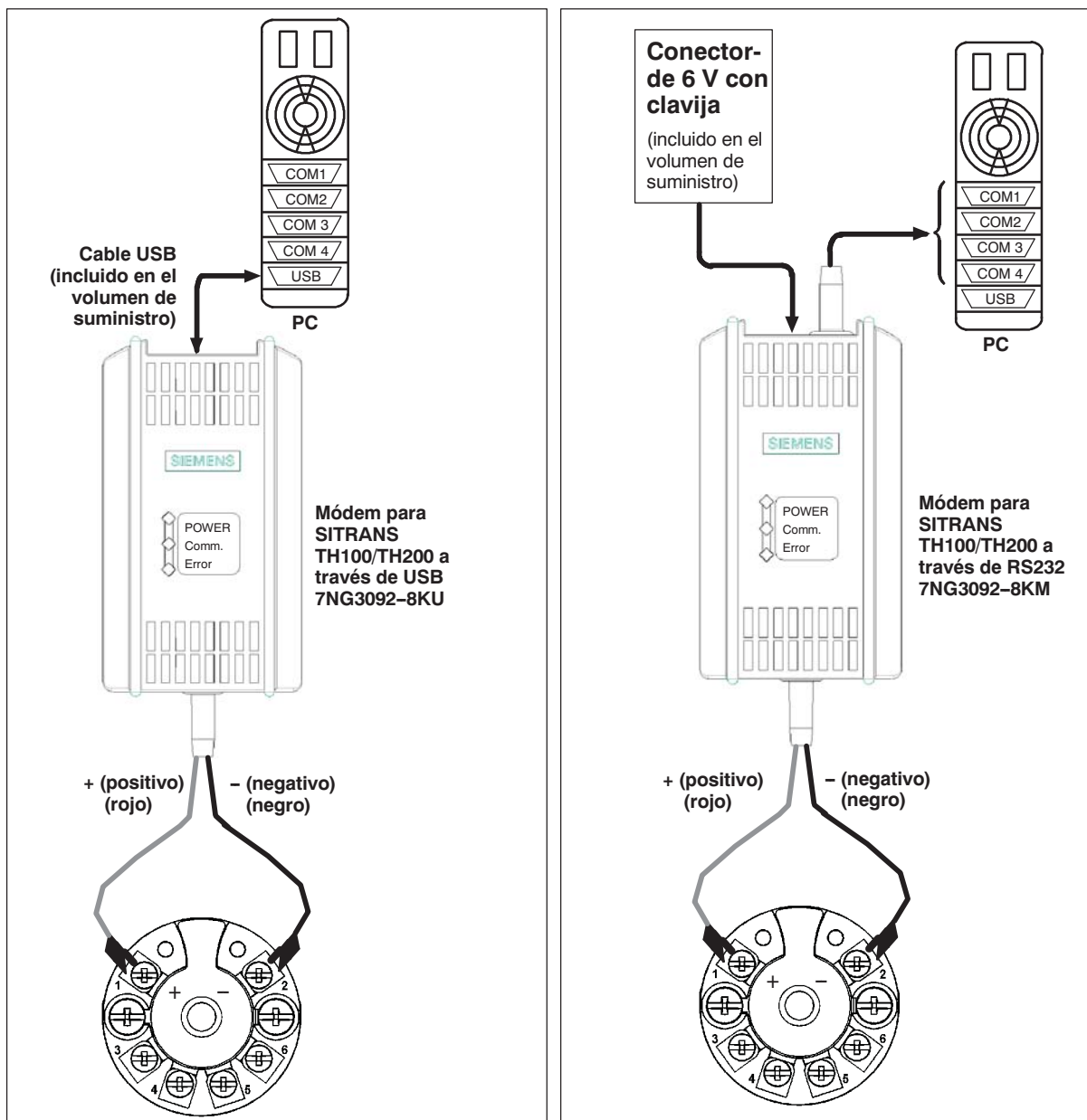


Figura10 Parametrización SITRANS TH100 a través de módem USB

Figura11 Parametrización SITRANS TH100 a través de módem RS232

Encontrará más datos sobre la parametrización del transmisor en las instrucciones de servicio de los siguientes productos:

- Módem para SITRANS TH100/TH200 y software de parametrización SIPROM T (número de pedido: 7NG3092-8KM o 7NG3092-8KU)
- CD "sitrans t - temperature transmitters", número de pedido A5E00364512



#### INDICACIÓN

Si ya dispone de un "módem para SITRANS TK" (número de pedido 7NG3190-6KB), puede seguir utilizándolo para la parametrización de SITRANS TH100. En las instrucciones de servicio del módem se describe cómo conectar el SITRANS TH100 al "módem para SITRANS TK".

## 9 Datos técnicos

### Entrada

#### Termorresistencia

Magnitud de medición	Temperatura
Tipo de entrada	Pt100 según la norma IEC 60751
Curva característica	Temperatura lineal
Tipo de conexión	Conexión a dos, tres y cuatro hilos
Resolución	14 bit
Precisión de medida	
Margen de medición < 250°C (450°F)	< 0,25°C (0,45°F)
Margen de medición > 250°C (450°F)	< 0,1 % del margen de medición
Repetibilidad	< 0,1 °C (0,18°F)
Corriente de medición	aprox. 0,4 mA
Ciclo de medida	< 0,7 s
Rango de medición	-200 ... 850°C (-328 ... 1562°F)
Margen de medición	25 ... 1050°C (77 ... 1922°F)
Unidad física	°C o °F
Offset	Programable: -100 ... +100°C (-180 ... 180°F)
Resistividad	Máx. 20 Ω (suma del conductor de ida y el conductor de retorno)
Supresión de interferencias	50 y 60 Hz

### Salida

#### Señal de salida

Energía auxiliar	4 ... 20 mA, bifilar
Carga máx.	8,5 ... 36 V DC (30 V con Ex) (U <sub>aux</sub> -8,5 V)/0,023 A
Margen de saturación	3,6 mA ... 23 mA ajustable sin escalonamiento (rango estándar: 3,84 mA ... 20,50 mA)
Señal de fallo (en caso de rotura de la sonda)	3,6 mA a 23 mA ajustable sin escalonamiento (valor estándar: 3,6 mA o 22,8 mA)
Tiempo de atenuación	0 ... 30 s
Protección	Contra polarización inversa
Resolución	12 bit
Precisión a 23°C	< 0,1% del margen de medición
Influencia de la temperatura	Máx. 0,1%/10°C (0,1%/18°F)
Influencia de la energía auxiliar	< 0,01% del margen de medición/V
Influencia de la carga	<0,025% del máx. margen de medición/100 Ω
Deriva a largo plazo	<0,025% del máx. margen de medición durante el primer mes <0,035% del máx. margen de medición después de un año <0,05% del máx. margen de medición después de cinco años

### Condiciones ambientales

Intervalo de temperatura ambiente	-40 ... +85°C (-40 ... +185°F)
Intervalo de temperatura de almacenamiento	-40 ... +85°C (-40 ... +185°F)
Humedad relativa del aire	≤ 98 %, condensable
Compatibilidad electromagnética	De conformidad con la norma EN 61326 y NAMUR NE21
Error en caso de influencias CEM (cuando el montaje es en el cabezal de conexión)	

Descarga electrostática según EN 61000-4-2	< 0,10% del margen de medición
HF Irradiación según EN61000-4-3	< 1,0% del margen de medición
Ráfaga según EN 61000-4-4	< 0,2% del margen de medición
Suministro de corriente HF según EN 61000-4-6	< 0,3% del margen de medición

En aquellos casos en que el transmisor va montado sobre un perfil DIN simétrico, pueden producirse graves errores de medición en los entornos con fuertes interferencias. Observe la normativa EGB.

### Estructura constructiva

Peso	50 g
Dimensiones	Véase Figura12, página 29
Material	Plástico, colado
Sección transversal de los cables de conexión	Máx. 2,5 mm <sup>2</sup> (AWG 13)
Clase de protección	Según la norma IEC 60529
Caja	IP40
Bornes	IP00

### Certificados

Servicio en el ámbito de los estados miembros de la CE

Certificado de prueba de modelos CE	PTB 05 ATEX 2049X
Tipo de protección antideflagrante "seguridad intrínseca" según la norma ATEX	II 1 G EEx ia IIC T6/T4 II 2 (1) G EEx ia/ib IIC T6/T4
Tipo de protección antideflagrante "medio de producción exento de chispas y limitado energéticamente"	II 3G EEx nAL IIC T6/T4

Todos los datos eléctricos y las condiciones para el servicio en áreas con riesgo de explosión se deben consultar en el certificado de prueba de modelos-CE.

Servicio en Estados Unidos y Canadá

FM approval PID 3024169, válida para Estados Unidos y Canadá (cFMus)	
Tipos de protección	IS CI I, II, III, Div 1, GP ABCDEFG T4/T5/T6 IS CI I, ZN 0,1 AEx ia IIC T4/T5/T6 NI CI I, II, III, Div 2, GP ABCDFG T4/T5/T6 CI I, ZN 2, GP IIC T4/T5/T6

Los datos eléctricos, las condiciones de servicio y las indicaciones de instalación para el uso en áreas con riesgo de explosión se deben extraer del "FM Certificate of Compliance no. 3024169" y del correspondiente "Control Drawing C10145-A4-X2-33".

## 10 Datos de pedido

Denominación	Número de pedido
<b>Transmisor de temperatura SITRANS TH100</b> para el montaje en el cabezal de conexión del Tipo B (DIN 43729), técnica de dos hilos de entre 4 y 20 mA, programable, sin separación galvánica sin protección contra explosiones con protección contra explosiones en el caso de protección antideflagrante "Seguridad intrínseca" - EEx ia (ATEX) - FM (cFMUS)	7NG3211-0NN00  7NG3211-0NN00 7NG3211-0BN00
<b>Módem para SITRANS TH100 y TH200 incl. software de parametrización SIPROM T</b> con conexión USB con conexión RS232	7NG3092-8KU 7NG3092-8KM
<b>CD "sitrans t - temperature transmitters"</b> con documentación en alemán/inglés/francés/español/italiano/portugués y software de parametrización SIPROM T	A5E00364512
<b>Adaptador de perfil DIN simétrico para montaje en cabezal (unidad de            embalaje = 5 unidades)</b>	7NG3092-8KA

Más información	Referencia
Complete el número de pedido añadiendo "-Z", agregue la referencia	
Ajuste discrecional de los datos de servicio (los datos de servicio deben describirse en forma de texto explícito)	Y01
con protocolo de pruebas (5 puntos de medición)	C11

### Ajuste predeterminado

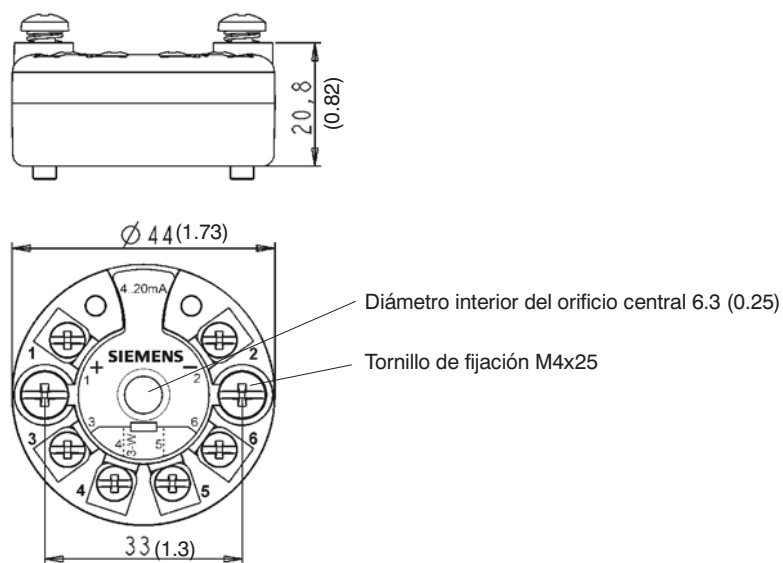
- Pt100 en conexión a tres hilos
- Rango de medición 0 ... 100°C (32 ... 212°F)
- En caso de rotura de la sonda 22,8 mA
- Offset del sensor 0°C (0°F)
- Atenuación 0,0 s

Todos los manuales, catálogos y certificados para SITRANS T están disponibles en la siguiente dirección de Internet: [www.siemens.de/sitranst](http://www.siemens.de/sitranst)





## 11 Dibujo acotado



- 1(+) y 2 (-)      Energía auxiliar  $U_{aux}$ , corriente de salida  $I_{out}$
- 3, 4, 5 y 6      Sensor (Pt100) (ver conexiones en capítulo 5 Conexión eléctrica, página 15)

Figura12 SITRANS TH100, medidas en mm (pulgadas)



## **12    Mantenimiento**

El transmisor no necesita mantenimiento.

## **13    Certificados**

Encontrará los certificados pertinentes en el CD "sitrans t – temperature transmitters", que puede adquirir por separado indicando el número de pedido A5E00364512 o acudiendo a la dirección de Internet [www.siemens.com/processinstrumentation/certificates](http://www.siemens.com/processinstrumentation/certificates).

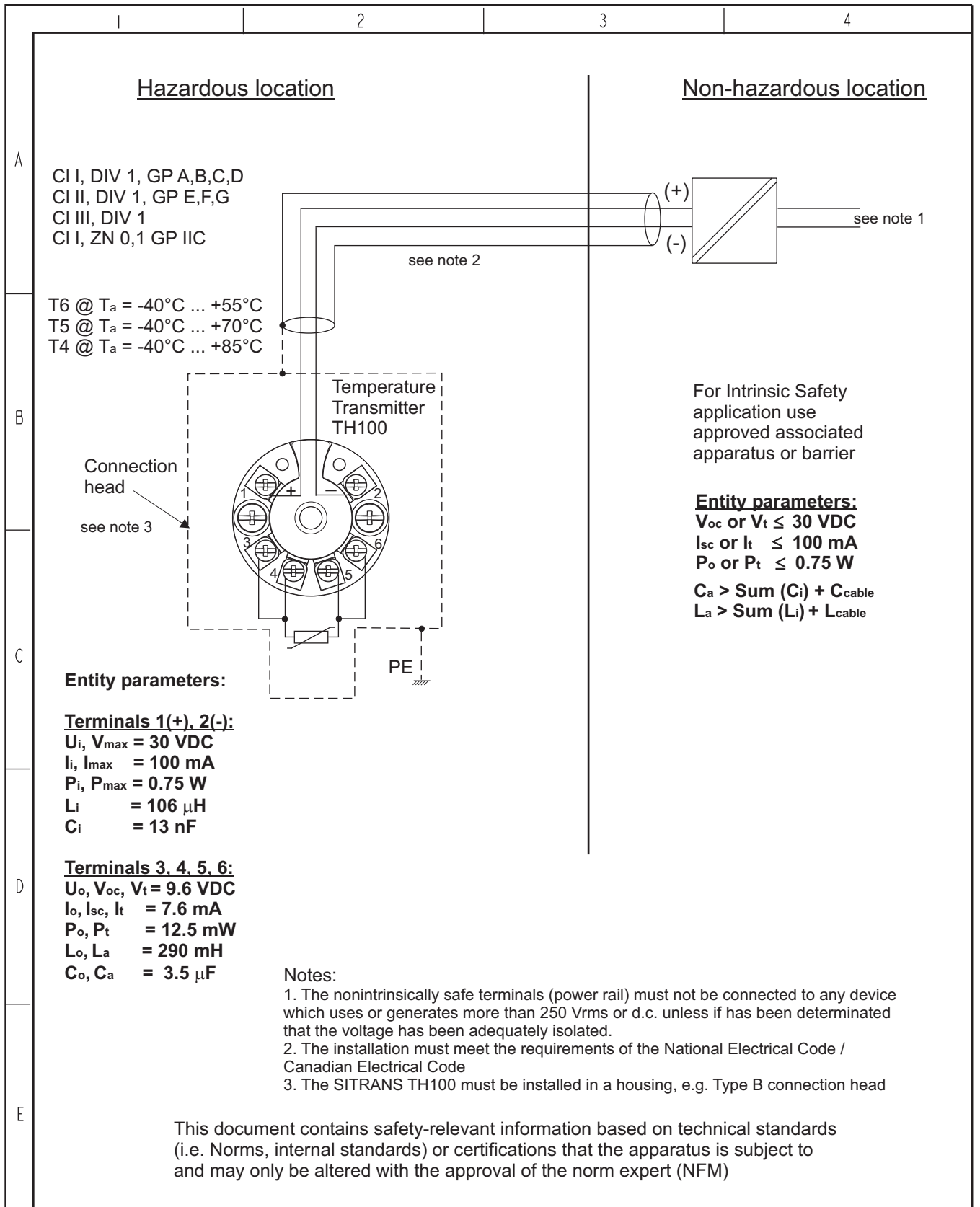


CONFIADO COMO SECRETO INDUSTRIAL  
RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

ALS BETRIEBSGEHEIMNIS ANVERTRAUT  
ALLE RECHTE VORBEHALTEN

PROPRIETARY DATA  
ALL RIGHTS RESERVED

Mit Pro/ENGINEER erstellt



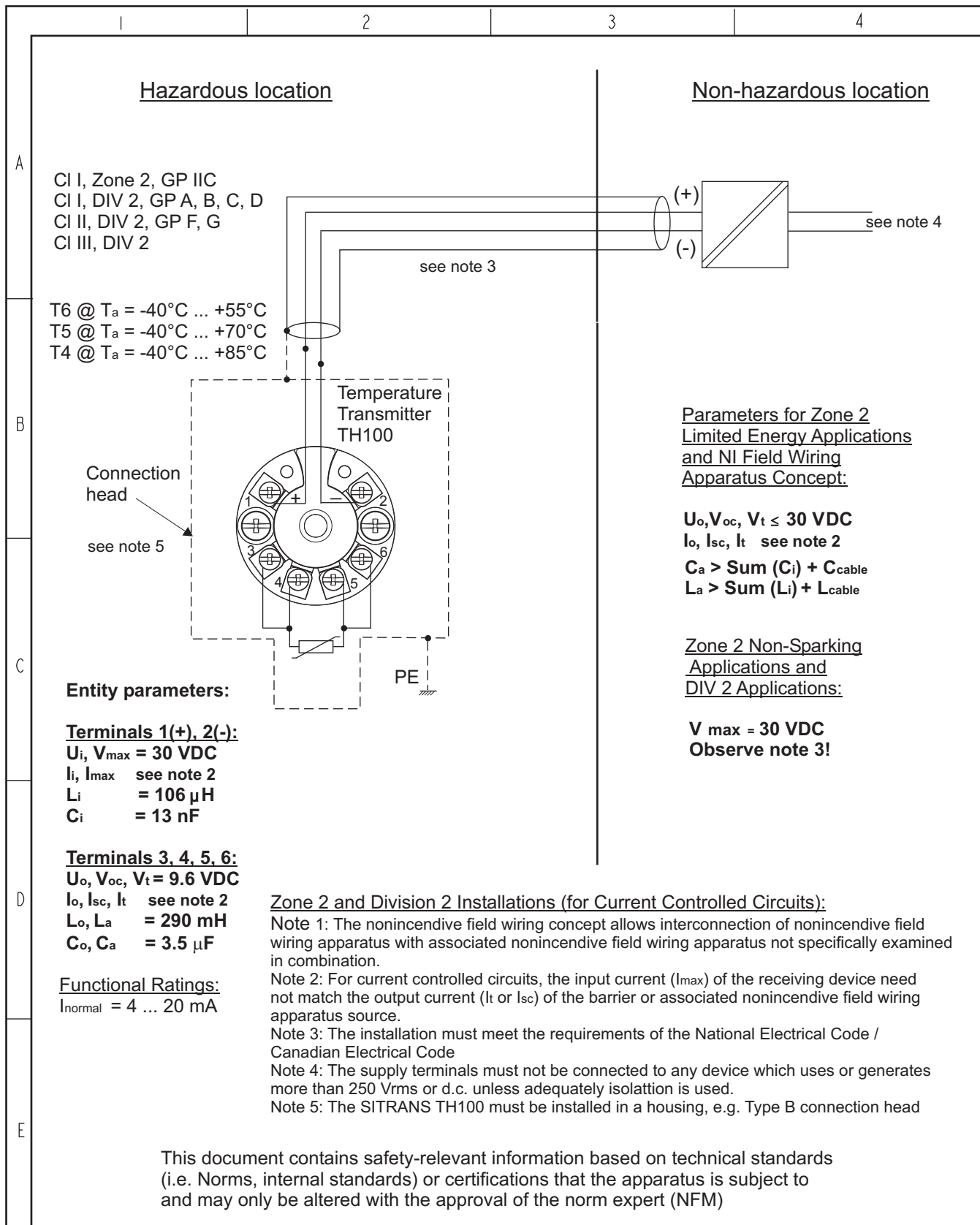
Fab-Gr.:		Tol.:		Scale:		SAP No.:	
				Engineering Obligation for Delivery			
Change No.:		Date: 14.03.2006		Product: Temperature Transmitter SITRANS TH100 Type 7NG3211-0B***			
Revision: 1	FK:	Edited by: Pižeta				Sheet 1 of 2	
Date of change:		Approved by: Sudeta		Title: Control Drawing for DIV 1, Zone 0,1			
Modify by:		A & D PD					
Change for:		Siemens d.d.		Document No.: C10145-A3-X2-33		Doc. Type:	

CONFIADO COMO SECRETO INDUSTRIAL  
 RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

ALS BETRIEBSGEHEIMNIS ANVERTRAUT  
 ALLE RECHTE VORBEHALTEN

PROPRIETARY DATA  
 ALL RIGHTS RESERVED

Mit Pro/ENGINEER erstellt



Fab-Gr.:		Tol.:	Scale:	SAP No.:
Engineering Obligation for Delivery				
Change No.:		Date:	14.03.2006	Product:
Revision:	1	FK:		Temperature Transmitter SITRANS TH100 Type 7NG3211-0B***
Date of change:		Approved by:	Sudeta	Sheet 2 of 2
Modify by:			A & D PD	Title:
Change for:			Siemens d.d.	Control Drawing for DIV 2, Zone 2
				Document No.:
				C10145-A3-X2-33
				Doc. Type:



A5E00331170-01

**Siemens Aktiengesellschaft**

Automation and Drives  
Process Instrumentation and Analytics  
76181 KARLSRUHE  
ALEMANIA

[www.siemens.com/processinstrumentation](http://www.siemens.com/processinstrumentation)



**Anexo D. Hoja Característica del Sensor y Transmisor de Temperatura y  
Humedad THD-D1-C**

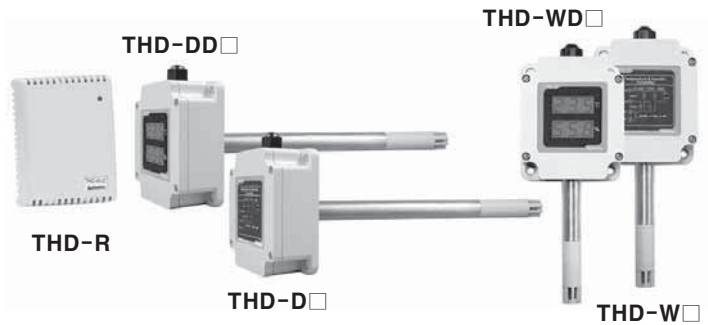
# Temperature/Humidity Transducer

## Indoor, Duct & Wall mounting type Temperature/Humidity transducer

### Features

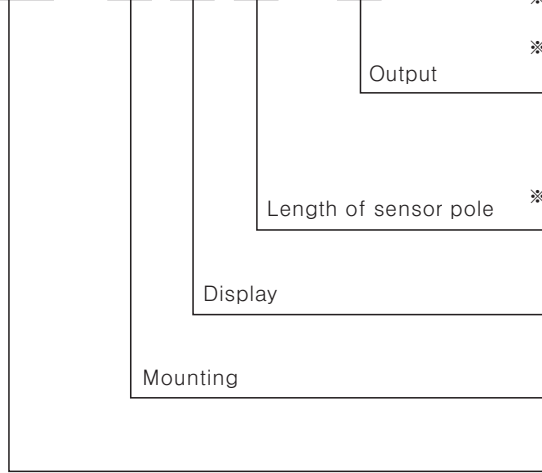
- Compact design
- Built-in temp./humidity sensor
- 7 Segment LED Display (THD-DD/THD-WD)
- Various output modes  
DC4-20mA, 1-5VDC, RS485 (MODBUS RTU)
- Wide range of temp./humidity measurement  
-19.9 ~ 60.0°C / 0.0 ~ 99.9%RH
- Communication speed : 115200bps

**⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.**



### Ordering information

**THD - D D 1 - C**

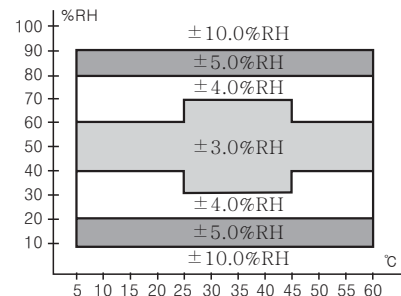


※ PT	Temperature sensor resistance value (PT100Ω)
※ PT/C	Temperature sensor resistance value (PT100Ω) / Current output (DC4-20mA)
C	Current output (DC4-20mA)
V	Voltage output (1-5VDC)
T	RS485 communication output (MODBUS RTU)
※	Built-in
1	100mm
2	200mm
	Non-Display
D	Display
R	Room (For indoor)
D	Duct mounting
W	Wall mounting
THD	Temperature Humidity Double

※ It is only for THD-R series.

### Specifications

Model	THD-R-PT	THD-R-PT/C	THD-R-□	THD-D□-□ THD-W□-□	THD-DD□-□ THD-WD□-□
Display type	_____	_____	_____	Non-indicating type	7 Segment LED Display
Digit	_____	_____	_____	_____	3Digit for temperature, humidity
Character size	_____	_____	_____	_____	10mm
Power supply	_____	_____	_____	24VDC ± 10%	_____
Power consumption	_____	_____	_____	Max. 2.4W	_____
Measuring input	Temperature (Built-in sensor)	_____	_____	Temperature, Humidity (Built-in sensor)	_____
Output	Temp.	PT100Ω resistance value	_____	●DC4-20mA ●1-5VDC ●RS485 (MODBUS RTU)	_____
	Humidity	_____	DC4-20mA		_____
Measurement range	Temp.	_____	_____	-19.9~60.0°C	_____
	Humidity	_____	_____	0.0~99.9%RH (THD-R series is required to attend for using over 90%RH.)	_____
Accuracy	Temp.	Max. ±0.8°C	_____	5.0~40.0°C Max. ±0.5°C (Max. ±1.0°C for other term)	_____
	Humidity	_____	_____	Max. ±3%RH at 30~70%RH (at 25~45°C)	_____



- (A) Counter
- (B) Timer
- (C) Temp. controller
- (D) Power controller
- (E) Panel meter
- (F) Tacho/Speed/Pulse meter
- (G) Display unit
- (H) Sensor controller
- (I) Switching power supply
- (J) Proximity sensor
- (K) Photo electric sensor
- (L) Pressure sensor
- (M) Rotary encoder
- (N) Stepping motor & Driver & Controller
- (O) Graphic panel
- (P) Production stoppage models & replacement

# THD Series

## Specifications

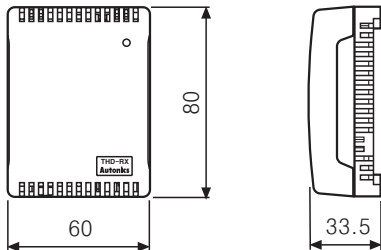
Model	THD-R-PT	THD-R-PT/C	THD-R-□	THD-D□-□ THD-W□-□	THD-DD□-□ THD-WD□-□
Sampling period	————	————	————	Fixed 0.5sec	
Insulation resistance	————	————	————	Min. 100MΩ (500VDC mega)	
Dielectric strength	————	————	————	500VAC 50/60Hz for 1 minute	
Noise strength	————	————	————	±0.3kV the square wave noise (pulse width:1μs) by the noise simulator	
Vibration	Mechanical	————	————	0.75mm amplitude at frequency of 10~55Hz in each of X, Y, Z directions for 1hour	
	Malfunction	————	————	0.5mm amplitude at frequency of 10~55Hz in each of X, Y, Z directions for 10minutes	
Shock	Mechanical	————	————	300m/s <sup>2</sup> (30G) in X, Y, Z directions for 3 times	
	Malfunction	————	————	100m/s <sup>2</sup> (10G) in X, Y, Z directions for 3 times	
Protection	IP10			IP65	
Ambient temperature	-20 ~ 50℃ (at non-freezing status)			0 ~ 60℃ (at non-freezing status)	
Storage temperature	-20 ~ 60℃ (at non-freezing status)				
Cable	Terminal type			4P, φ 4mm, Length:2m	
Unit weight	Approx. 55g			Approx. 160g	

※The allowable impedance of current output is max. 600Ω

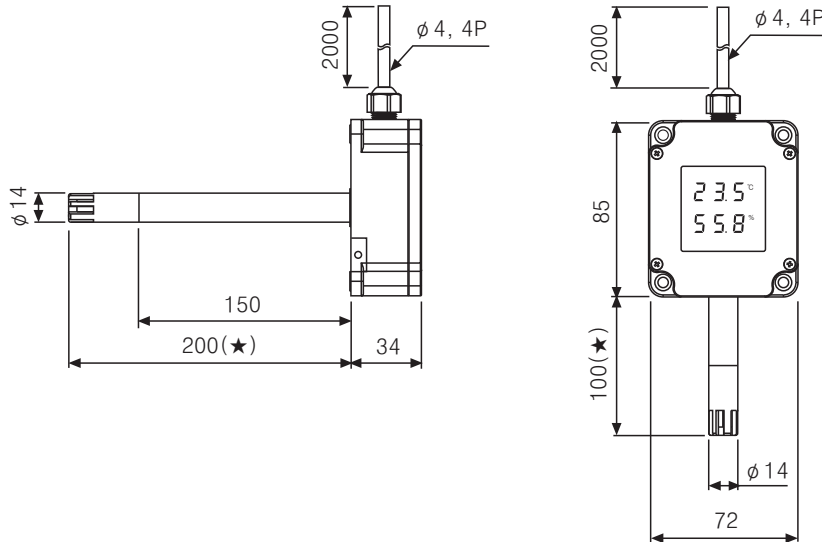
## Dimensions

- THD-R-□ ●THD-R-PT ●THD-R-PT/C

(Unit:mm)



- THD-D□-□ / THD-DD□-□ ●THD-W□-□ / THD-WD□-□

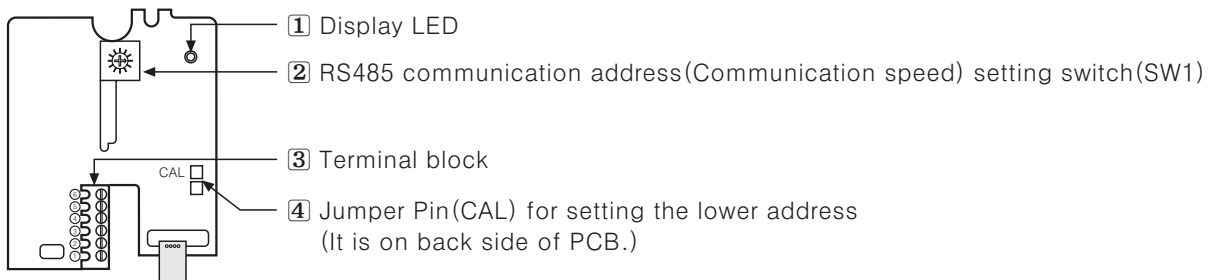


※(★) See the ordering information to select the one with 2 sensing poles.

※See the ordering information about display model, THD-DD□-□, THD-WD□-□.

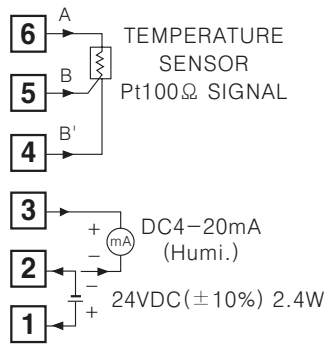
## Connections

- THD-R Series

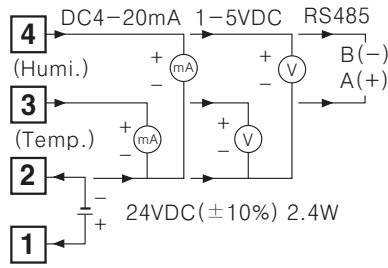


# Temperature/Humidity Transducer

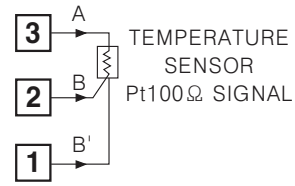
## ●THD-R-PT/C



## ●THD-R-C, V, T

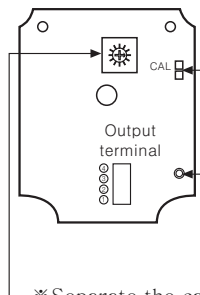


## ●THD-R-PT

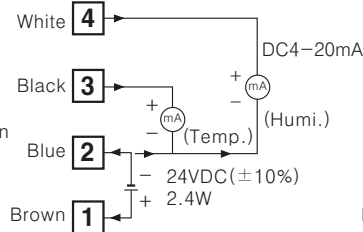


※Please note the terminal connection and be careful with power supply.

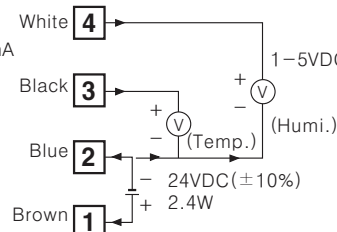
## ◎THD-D / THD-W Series



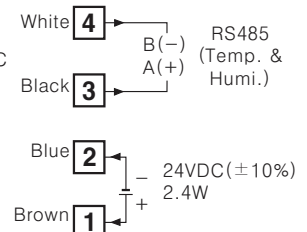
### ●Current output type



### ●Voltage output type



### ●Communication output type

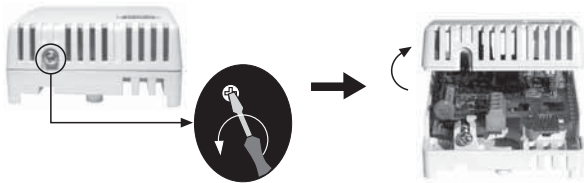


※Separate the case cover only in case of setting communication, set the unit code, communication speed using communication setting switch.

## ■Case detachment

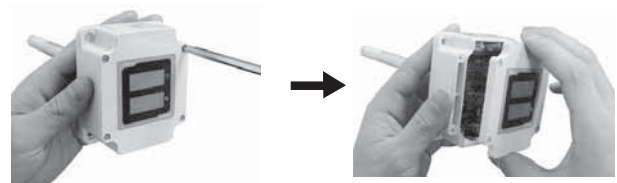
### ●THD-R Series

Unscrew the bolt on the bottom of product and separate the case.



### ●THD-D / THD-W Series

Unscrew 4 bolts on the top of product and separate the case.



## ■Functions

### ◎Voltage output

It transmits current temperature/humidity to other equipments, PC or recorder and outputs 1-5VDC. 1VDC output represents  $-19.9^{\circ}\text{C}$  of temperature and 0.0% RH of humidity, 5VDC at  $60^{\circ}\text{C}$  of temperature and 99.9% RH of humidity. The temperature and humidity output are separated and the resolution is divided as 1,000.

### ◎Current output

It transmits current temperature/humidity to other equipments, PC or recorder and outputs DC4-20mA. It outputs DC4mA at  $-19.9^{\circ}\text{C}$  of temperature and 0.0%RH of humidity, DC20mA at  $60.0^{\circ}\text{C}$  of temperature and 99.9%RH of humidity. The temperature and humidity output are separated and the resolution divisible by 1,000.

### ◎Temperature sensor output(Pt 100Ω resistance value output)

It transmits current temperature/humidity to other equipments, recorder or thermometer. It outputs  $100\Omega$  at  $0^{\circ}\text{C}$  and  $119.40\Omega$  at  $50^{\circ}\text{C}$ . (TCR=3850 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ )

(A)	Counter
(B)	Timer
(C)	Temp. controller
(D)	Power controller
(E)	Panel meter
(F)	Tacho/Speed/Pulse meter
(G)	Display unit
(H)	Sensor controller
(I)	Switching power supply
(J)	Proximity sensor
(K)	Photo electric sensor
(L)	Pressure sensor
(M)	Rotary encoder
(N)	Stepping motor & Driver & Controller
(O)	Graphic panel
(P)	Production stoppage models & replacement

# THD Series

## ◎RS485 communication output

It is used to transmit current temperature and humidity to other equipment.

### ●Interface

Standard	EIA RS485
Number of connections	31, It is available to set address 01~31
Communication method	Half Duplex
Synchronous method	Asynchronous type
Communication distance	Within max. 800m
Communication speed	1200 ~ 115200bps(Available to set)
Start bit	1bit(Fixed)
Stop bit	1bit(Fixed)
Parity bit	None(Fixed)
Data bit	8bit(Fixed)
Protocol	MODBUS RTU

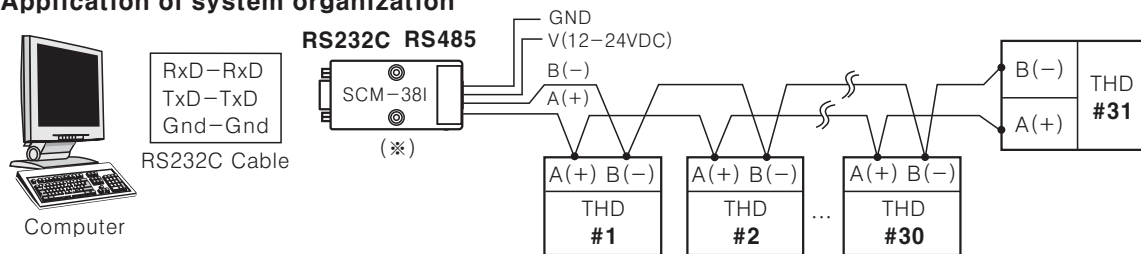
※ It is not possible to change parameter related to communication of THD under the communication with high order system.

※ Match the parameter of THD communication to be same as the high order system.

※ It is not allowed to set overlapping communication address at the same communication line.

※ Please use a proper twist pair for RS485 communication.

### ●Application of system organization



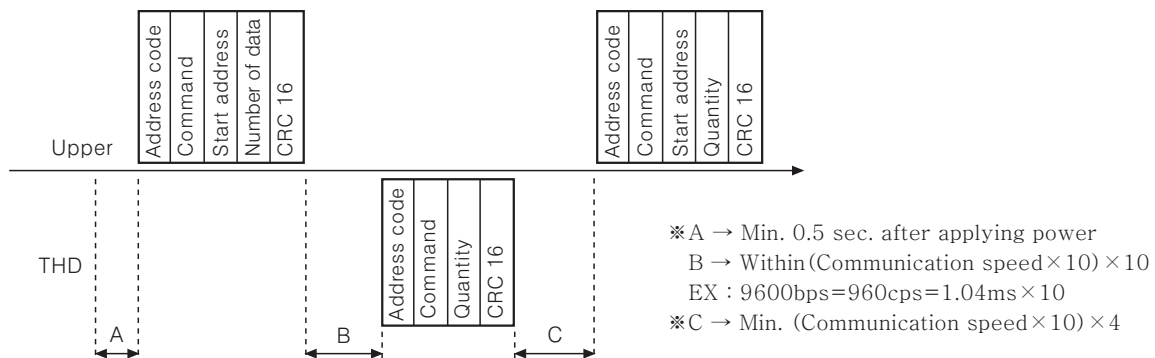
※ SCM-38I made by Autonics is recommended to use with RS232C to RS485 converter.

## ◎Communication control ordering

●The communication method is MODBUS TRU(PI-MBUS-300 REV.J).

●After 0.5sec of power supply into the high order system, it starts to communicate.

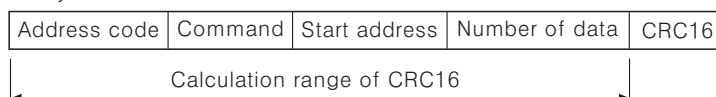
●Initial communication will be started by the high order system. When a command comes out from the high order system, THD will respond.



### ●Communication command and block

The format of query and response

Query



①Address code : This code which the high order system can identify THD by. It can be set within range 01 to 1F.

②Command : Read command for input register.

③Start address : The start address of input register to read (Start address), it is available to select 0000 and 0001 for start address. 16 bit data in the address 0000 indicates temperature value, 16 bit data in the address 0001 indicates humidity value.(Refer to MODBUS Mapping table.)

④Number of data : The number of 16 bit data from start address(No. of Points) It reads 2 of 16 bit data when start address is 0000 or reads 1 of 16 bit data is available when start address is 0001.

⑤CRC16 : Check Sum which checks the whole frame and it is used for more reliable transmit/receive to check the error between transmitter and receiver.

# Temperature/Humidity Transducer

Response

Address code	Command	Number of data	Temperature data	Humidity data	CRC16
← Calculation range of CRC16 →					

- ①Address code : The code, W the high order system can identify THD by. It can be set within range 01H-1FH.
- ②Command : Read command for input register.
- ③Number of data : The number of 8 bit data to send from start address(No. of Bytes)  
It reads 4 of 8 bit data when start address is 0000 or reads 2 of 8 bit data is available when start address is 0001.  
(Refer to MODBUS Mapping Table)
- ④Temperature data : To get a current temperature value, divide read value by 100.  
Ex) When read data is 0x09B6, decimal value 2486, the current value is 2486/100=24.86℃.
- ⑤Humidity data : To get a current humidity value, divide read value by 100.  
Ex) When read data is 0x12FE, decimal value 4862, the current value is 4862/100=48.62%RH.
- ⑥CRC16 : Check Sum which checks the whole frame.(Refer to E-34 for CRC16 Table.)

## ●Application

(Query) : Address code(01), Start address(0000), The number of 16 Bit data to read(2) Check Sum(0x71CB)

01	04	00	00	00	02	71	CB
Unit number	Command	Start code		Amount of data		CRC16	
		High order	Low order	High order	Low order	High order	Low order

(Response) : Address code(01), The number of 8 Bit data to read(4), Temperature(0x09B6), Humidity(0x12FE)  
CRC Check sum(0x94DE)

01	04	04	09	B6	12	FE	94	DE
Unit number	Reponse command	Amount of data	Temperature data		Humidity data		CRC16	
			High order	Low order	High order	Low order	High order	Low order

## ●Error processing(Slave → Master)

1. Non-supportable command

01	81	01	81	90
Unit number	Response command	Exception code	CRC16	

※Set a received highest bit and send it to response command and exception code 01.

2. The start code of queried data is not matched to the transmittable code

01	81	02	81	90
Unit number	Response command	Exception code	CRC16	

※Set a received highest bit and send it to response command and exception code 02.

3. The number of queried data is bigger than transmittable one

01	84	03	X	X
Unit number	Response command	Exception code	CRC16	

※Set a received highest bit and send it to response command and exception code 03.

4. Abnormal processing for a received command

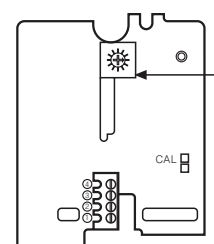
01	84	04	X	X
Unit number	Response command	Exception code	CRC16	

※Set a received highest bit and send it to response command and exception code 04.

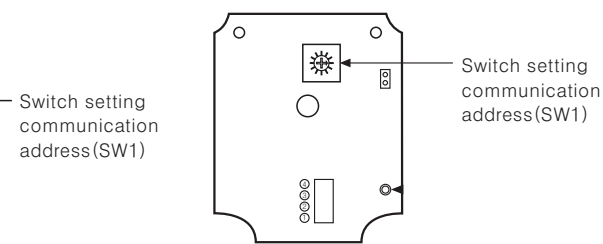
## ◎Change the communication speed(THD-R Series)

- 1)Set SW1 to 0 and apply the power.
  - 2)Operation LED is flashing.
  - 3)Set a communication speed after choose SW1 within the range 1~8 and hold it for 3sec.
  - 4)After set a communication speed, LED will be ON.
- ※Factory default communication speed is 9600bps(SW 1:4) for communication speed.  
 ※In order to change the communication speed, please turn off the power and repeat step 1) ~ 4).  
 ※Setting table of communication speed (bps).

SW1	Communication speed(BPS)
1	1200
2	2400
3	4800
4	9600
5	19200
6	38400
7	57600
8	115200



<Inner PCB of THD-R>



<Inner PCB of THD-D□, THD-W□>

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/Speed/Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

# THD Series

## ◎Change the communication address(THD-R Series)

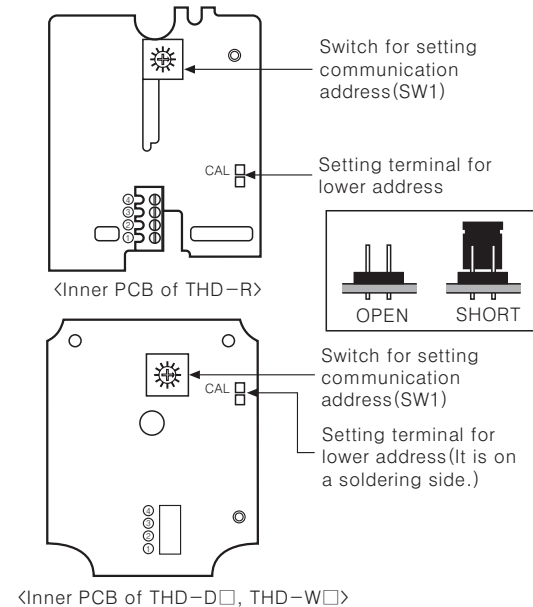
- 1) Set CAL Jump pin and SW1 at new address, apply the power.
- 2) The communication address is changed automatically.

※Factory default communication address is 01. (SW1 : 1, CAL Jump pin : Open)

※In order to change the communication address, please turn off the power and repeat step 1)~2).

※Setting table of communication address

CAL Pin	SW1	Add no.	CAL Pin	SW1	Add no.
OPEN	1	01	SHORT	0	16
OPEN	2	02	SHORT	1	17
OPEN	3	03	SHORT	2	18
OPEN	4	04	SHORT	3	19
OPEN	5	05	SHORT	4	20
OPEN	6	06	SHORT	5	21
OPEN	7	07	SHORT	6	22
OPEN	8	08	SHORT	7	23
OPEN	9	09	SHORT	8	24
OPEN	A	10	SHORT	9	25
OPEN	B	11	SHORT	A	26
OPEN	C	12	SHORT	B	27
OPEN	D	13	SHORT	C	28
OPEN	E	14	SHORT	D	29
OPEN	F	15	SHORT	E	30
-	-	-	SHORT	F	31



## ■Caution for using

1. After checking the input specification, terminal polarity, connect the wires correctly.
2. Do not connect a wire, examine and repair when the power is applying.
3. Do not touch the temperature/humidity sensor module.
4. Please use THD-R series as wall mounting type.
5. Caution for cleaning
  - ①Use dry towel
  - ②Do not use acid, chrome acid and solvent but alcohol.
  - ③Clean after turn off the power and turn it on 30 min. after.
6. Be sure that metal dust and wire-dregs are not flowed in the unit.
7. Connect the wires after checking polarity.
8. Please use separated line from high voltage line or power line in order to avoid inductive noise.
9. Keep away from the high frequency instruments. (High frequency welding machine & sewing machine, big capacitive SCR controller)
10. The switch or circuit breaker should be installed near by user for convenience.
11. Installation environment
  - ①It shall be used indoor
  - ②Altitude Max. 2000m
  - ③Pollution Degree 2
  - ④Installation Category II

**Anexo F. Hoja Característica de la Válvula Electro-neumática Valtek**



# Valtek Beta Positioners for Control Valves

## General Information

This bulletin contains instructions for installing, calibrating, troubleshooting, and performing maintenance as required for the Valtek® Beta Positioner mounted on control valves.

Instructions for maintaining and calibrating the NT 3000 I/P module are contained in Installation, Operation, Maintenance Instructions 47, NT 3000 Series Electro-pneumatic Transducer Module. For calibration and maintaining the remote I/P see Installation, Operation, and Maintenance Instructions 30, Electro-pneumatic Transducer.

Product users and maintenance personnel should read thoroughly and follow exactly the instructions contained in this bulletin prior to operation of the positioner. If there is any question concerning this bulletin, call your Valtek representative.

**To avoid possible injury to personnel or damage to equipment, WARNING and CAUTION notes must be strictly adhered to. Modifying this product, substituting non-factory or inferior parts, or using maintenance procedures other than outlined could drastically affect performance, be hazardous to personnel and equipment, and may void existing warranties.**

**NOTE:** Numbers in parenthesis correspond to the part item numbers in Figure 17.

## Beta Positioner Overview

The Valtek Beta Positioner is available with either a pneumatic (P/P) module for air control signals or an electro-pneumatic (I/P) module for milliampere electrical control signals. It is double-acting, capable of supplying air to either side of the actuator piston while exhausting the other side to the atmosphere. The unit is

adjustable to two and three-way split range without special feedback springs. The Valtek Beta positioner can be interchanged with the 80R and XL positioners without changing the brackets or takeoff arms.

The Beta Positioner with I/P module is intrinsically safe for FM/CSA class 1, division I, groups A, B, C, and D; class II, groups E, F, and G, and CENELEC EEx ia IIc, when installed with the appropriate energy limiting safety barriers (See Figure 1). It is also explosion proof for FM/CSA class II, groups E, F, and G, and CENELEC EEx d IIb + H<sub>2</sub>. Since the positioner is insensitive to supply pressure changes and can handle supply pressures from 30 to 150 psi a supply regulator is usually not required; however, an air filter is highly recommended.

**NOTE:** The air supply should conform to ISA Standard S7.3 (a dew point at least 18°F below ambient temperature, particle size below 5 microns, oil content not to exceed 1 part per million).

## Positioner Operation

The Beta Positioner is a force-balanced instrument. Figure 2 shows a Beta Positioner, with either a pneumatic or electro-pneumatic (I/P) module, installed on a double-acting actuator for air-to-open action. Positioning is based on a balance of two forces; one proportional to the instrument signal and the other proportional to the stem position.

With the I/P model, the current signal is first converted to a 3-15 psi air signal. For the pneumatic model, the 3-15 psi signal is passed directly into the positioner. The pressure signal acts upon the diaphragms in the instrument signal capsule creating a downward force. The motion of the actuator stem is transmitted to the top end of the feedback spring through the follower arm and cams. As a result, tension in the feedback spring will vary as the stem position changes.

Class I, Division 2. Applications must be installed as specified in NEC Section 501-4 when barriers are not used. (Refer to ANSI/ISA RP12.6 for guidance on installation)

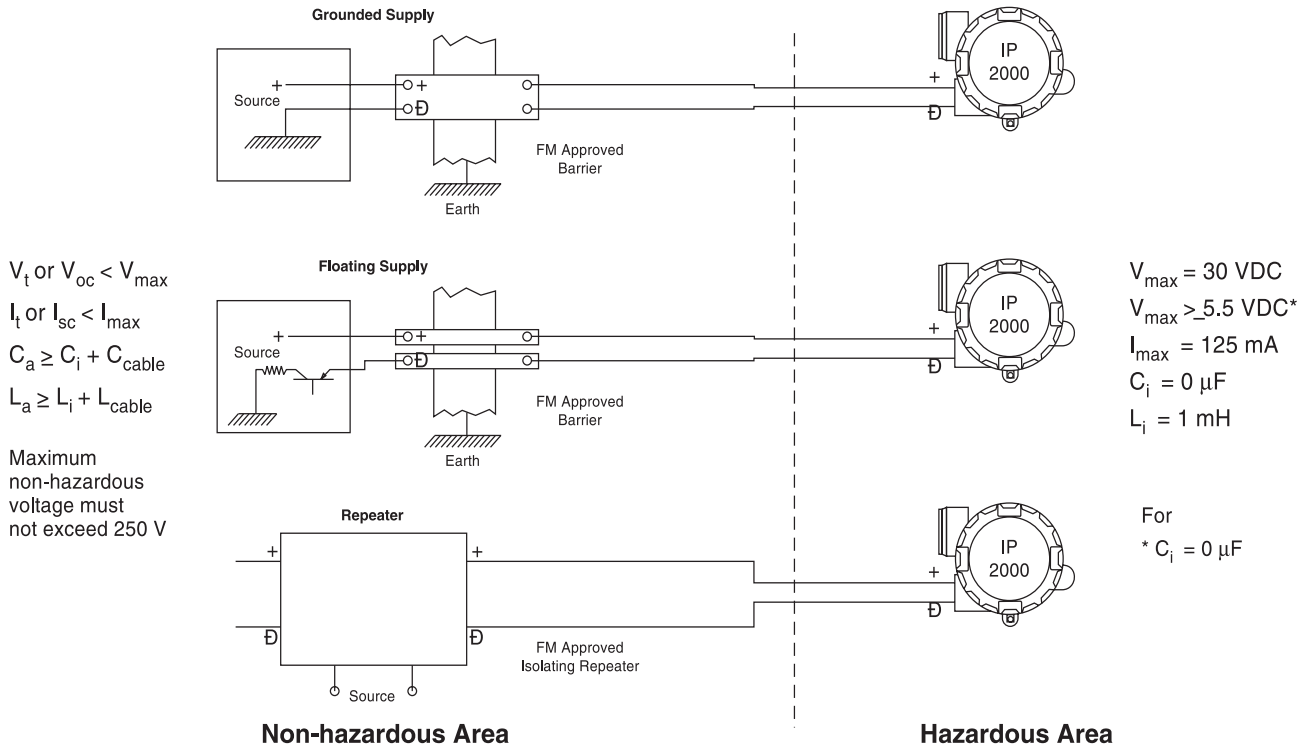


Figure 1: Intrinsically Safe Installation Schematic

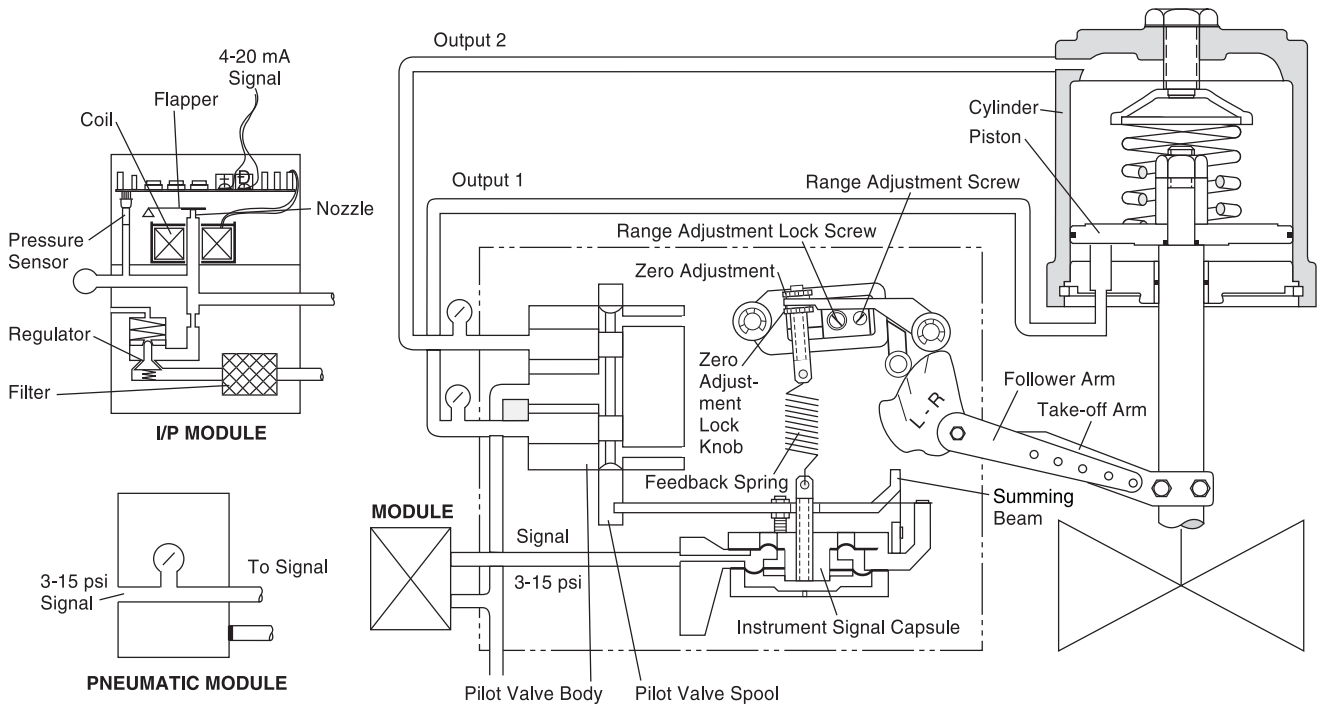


Figure 2: Positioner Schematic for Air-to-Open (Retract)

When these opposing forces balance exactly, the system will be in equilibrium and the stem will be in the position called for by the instrument signal. If these opposing forces are not in balance, the summing beam will move up (or down) and, by means of the spool valve, will change the output pressures and flow rate. This will cause the piston to move until tension on the feedback spring equalizes with the instrument signal pressure.

The detailed sequence of positioner operations are as follows: An increase in the instrument signal forces the instrument signal capsule and summing beam downward. This motion of the summing beam also pulls the pilot valve spool downward from its equilibrium position. This opens the pilot valve ports, supplying air to port 1 and exhausting air from port 2. This causes the actuator piston to move upward.

This upward motion of the piston is transmitted back to the positioner through the feedback linkage and cam resulting in the spring being stretched proportionally to the valve position. The piston continues to stroke upward until the force in the feedback spring increases sufficiently to counter the force generated by the instrument signal capsule. At this point, the summing beam and spool begin to return to their equilibrium position. As the valve spool ports start to close, the air flow rate to the actuator is decreased.

After the piston has reached the required position, the feedback spring tension force will equal the force generated in the instrument signal capsule. The summing beam and instrument signal capsule will remain in their equilibrium positions with no air flowing to the actuator until a change in the instrument signal is made.

A decrease in the instrument signal reverses the described actions causing a proportional downward movement of the actuator piston and stem.

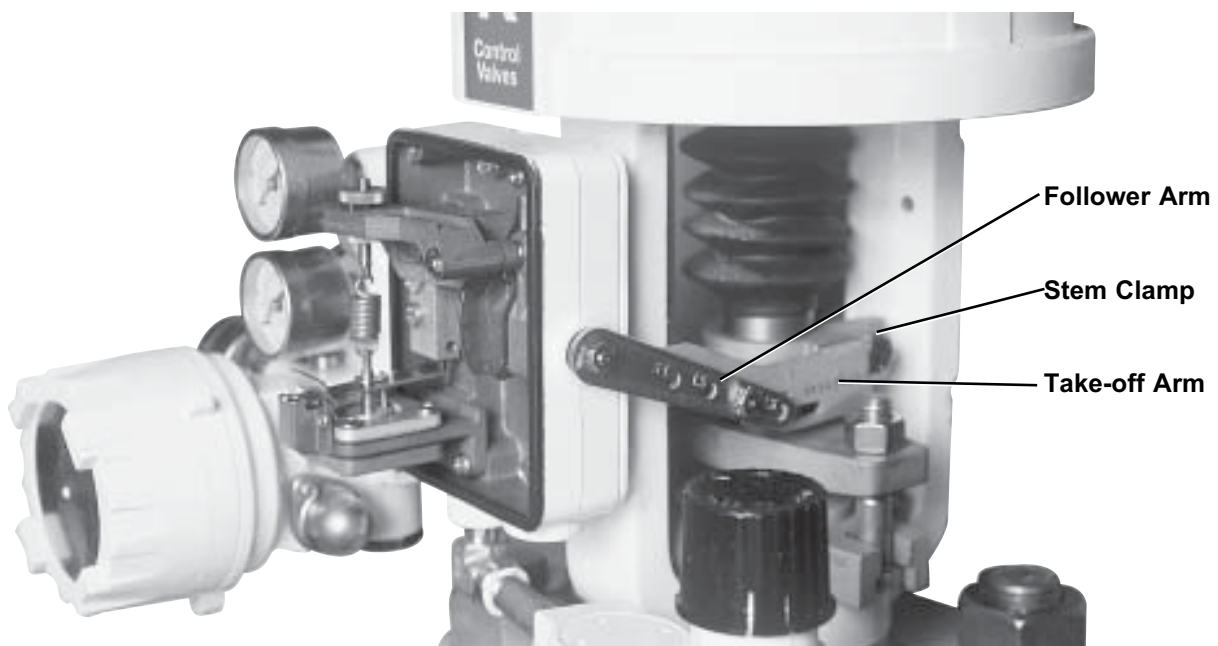
The spool has a close tolerance to the block and a small amount of air, 0.3 SCFM, will exhaust at the null, or equilibrium, position. This air consumption is normal.

### I/P Module Operation

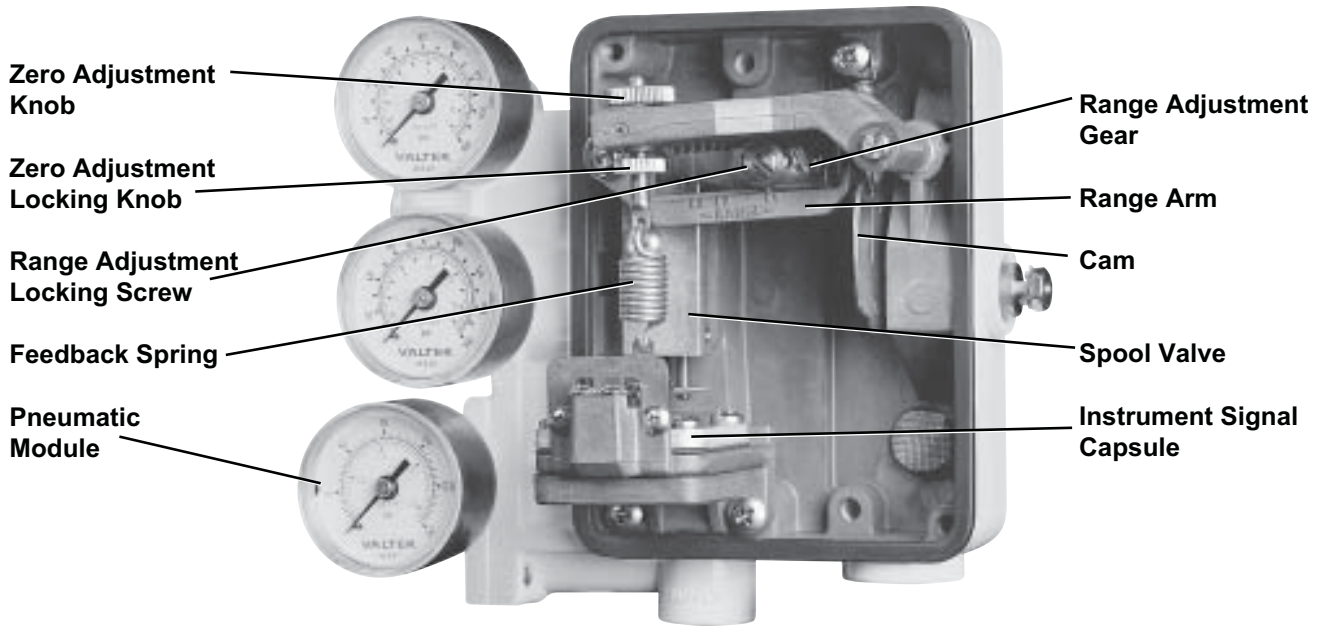
The I/P module receives a 30-150 psi air supply pressure from the Beta positioner and converts it to a 3-15 psi output signal. This signal is proportional to a 4-20 mA input signal or a 10-50 mA input signal depending on the model used.

The supply pressure from the Beta Positioner is filtered as it passes through a field-replaceable, coalescing filter element in the module. Next it passes through an internal pressure regulator that regulates it to approximately 22 psi. The air then goes through an orifice that restricts the flow and air consumption.

The air is further controlled to 3-15 psi using a spring-diaphragm flapper that is attracted by an electromagnet to a nozzle. A temperature compensated piezoresistive pressure sensor mounted on a circuit board senses the I/P output pressure. The pressure sensor and circuitry create a feedback loop, which determines how much current to send to the electromagnet for a desired pressure output. The electromagnet in the feedback loop varies the nozzle-flapper spacing, which regulates the I/P output pressure to 3-15 psi proportional to the 4-20 (or 10-50 mA) input signal.



**Figure 3: Positioner Mounted on Mark One with Linear Actuator**



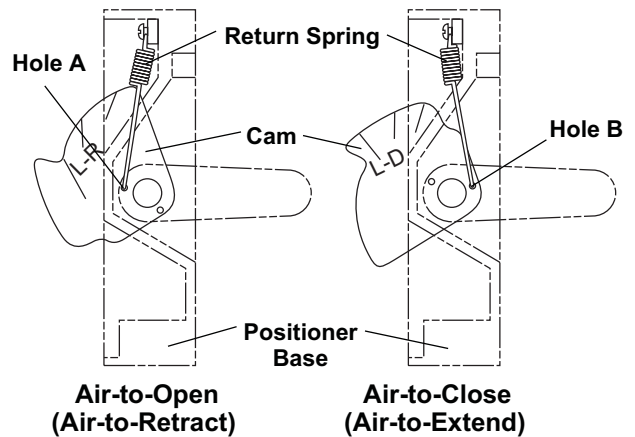
**Figure 4: Beta Positioner with Pneumatic Module**

### Installation

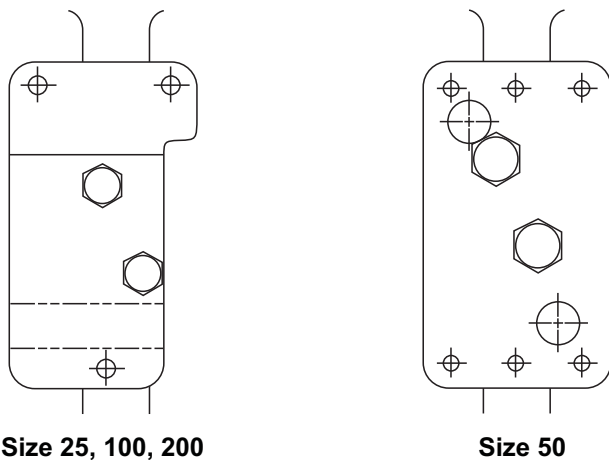
The installation section of this bulletin details how to install the positioner on linear and rotary actuators. Reversing the air action on linear and rotary actuators is also covered along with an explanation of how to convert the positioner from an I/P to pneumatic or pneumatic to I/P control signal.

### Installing Positioner on Linear Actuators

Information for installing or retrofitting the Beta Positioner on all sizes of linear actuators follows:



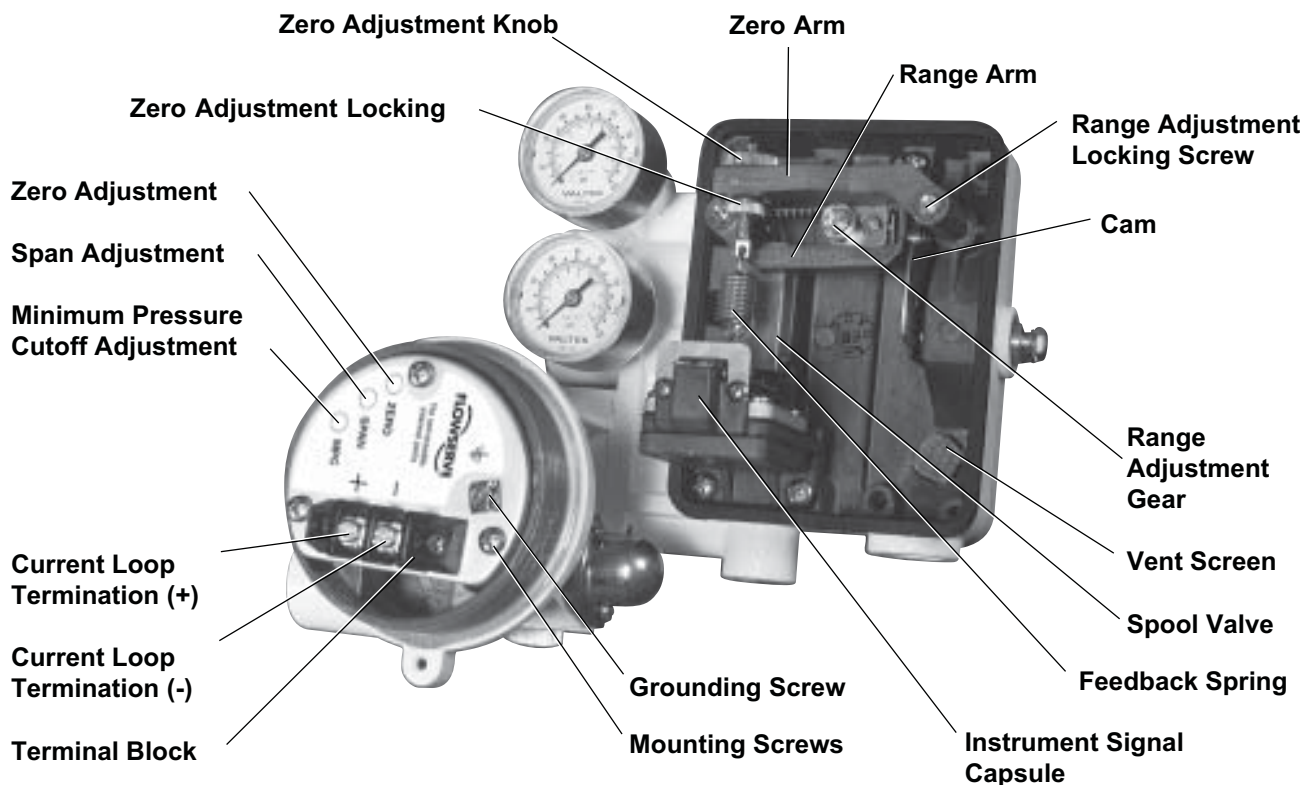
**Figure 6: Return Spring / Cam Mounting**  
(viewed from positioner's right side)



**Figure 5: Mounting Bracket**

**NOTE:** When retrofitting the Beta Positioner to an actuator equipped with a Moore or comparable positioner, remove the existing positioner, bracket, stem clamp, and associated bolting. If retrofitting to an actuator equipped with a Valtek Beta pneumatic, system 80, or XL positioner, the same bracket, stem clamp, and bolting can be used.

1. Place the new stem clamp (if applicable) onto the actuator stem with the boss on the right side as illustrated in Figure 3.
2. Mount the positioner bracket to the yoke leg which has the stroke indicator plate attached to it and in the correct position as shown in Figure 5.



**Figure 7: Beta Positioner with NT 3000 Transducer**

3. If not welded to the stem clamp, bolt the take-off arm to the stem clamp so that the arm curves upward (toward the cylinder). The holes in the follower arm (31) should line up with the slots in the take-off arm (again refer to Figure 3).
4. Referring to Figure 6, install the cam (27), cam shaft (29) and follower arm (31) for the proper air action. For air-to-open action, the cam should be installed with the letters L-R facing toward the cam shaft and the return spring should be fed into hole "A." For air-to-close action, the L-D side of the cam should face toward the cam shaft and the return spring should be fed into hole "B."
5. Feed the appropriate stroke follower arm (31) onto the cam shaft boss (29) with the hole markings facing outward. Fasten securely with the lock washer (32) and nut (33).
6. Mount positioner on the bracket. Connect the follower arm (31) and take-off arm together with follower pin (62). Connection must allow free movement of follower arm.

**CAUTION: Be certain to lubricate the follower pin and take-off arm where contact is made to prevent premature wear. A light industrial grease is recommended. Failure to do so can cause premature wear, resulting in equipment failure and possible personal injury.**

7. For air-to-open (air-to-retract) air action, tube "output 1" to the bottom and "output 2" to the top of the cylinder. For air-to-close (air-to-extend) action, tube "output 2" to the bottom and "output 1" to the top of the cylinder.
8. Attach air supply and instrument tubing, using 1/4-inch NPT tubing connections.

**CAUTION: A 3-15 psi instrument signal is recommended on the pneumatic module. High air pressure may damage the module; the module is limited to 30 psi.**

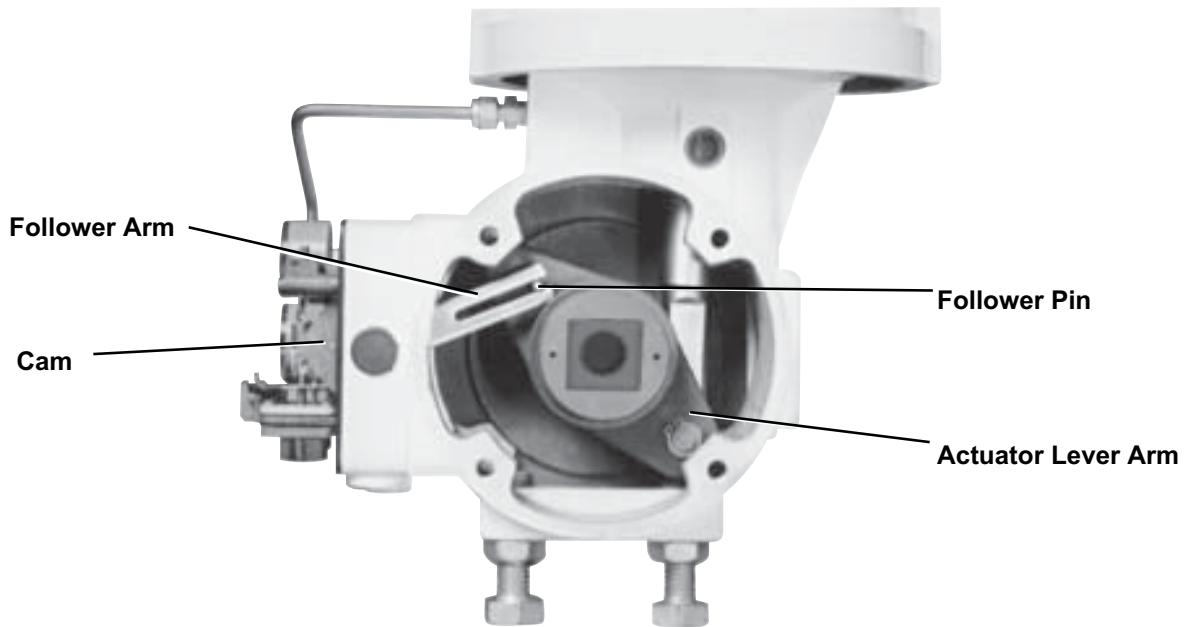
### Reversing Air Action on Linear Actuators

Reversing the air-action of the positioner is simple. No additional parts are required, although the tubing will need to be rerouted on the linear actuator.

To reverse the air-action on all sizes of Valtek linear actuators:

1. Using Installation, Operation, Maintenance Instructions 2, reverse the air-action of the actuator.
2. Disengage the return spring from the cam and remove the cam from the cam shaft.
3. Reverse the cam, return spring, and tubing for the desired air-action by referring to steps 4-8 in the "Installing Positioner on Linear Actuators" section of this bulletin.



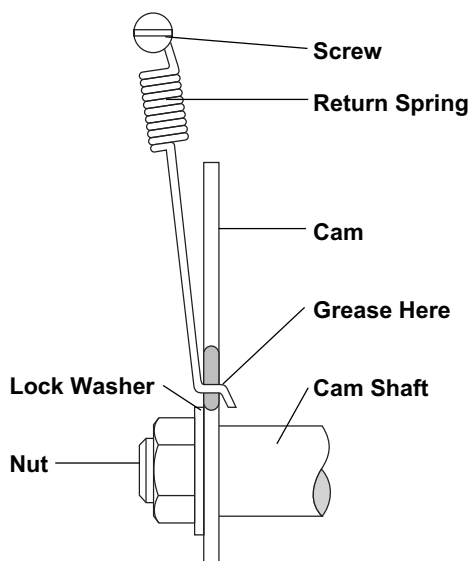


**Figure 8: Beta Positioner Installation on Rotary Actuator**

### Installing Positioner on Rotary Actuators

Proceed as follows when installing the Beta positioner on all sizes of rotary actuators if the cam and follower arm are not already installed, otherwise refer directly to step 7.

1. Remove the feedback spring (34) and rotate the zero adjustment arm (22) out of the way. Remove the snap ring (8) from the range adjustment arm post and remove the range adjustment arm (13).



**Figure 9: Installation for Cam Return Spring**

**Table I: Rotary Actuator Cam Characteristic Chart**

Cam No.	Fail Action	Characteristic <sup>(1)</sup>	
		Equal Percent	Linear
<b>Valdisk and ShearStream</b>			
10036583	Air-to-Open	B	C
10036583	Air-to-Close	C	B
<b>MaxFlo</b>			
10004481	Air-to-Open	B	C
10099732	Air-to-Close	B	C

(1) Letters are the markings stamped on either side of the cam.

2. With the desired cam (see Table 1) and its identification letter facing towards the cam shaft, slide the cam (56) onto the end of the cam shaft having the shorter shoulder (57). (Refer to Table 1 to determine desired cam characteristic). Fasten with the star lock washer (32) and nut (33).
3. Insert the follower arm (58) into the back recess of the positioner with part identification number facing out. Slide the cam shaft (57) through the inner bearing and then slip the flatted hole of the follower arm (58) over the longer stepped shoulder of the cam shaft (57).
4. Place a small amount of threadlocking compound (Loctite #222 or equivalent) to the threaded portion

of the cam shaft nut (59). Slide the cam shaft nut (59) through the outer bearing and screw it onto the cam shaft (57). Tighten the cam shaft together firmly so that the follower arm (58) is securely clamped. Also, make sure the cam (56) is tightly secured to the cam shaft. Check to be sure there is no slippage. Apply a small amount of grease to the bent end of the return spring (18) and feed it through the hole in the cam (56). Loop the other end of the return spring over the screw (19) and screw it into the positioner base.

**NOTE:** *Screw head will not bottom out.*

5. Replace the range adjustment arm (13) and its snap ring (8).
6. Rotate the zero adjustment arm (22) back into place and reinstall the feedback spring (34).
7. Insert the follower pin (62) into the hole in the actuator lever arm and drive it firmly into place with a hammer (see Figure 8).
8. Apply grease to the sliding surfaces of the follower arm (58) before mounting the positioner to the transfer case. When mounting the positioner to the transfer case, make sure to guide the follower arm (58) so the pin slides in the slot on the follower arm (see Figure 8). Fasten the positioner to the transfer case with the three mounting screws. Push up on cam to verify that the pin is riding in the follower arm slot or remove the transfer case cover plate to inspect.

**CAUTION:** **Failure to replace the cover-plate before operating the actuator will cause damage to the shaft since the coverplate houses a shaft support bearing.**

Depending on the positioner cam side selected, the rotation of the valve shaft may be linear or equal percent when compared to the instrument signal to the positioner. Figures 13 through 16 show the shaft rotation versus instrument signal of a valve (Valdisk, MaxFlo or ShearStream). These graphs should be used when visually checking the valve shaft rotation versus positioner signal relationship.

## Reversing Air-Action on Rotary Actuators

Reversing the action on rotary actuators is achieved by mounting the yoke to the opposite side of the transfer case. Refer to Installation, Operation, Maintenance Instructions 10, Valdisk Control Valves; Installation, Operation, Maintenance Instructions 27, ShearStream Control Valves; Installation, Operation, Maintenance Instructions 31, Rotary Actuators; or Installation, Operation, Maintenance Instructions 39, MaxFlo Control Valves.

## Converting Positioner Input Signal

Converting a Beta positioner's input signal from an I/P to pneumatic or pneumatic to I/P control signal is accomplished by unbolting the existing input signal module and replacing it with the other (either an I/P module or a pneumatic module). The part numbers for these modules are found in the "Ordering Information" section of this bulletin.

## Calibration

Procedures for calibrating both rotary and linear actuators are the same.

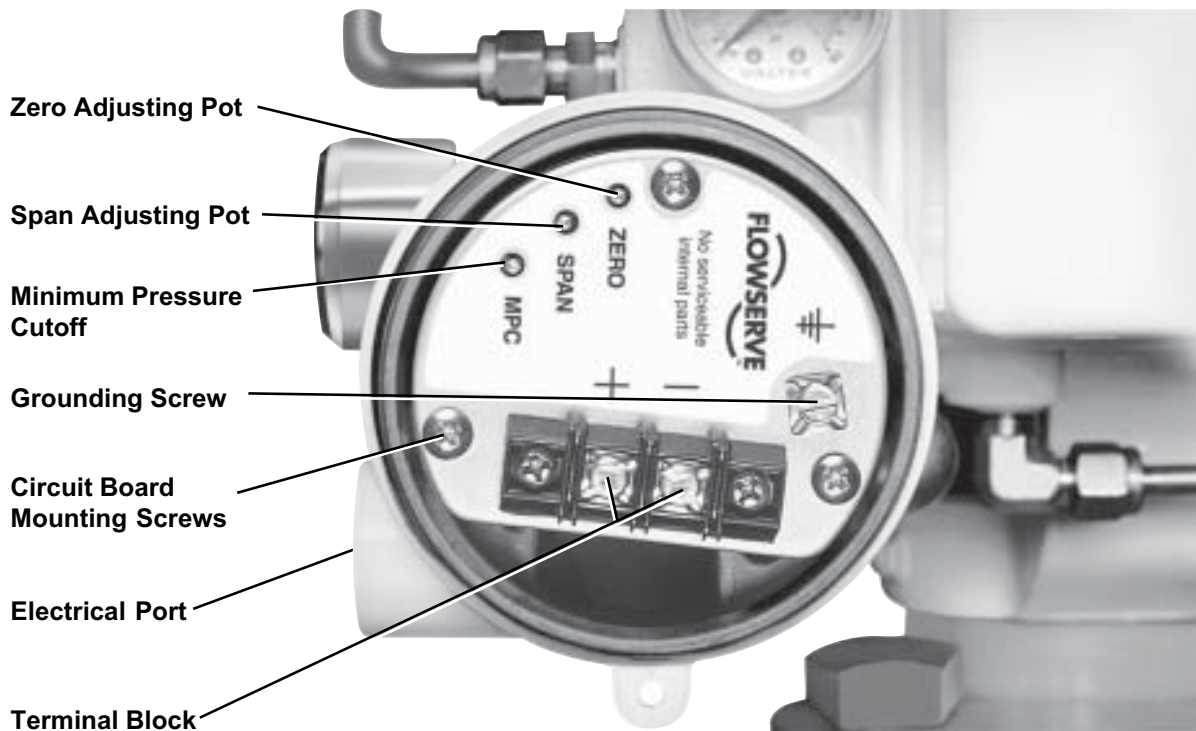
Valtek positioners mounted on valves are calibrated at the factory; however, due to shipping and handling, it may be necessary to check the calibration before operating the valve. There are three feedback springs (34) available for use in the Beta Positioner, depending on the valve stroke and split range required. The silver spring (standard) is used with standard stroke actuators and provides one or two-way split ranges (3-15, 3-9, 9-15 with the pneumatic module, or ranges of 4-20, 4-12, 12-20 mA with the I/P module). A red spring is used with short stroke actuators ( $\frac{1}{2}$ -inch on 25 or 50 square-inch actuators,  $\frac{3}{4}$  and 1-inch strokes on 100 square-inch actuators) and provides one, two, or three-way split ranges. A green spring provides three or four-way split ranges on standard stroke actuators.

**WARNING:** **When stroking the actuator during calibration, be sure to keep hands, hair, and clothing away from moving parts. Failure to do so can cause serious personal injury.**

## Calibrating Positioner Zero and Span

For Calibration, see Figure 7 and proceed as follows:

1. For standard ranges (3-15 psi, 4-20 mA), loosen the zero adjustment locking knob (23) and adjust the zero adjustment knob (20) until the valve begins to stroke at just over the desired zero point (usually 3 psi pneumatic, 4 mA electrical).
2. Loosen range adjustment locking screw (9) about  $\frac{1}{8}$  turn.
3. With a screwdriver, turn the range adjustment gear (12) so that the valve is at full stroke at just under the desired maximum range point (usually 15 psi pneumatic, 20 mA electrical).
4. Return to minimum signal (usually 3 psi pneumatic, 4 mA electrical) and check the zero. Repeat steps 1 - 4 if necessary.
5. Tighten the range adjustment locking screw (9).
6. Tighten the zero adjustment locking screw (23).



**Figure 10: I/P Module Circuit Board** (housing cover removed)

### Adjusting Minimum Pressure Cutoff; I/P Module Pressure Regulator or Module Output; Calibrating and Adjusting the NT 3000 I/P

Refer to Installation, Operation, Maintenance Instructions 47, NT 3000 Series Electro-pneumatic Transducer Module, for instructions on adjusting the MPC feature, adjusting the I/P module pressure regulator output, adjusting I/P module pressure modulator or calibration of the I/P module zero and span settings.

### MAINTENANCE

#### Beta Positioner Maintenance

General maintenance procedures for the Beta positioner on both rotary and linear actuators are the same. At least once every six months, check positioner for proper operation by following the steps outlined below.

1. Maintain a clean air supply, free of dust, oil, and water. It is recommended that an air filter be used to ensure a clean air supply to positioner. Check and maintain air filter at least every six months.

**NOTE:** *The air supply should conform to ISA Standard S7.3 (a dew point at least 18° F below ambient temperature, particle size below 5 microns, oil content not to exceed 1 part per million).*

2. Make sure all arms and levers move freely.
3. Check for and tighten any loose parts.
4. Be sure there are no leaks in the air supply.
5. Check and maintain the coalescing filter element in the I/P module every six months.
6. Refer to the “Troubleshooting” section of this bulletin in case of problems.

#### Removal and Repair of Pilot Valve

To remove or repair the positioner pilot valve, refer to Figure 17 and proceed as follows.

1. Loosen the zero adjustment locking knob (23) and zero adjusting knob (20). Disconnect the feedback spring (34) from the zero adjusting screw (24). Remove the feedback spring (34) from the positioner assembly. Rotate the zero arm (22) out of the way before removing the snap ring (8) holding the range adjustment arm (13) to the base (7). Remove the range adjustment arm (13).
2. Remove the two screws (53) holding the pilot valve assembly (40, 52) to the base (7). Remove the pilot valve assembly (40, 52) from the positioner, being careful not to damage the spool valve or summing beam assembly (41). Slide the spool (40) from the spool valve body (52) and check it for dirt build-up.



or sticking. To operate properly, the spool (40) should slide freely and fall through the spool valve body (52) by its own weight when held vertically. Clean both the pilot valve spool (40) and body (52) with a degreasing solvent. When clean, insert the spool (40) back into the body (52) and move it back and forth to ensure that it slides freely for proper operation. If the spool (40) doesn't slide freely, reclean or replace it.

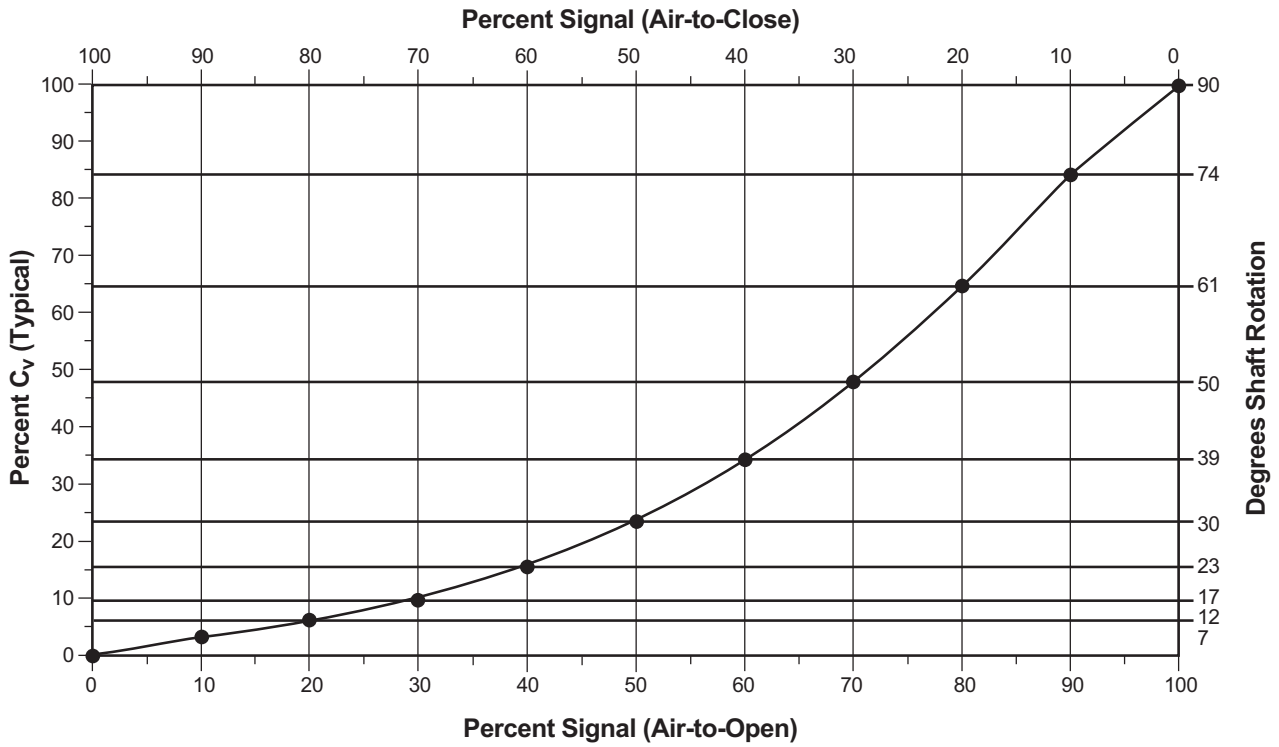
**CAUTION: Do not apply oil or grease to the spool. It will adversely affect the performance of the positioner.**

## Removal and Repair of Instrument Capsule Assembly

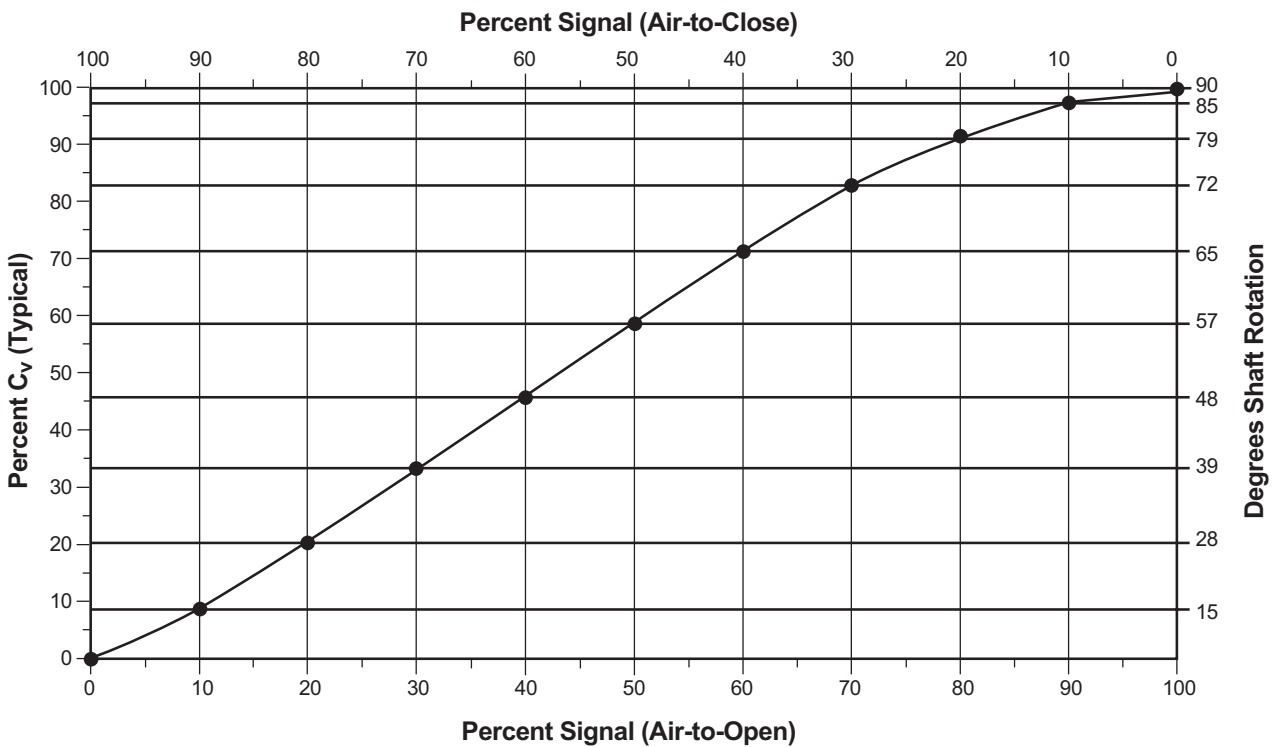
To remove and repair the instrument capsule assembly, refer to Figure 4 or 17, and proceed as follows.

**NOTE:** *If the instrument capsule assembly is damaged, the entire instrument capsule assembly with the summing beam is available as a spare part and can be replaced as a unit. It can also be disassembled and only the soft goods replaced.*

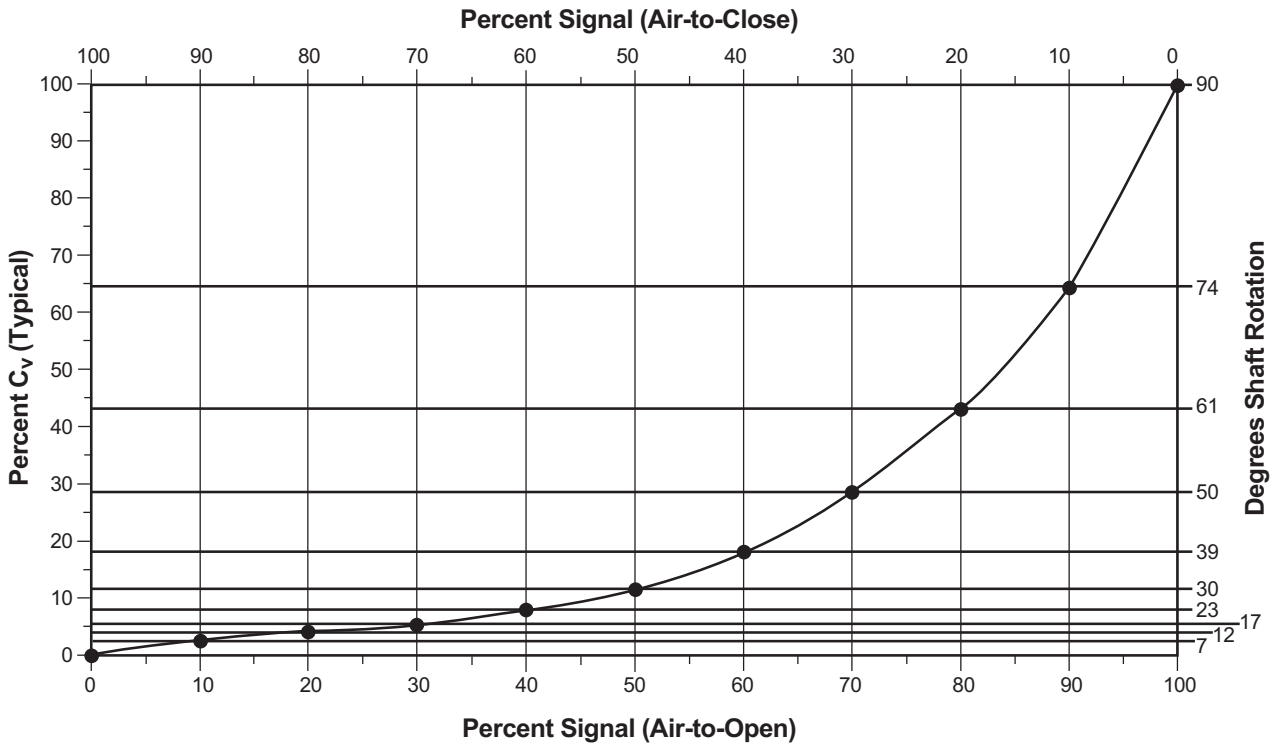
1. To replace the entire instrument capsule assembly, first remove the pilot valve assembly (40, 52) as described in steps 1 and 2 in the preceding section. Then remove the two screws (35) fastening it to the base. Make sure the new instrument capsule O-ring (48) is installed in the base of the instrument capsule assembly. Install the two mounting screws (35) and tighten. Reinstall the pilot valve assembly (40, 52) as described in step 7.
2. If you wish to disassemble the instrument capsule and replace diaphragms, then proceed as follows: Remove the pilot valve assembly (40, 52) as described in steps 1 and 2 of the preceding section. Remove the instrument capsule assembly from the positioner base by removing two screws (35). Remove the nut (38) from the top of the summing beam assembly (41). Remove the four screws (36) that attach the summing beam assembly (41) to the assembly of the instrument capsule body (43), then remove the summing beam assembly (41).
3. Remove the four screws (39) holding the upper diaphragm retaining plate (42) to the instrument capsule assembly. Remove the upper diaphragm retaining plate (42) and the lower diaphragm retaining plate (50) from the assembly. Carefully push the diaphragm assembly (49) through the hole and out the bottom of the instrument capsule base. Examine the instrument diaphragm assembly (49) for wear or failure and replace if necessary. When replacing the diaphragm assembly (49), remove and save the feedback screw from this assembly.
4. Reattach the feedback screw to the new instrument diaphragm assembly (49) by applying a small amount of threadlocking compound (Loctite #222 or equivalent) to the threads. Twist the feedback screw into the instrument diaphragm assembly (49) until it is approximately flush with the bottom of the diaphragm assembly (49). However, make sure it doesn't protrude through.
5. Carefully fold up the corners of the smaller diaphragm on the diaphragm assembly (49) and carefully work it through the hole in the instrument capsule base (43). Rotate the diaphragm assembly (49) hub is oriented downward closest to the mounting base. Install the lower diaphragm retaining plate (50) and the upper diaphragm retaining plate (42) over the diaphragm assembly (49) making sure that all the diaphragm corners are lying flat. Install and securely tighten the four screws (39). Apply a small amount of Loctite #222 to the shorter threaded portion of the spring and stud assembly (45, 46, 47) and screw it into the diaphragm center hub until the spring coil (46) bottoms out against the center hub. Thread nut (38) onto the longer portion of the stud assembly until it bottoms out against the top of the coil spring (46).
6. Reinstall the summing beam assembly (41) with four screws (36) with a small amount of Loctite #222 or equivalent applied to each screw. Be careful not to bend the thin flexures on the summing beam. With the bottom nut (38) threaded down against the top of the spring coil (46), install the top nut (38) and tighten it firmly, attaching the summing beam assembly (41) to the diaphragm assembly. Install a new O-ring (48) in the instrument capsule base. Install the two mounting screws (35) and fasten the assembly securely to positioner base (7).
7. To reinstall the pilot valve assembly (40, 52), replace the three pilot valve O-rings (54). Compress the leaf spring on the end of the summing beam assembly (41) and carefully engage the notched end of pilot valve assembly (40, 52) with the beam spring. Slide the pilot valve assembly (40, 52) carefully until it is aligned with its mounting holes and fasten securely with two screws (53).
8. Return range arm (13) to the base (7) and secure with snap ring (8). Reinstall the feedback spring (34) with one end engaging the feedback screw on the instrument diaphragm assembly (49) and the other end engaging the zero screw (24). Then calibrate positioner according to "Calibration" section of this document.



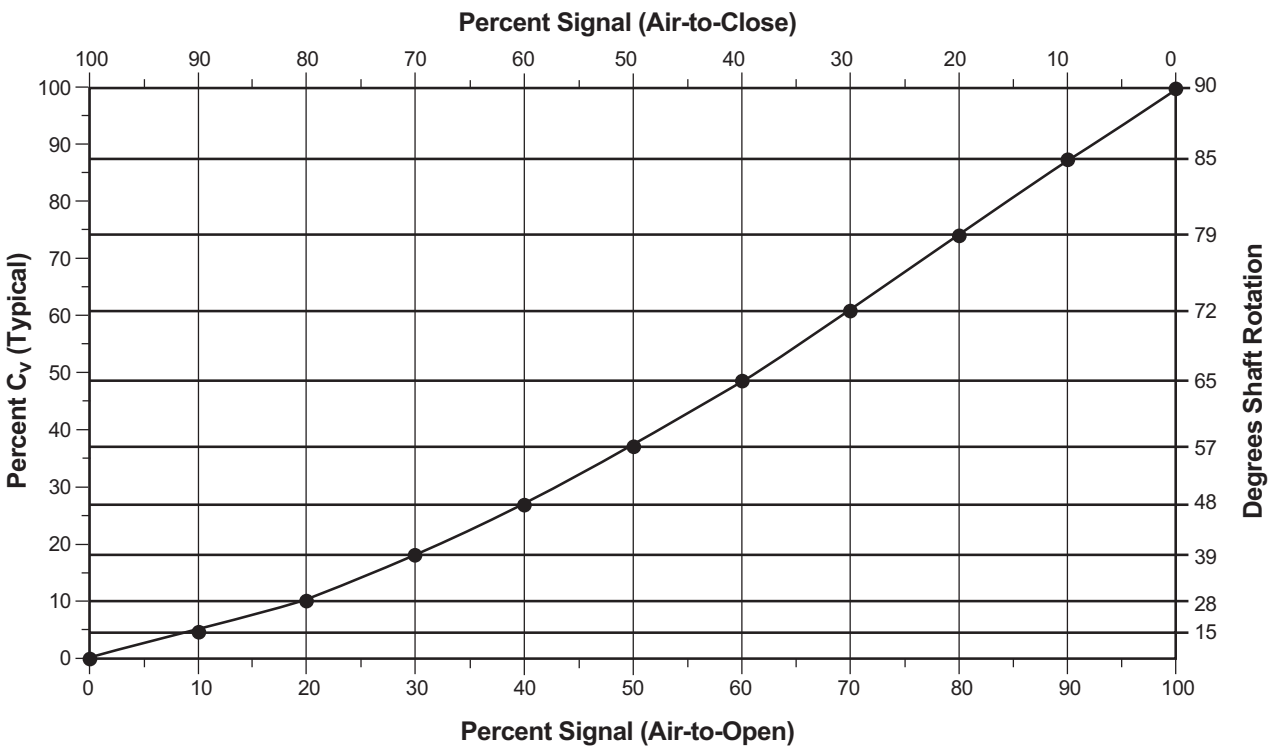
**Figure 11: Valdisk – Equal Percent Flow Characteristic (Shaft Rotation vs. Instrument Signal)**



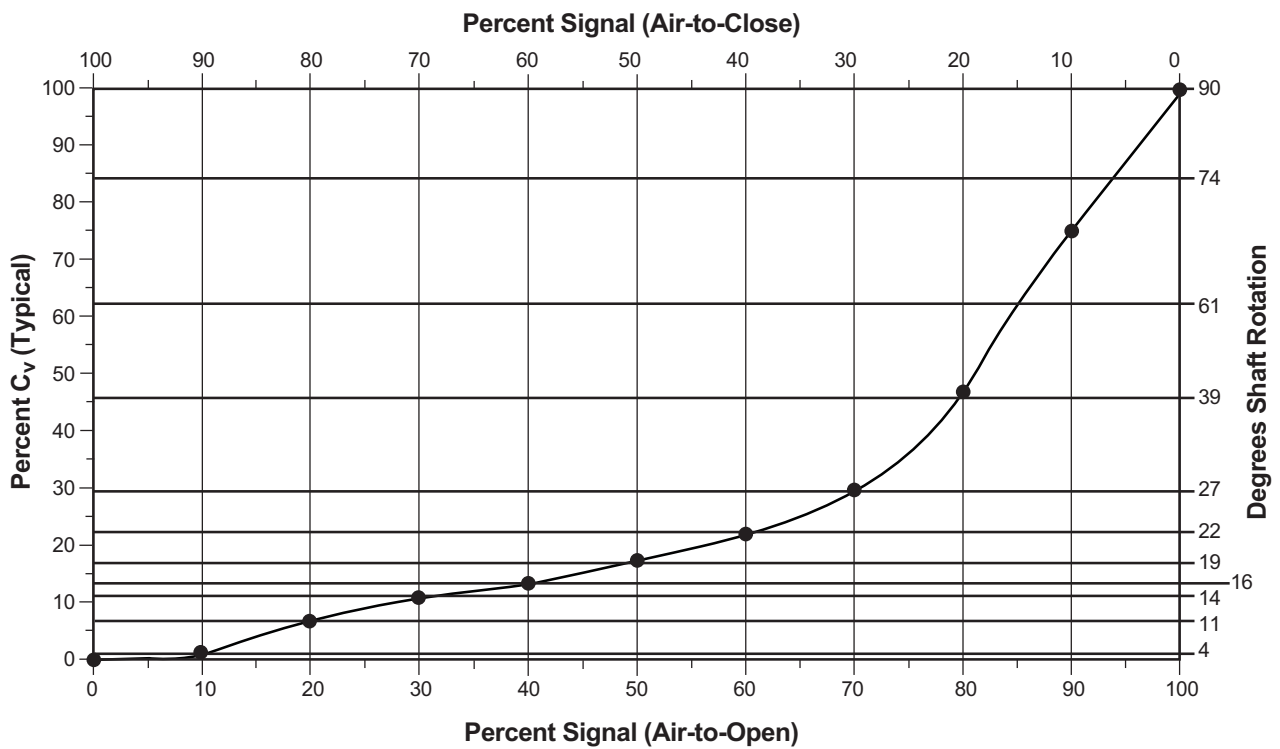
**Figure 12: Valdisk – Linear Flow Characteristic (Shaft Rotation vs. Instrument Signal)**



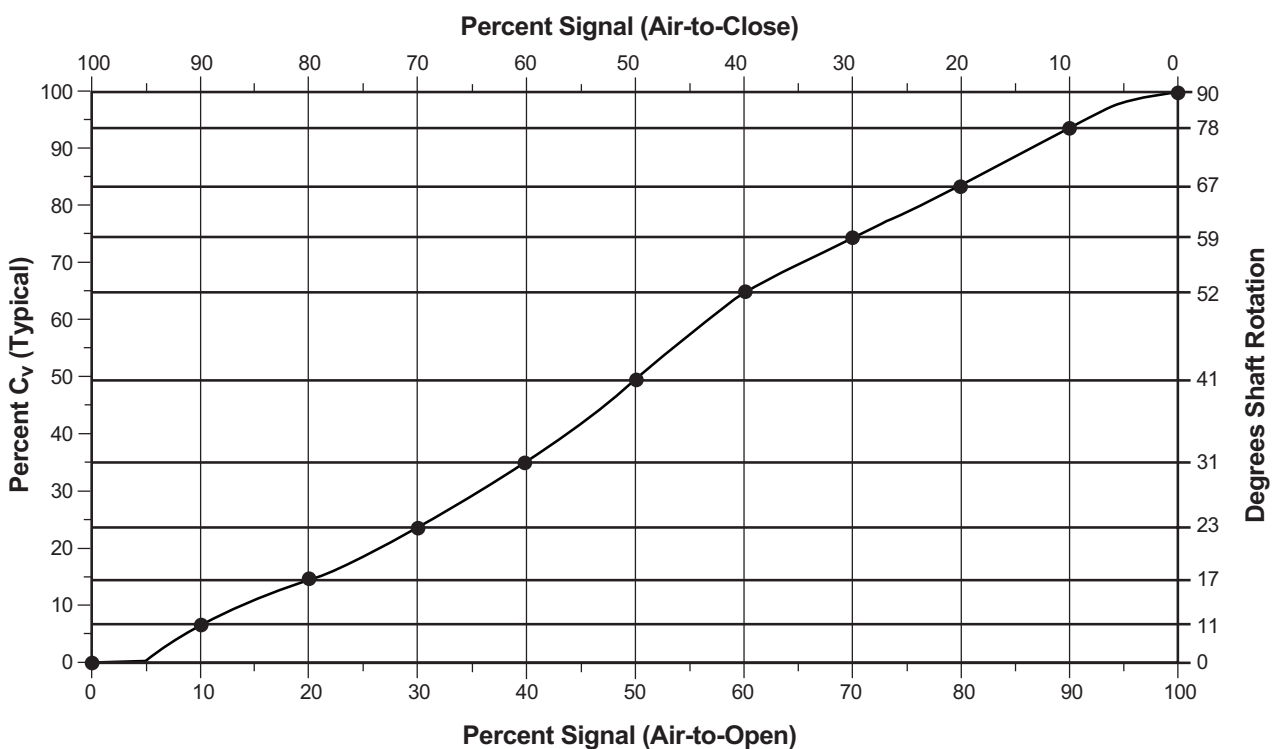
**Figure 13: ShearStream – Equal Percent Flow Characteristic (Shaft Rotation vs. Instrument Signal)**



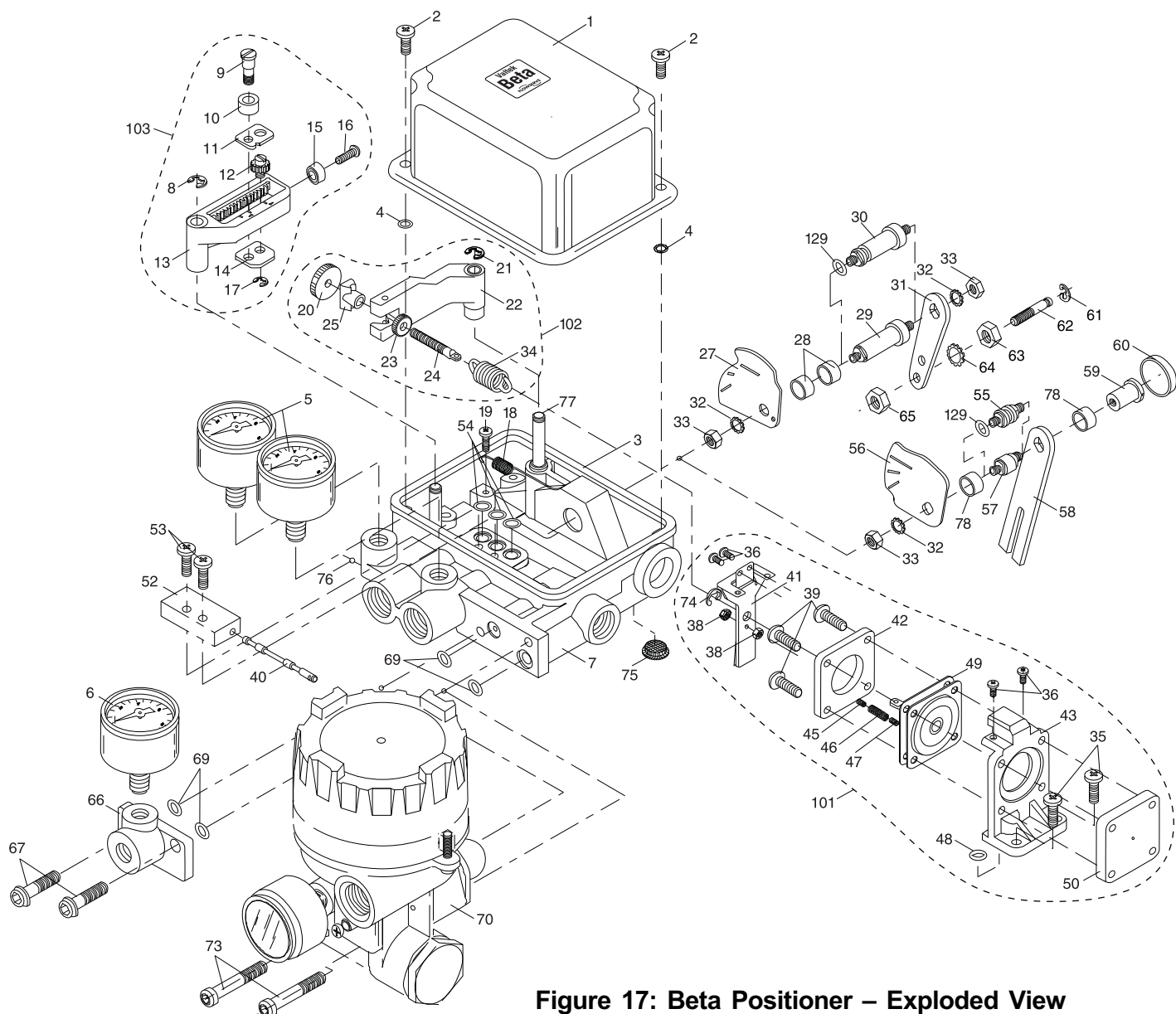
**Figure 14: ShearStream – Linear Flow Characteristic (Shaft Rotation vs. Instrument Signal)**



**Figure 15: MaxFlo – Equal Percent Flow Characteristic (Shaft Rotation vs. Instrument Signal)**



**Figure 16: MaxFlo – Linear Flow Characteristic (Shaft Rotation vs. Instrument Signal)**



**Figure 17: Beta Positioner – Exploded View**

**Positioner Parts List\***

- |                             |                               |                                     |                                    |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Cover                    | 20. Zero adjustment knob      | 40. Spool                           | 61. Snap rings                     |
| 2. Screw                    | 21. Snap ring                 | 41. Summing beam assembly           | 62. Follower pin                   |
| 3. Gasket                   | 22. Zero arm                  | 42. Upper diaphragm retaining plate | 63. Nut                            |
| 4. O-ring                   | 23. Zero adjustment lock knob | 43. Diaphragm base                  | 64. Lock washer                    |
| 5. Pressure gauge 0-150 psi | 24. Zero adjusting screw      | 44. Stud                            | 65. Nut                            |
| 6. Pressure gauge 0-30 psi  | 25. Pivot                     | 45. Spring                          | 66. Pneumatic adapter              |
| 7. Base                     | 26. Lock washer               | 46. Stud                            | 67. Bolt, socket head              |
| 8. Snap ring                | 27. Cam, linear               | 47. Stud                            | 69. O-ring                         |
| 9. Pivot screw              | 28. Bushing, linear           | 48. Instrument capsule O-ring       | 70. I/P module assembly            |
| 10. Pivot bushing           | 29. Cam shaft, linear         | 49. Instrument diaphragm assembly   | 73. Bolt, socket head              |
| 11. Front range plate       | 30. Cam shaft, linear, vented | 50. Lower diaphragm retaining plate | 74. Snap ring                      |
| 12. Range adjustment gear   | 31. Follower arm              | 51. Spool valve body                | 75. Vent screen                    |
| 13. Range adjustment arm    | 32. Lock washer               | 52. Spool valve body                | 76. Ball                           |
| 14. Rear range plate        | 33. Nut                       | 53. Screw                           | 77. Post                           |
| 15. Bearing                 | 34. Feedback spring           | 54. Spool valve O-rings             | 78. Bushing, rotary                |
| 16. Screw                   | 35. Screw                     | 55. Cam shaft, rotary, vented       | 101. Instrument diaphragm assembly |
| 17. Snap ring               | 36. Screw                     | 56. Cam, rotary                     | 102. Zero adjusting arm assembly   |
| 18. Return spring           | 37. Nut                       | 57. Cam shaft, rotary               | 103. Range arm assembly            |
| 19. Screw                   | 38. Nut                       | 58. Follower arm, rotary            | 129. O-ring, vented                |
|                             | 39. Screw                     | 59. Cam shaft nut, rotary           |                                    |
|                             |                               | 60. Cap, rotary                     |                                    |

\* All of the above parts are in stock, and can be purchased in any one of 34 spare parts kits. For selecting and ordering the appropriate kit or a new positioner, contact your Valtek representative or the factory.

## Ordering Information

The following information is provided to order a new Beta positioner or to adapt an existing positioner from one application to another.

### Linear Actuators

When ordering a positioner for a linear actuator, select two part numbers; one each from Tables 2 and 3.

**Table II: Positioner Model with 3-15 psi or 4-20 mA span for Linear Actuators<sup>(1)</sup>**

Stroke	Air Action	P/P Module	NT 3000 I/P Module
Stand.	Air-to-Open <sup>(2)</sup>	10005334	10121770
	Air-to-Close	10005338	10121771
Short	Air-to-Open <sup>(2)</sup>	10005376	10121773
	Air-to-Close	10005377	10121750

(1) Can be split ranged 2:1 or 3:1 without additional parts. Also available are positioner models with 6-30 psi or 10-50 mA span and the same split ranges.

(2) The cam can be turned over in the field for opposite air action.

**Table III: Linear Actuator Follower Arms**

Actuator Size	Stroke (inch)	Spud (inch)	Follower Arm Kit
25	1/4	2.00	10043879 <sup>*(3)</sup>
25	3/8	2.00	10043879 <sup>*(3)</sup>
25	1/2	2.00	10037613
25	3/4 - 1 1/2	2.00	10037613
50	1/4	2.00	10053538 <sup>(3)</sup>
50	3/4 - 1 1/2	2.00	10037613
50	3/4 - 1 1/2	2.62	10044111
50	3	2.62	10037614
100 / 200	3/4 - 3	2.62 - 2.88	10037614
100 / 200	3/4 - 4	3.38 - 4.75	10037615
100 / 200	5 - 8	3.38 - 4.75	10037616

\* Requires the use of stem clamp number 10043664

(3) Use short-stroke positioners with: 25 sq. in. actuator, 1/4, 3/8 with stroke; 50 sq. in. actuator, 1/4-inch stroke.

## Rotary Actuators

When ordering a positioner for a rotary actuator, select two part numbers; one from Table IV and one from Table V which includes part numbers for the follower arm.

**Table IV: Positioner Model with 3-15 psi or 4-20 mA span for Rotary Actuators<sup>(1)</sup>**

Valve Type	Installed Cam <sup>(4)</sup>	P/P Module	NT 3000 I/P Module <sup>(5)</sup>
<b>Valdisk or Shear Stream</b>			
	B <sup>(4)</sup>	10005708	10121775
	C <sup>(4)</sup>	10005709	10121776
<b>MaxFlo</b>			
Air-to-Open	B (eq. per.)	10050189	10121783
Air-to-Close	B (eq. per.)	10099969	10123232
Air-to-Open	C (Linear)	10050192	10123230
Air-to-Close	C (Linear)	10099974	10123833

(1) Can be split ranged 2:1 or 3:1 without additional parts. Also available are positioner models with 6-30 psi or 10-50 mA span and the same split ranges.

(4) The cam can be turned over in the field to the opposite side "B" or "C". To select the correct positioner model choose either "B" or "C" from the "Cam Characteristic" chart in Table I.

(5) FM/CSA Explosion Proof and Intrinsically Safe rating.

**Table V: Follower Arms - Rotary Actuators**

Actuator Size (Square-inches)	Follower Arm Part Number
25	10034715
50	10034714
100 / 200	10033767

When installed on a rotary valve, the signal vs. C<sub>v</sub> relationship can be equal percentage or linear, based on air action as well as cam characteristics. See Table 1.

Several kits are available to convert the Beta positioner control signal from either pneumatic to I/P, or from I/P to pneumatic.

**Table VI: Conversion Kits<sup>(1)</sup>**

Module	Number
I/P to Pneumatic	10033937
<b>Pneumatic to I/P</b>	
(FM/CSA Exp. Proof. I.S.)	10121462
(Cenelec I.S. w/M20 connection)	10124651
(Cenelec I.S. w/1/2" NPT connection)	10124602
(Cenelec Exp. Proof w/M20 connection)	10125444
(Cenelec Exp. Proof w/1/2" NPT connection)	10128543

(1) Conversion kits include I/P or pneumatic module, two screws (item 67 or 73), two O-rings (item 69), and a standard gauge (item 6). See Figure 17 for reference to item numbers.

## SPARE PART KITS

### BETA POSITIONER *(see Figure 17)*

#### Kit 1 - Standard

Part No. 10035443

Item No.	Description	Quantity
40, 52	Pilot valve assembly	1
53	Screw	2
54	Spool valve O-rings	3

#### Kit 2 - Standard w/EPDM O-rings

Part No. 10045830

Item No.	Description	Quantity
40, 52	Pilot valve assembly	1
53	Screw	2
54	Spool valve O-rings	3

#### Kit 3 - Standard w/Viton O-rings

Part No. 10030338

Item No.	Description	Quantity
40, 52	Pilot valve assembly	1
53	Screw	2
54	Spool valve O-rings	3

#### Kit 4 - Standard w/extended temperature O-rings

Part No. 10036802

Item No.	Description	Quantity
40, 52	Pilot valve assembly	1
53	Screw	2
54	Spool valve O-rings	3

#### Kit 5 - High flow w/Buna-N O-rings

Part No. 10027877

Item No.	Description	Quantity
40, 52	Pilot valve assembly	1
53	Screw	2
54	Spool valve O-rings	3

#### Kit 6 - High flow w/extended temperature O-rings

Part No. 10054152

Item No.	Description	Quantity
40, 52	Pilot valve assembly	1
53	Screw	2
54	Spool valve O-rings	3

## ZERO ARM KITS

#### Kit 7 - 3-way split range

Part No. 10005876

Item No.	Description	Quantity
21	Snap ring	1
34	Feedback spring	1
102	Zero adjustment arm assembly (includes item No. 20, 22, 23, 24, 25)	1

#### Kit 8 - 4-way split range

Part No. 10005882

Item No.	Description	Quantity
21	Snap ring	1
34	Feedback spring	1
102	Zero adjustment arm assembly (includes item No. 20, 22, 23, 24, 25)	1

#### Kit 9 - 1/2-inch stroke

Part No. 10005878

Item No.	Description	Quantity
21	Snap ring	1
34	Feedback spring	1
102	Zero adjustment arm assembly (includes item No. 20, 22, 23, 24, 25)	1

## SPARE PART KITS *(continued)*

### CAM KITS (Linear Valves)

#### Kit 10 - Standard cam

Part No. 10035593

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
27	Cam (linear)	1
29	Cam shaft (linear)	1
32	Lock washer	2
33	Nut	2

#### Kit 11 - Standard cam, cam shaft with O-ring groove for vented positioner

Part No. 10042256

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
27	Cam (linear)	1
30	Cam shaft (linear, vented)	1
32	Lock washer	2
33	Nut	2
129	O-ring (vented)	1

#### Kit 12 - Standard cam, cam shaft, with O-ring groove for vented positioner, extended temperature

Part No. 10040254

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
27	Cam (linear)	1
30	Cam shaft (linear, vented)	1
32	Lock washer	2
33	Nut	2
129	O-ring (vented positioner)	1

#### Kit 13 - Equal percentage cam

Part No. 10051658

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
27	Cam (linear)	1
29	Cam shaft (linear)	1
32	Lock washer	2
33	Nut	2

### CAM KITS (Rotary Valves)

#### Kit 14 - Standard

Part No. 10037441

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
33	Nut	1
32	Lock washer	1
56	Cam (rotary)	1
57	Cam shaft (rotary)	1
59	Cam shaft nut (rotary)	1
60	Cap (rotary)	1

#### Kit 15 - Standard w/O-ring groove for vented positioner

Part No. 10050296

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
33	Nut	1
32	Lock washer	1
55	Cam shaft (rotary, vented)	1
56	Cam (rotary)	1
59	Cam shaft nut (rotary)	1
60	Cap (rotary)	1
129	O-ring (vented)	1

#### Kit 16 - Reversible rotary cam, linear shaft rotation vs. signal change

Part No. 10033883

Item No.	Description	Quantity
18	Return spring	1
19	Screw	1
33	Nut	1
32	Lock washer	1
56	Cam (rotary)	1
57	Cam shaft (rotary)	1
59	Cam shaft nut (rotary)	1
60	Cap (rotary)	1



## SPARE PART KITS *(continued)*

### INSTRUMENT CAPSULE KITS

**Kit 17 - Standard input capsule, 3-15 psi**  
**Part No. 10005891**

Item No.	Description	Quantity
35	Screw	2
48	Instrument capsule O-ring	1
101	Instrument capsule assembly (includes item No. 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 74)	1

**Kit 18 - EPDM diaphragms, 3-15 psi**  
**Part No. 10005941**

Item No.	Description	Quantity
35	Screw	2
48	Instrument capsule O-ring	1
101	Instrument capsule assembly (includes item No. 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 74)	1

**Kit 19 - Fluorisilicon diaphragms, 6-30 psi, extended temperature**  
**Part No. 10005897**

Item No.	Description	Quantity
35	Screw	2
48	Instrument capsule O-ring	1
101	Instrument capsule assembly (includes item No. 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 74)	1

**Kit 20 - 6-30 psi, standard temperature**  
**Part No. 10005895**

Item No.	Description	Quantity
35	Screw	2
48	Instrument capsule O-ring	1
101	Instrument capsule assembly (includes item No. 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 74)	1

**Kit 21 - Fluorosilicon diaphragms, 3-15 psi, extended temperature**  
**Part No. 10005893**

Item No.	Description	Quantity
35	Screw	2
48	Instrument capsule O-ring	1
101	Instrument capsule assembly (includes item No. 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 74)	1

**Kit 22 - Viton diaphragms, 3-15 psi**  
**Part No. 10005881**

Item No.	Description	Quantity
35	Screw	2
48	Instrument capsule O-ring	1
101	Instrument capsule assembly (includes item No. 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 74)	1

### ADAPTER MANIFOLD KITS

**Kit 23 - Standard adapter manifold w/gauge (item 6); item No. 67 bolts replaces No. 73**  
**Part No. 10033937**

Item No.	Description	Quantity
66	Pneumatic adapter	1
67	Socket head bolt	2
69	O-ring	2
6	Gauge, 0-30 psi	1

**Kit 24 - Standard without gauge**  
**Part No. 10059537**

Item No.	Description	Quantity
66	Pneumatic adapter	1
73	Socket head bolt	2
69	O-ring	2

**Kit 25 - Extended temperature kit (Fluorisilicon O-rings) without gauges**  
**Part No. 10059538**

Item No.	Description	Quantity
66	Pneumatic adapter	1
73	Socket head bolt	2
69	O-ring	2

**Kit 26 - Adapter w/Viton O-rings without gauges**  
**Part No. 10059539**

Item No.	Description	Quantity
66	Pneumatic adapter	1
73	Socket head bolt	2
69	O-ring	2

## SPARE PART KITS *(continued)*

### POSITIONER BASE KITS

#### Kit 27 - Standard base w/o O-rings Part No. 10045786

Item No.	Description	Quantity
3, 7, 28, 77	Base assembly (includes posts, bushings, gasket)	1

#### Kit 28 - Standard base w/EPDM O-rings for manifold Part No. 10055140

Item No.	Description	Quantity
3, 7, 28, 77	Base assembly (includes posts, bushings, gasket)	1
69	EPDM O-ring	2

#### Kit 29 - Stainless steel base Part No. 10056600

Item No.	Description	Quantity
3, 7, 28, 77	Base assembly (includes posts, bushings, gasket)	1
175	Set screw	1
75	Vent screen	1

#### Kit 30 - Standard base w/Viton O-ring Part No. 10030337

Item No.	Description	Quantity
3, 7, 28, 77	Base assembly (includes posts, bushings, gasket)	1
69	Viton O-ring	2

#### Kit 31 - Standard base w/Buna-N O-rings Part No. 10044506

Item No.	Description	Quantity
3, 7, 28, 77	Base assembly (includes posts, bushings, gasket)	1
69	Buna-N O-ring	2

#### Kit 32 - Scout valve base Part No. 10052173

Item No.	Description	Quantity
3, 7, 28, 77	Base assembly (includes posts, bushings, gasket)	1

#### Kit 33 - Positioner Cover Kit Part No. 10035439

Item No.	Description	Quantity
1	Cover with sticker	1
2	Screw	2
4	O-ring	2

#### Kit 34 - Range Arm Kit Part No. 10005888

Item No.	Description	Quantity
8	Snap ring	1
103	Range arm assembly (includes item No. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)	1

## Beta Positioner Troubleshooting

Failure	Probable Cause	Corrective Action
Valve won't stroke, no excessive air is exhausting from positioner	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubing to wrong ports</li> <li>2. Cam action reversed</li> <li>3. Lever arm stuck</li> <li>4. Pilot spool stuck</li> <li>5. I/P module filter plugged</li> <li>6. I/P module failure</li> <li>7. I/P mounting bolts loose</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retube to correct ports (see "Installation" section)</li> <li>2. Refer to installation section and reverse cam</li> <li>3. Work with stuck arm until it freely turns</li> <li>4. Work spool by hand until it freely moves, or remove spool and spool valve body and clean thoroughly; replace if necessary</li> <li>5. Remove I/P module and replace filter</li> <li>6. Replace I/P module</li> <li>7. Tighten mounting bolts</li> </ol>
Actuator goes to full signal position, regardless of signal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Broken feedback spring</li> <li>2. Linkage is disconnected, stuck or missing parts</li> <li>3. Pilot spool stuck</li> <li>4. I/P module orifice plugged</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace feedback spring</li> <li>2. Check and tighten all bolts and nuts in linkage, make sure linkage doesn't stick.</li> <li>3. Work spool by hand until it freely moves, or remove spool and spool valve body and clean thoroughly; replace if necessary. Do not apply grease to spool valve.</li> <li>4. Return I/P module to factory for service</li> </ol>
Calibration shifts	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loose positioner mounting</li> <li>2. Loose linkage</li> <li>3. Loose zero adjustment locking knob</li> <li>4. Worn arms or pins</li> <li>5. I/P mounting bolts loose</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remove cover and check three screws holding positioner to bracket, check two bolts holding bracket to yoke</li> <li>2. Tighten all nuts and bolts on linkage</li> <li>3. Tighten zero adjustment locking knob or range adjustment locking knob adjustment after calibrating knob</li> <li>4. Replace arms or pins, and apply grease</li> <li>5. Tighten mounting bolts</li> </ol>
Excessive air consumption (other than normal exhaust)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Air leakage from O-rings</li> <li>2. Air leakage from tubing</li> <li>3. Leaky cylinder piston O-rings</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remove spool valve; Check O-rings and replace if necessary</li> <li>2. Tighten or replace tubing fittings</li> <li>3. Replace O-rings in cylinder</li> </ol>
Actuator strokes very slowly in one direction only	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connection between capsule and beam improperly adjusted</li> <li>2. Tubing to cylinder is restricted</li> <li>3. I/P module filter plugged</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retighten summing beam to diaphragm assembly with nut bottomed out against coil of spring (See step 6 in "Removal &amp; Repair of Instrument Capsule Assembly")</li> <li>2. Locate faulty tube and replace it</li> <li>3. Remove I/P module and replace filter</li> </ol>
Erratic operation	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dirt build-up inside spool valve</li> <li>2. Bent spool</li> <li>3. Broken linkage or positioner parts</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disassemble; clean spool and body; add air filter to air supply; if air filter exists, replace cartridge</li> <li>2. Replace spool and valve block</li> <li>3. Replace broken parts</li> </ol>

Flowserve Corporation has established industry leadership in the design and manufacture of its products. When properly selected, this Flowserve product is designed to perform its intended function safely during its useful life. However, the purchaser or user of Flowserve products should be aware that Flowserve products might be used in numerous applications under a wide variety of industrial service conditions. Although Flowserve can (and often does) provide general guidelines, it cannot provide specific data and warnings for all possible applications. The purchaser/user must therefore assume the ultimate responsibility for the proper sizing and selection, installation, operation and maintenance of Flowserve products. The purchaser/user should read and understand the Installation Operation Maintenance (IOM) instructions included with the product, and train its employees and contractors in the safe use of Flowserve products in connection with the specific application.

While the information and specifications presented in this literature are believed to be accurate, they are supplied for informative purposes only and should not be considered certified or as a guarantee of satisfactory results by reliance thereon. Nothing contained herein is to be construed as a warranty or guarantee, express or implied, regarding any matter with respect to this product. Because Flowserve is continually improving and upgrading its product design, the specifications, dimensions and information contained herein are subject to change without notice. Should any question arise concerning these provisions, the purchaser/user should contact Flowserve Corporation at any of its worldwide operations or offices.

For more information, contact:

Flowserve and Valtek are registered trademarks of Flowserve Corporation.

For more information about Flowserve and its products, contact [www.flowserve.com](http://www.flowserve.com) or call USA 972 443 6500



**Regional Headquarters**

1350 N. Mt. Springs Prkwy.  
Springville, UT 84663  
Phone 801 489 8611  
Facsimile 801 489 3719

12 Tuas Avenue 20  
Republic of Signapore 638824  
Phone (65) 862 3332  
Facsimile (65) 862 4940

12, av. du Québec, B.P. 645  
91965, Courtaboeuf Cedex, France  
Phone (33 1) 60 92 32 51  
Facsimile (33 1) 60 92 32 99

**Quick Response Centers**

5114 Railroad Street  
Deer Park, TX 77536 USA  
Phone 281 479 9500  
Facsimile 281 479 8511

104 Chelsea Parkway  
Boothwyn, PA 19061 USA  
Phone 610 497 8600  
Facsimile 610 497 6680

1300 Parkway View Drive  
Pittsburgh, PA 15205 USA  
Phone 412 787 8803  
Facsimile 412 787 1944

# FlowTop General Service Control Valves

## Table of Contents

General Information .....	1
Unpacking .....	2
Valve Installation .....	2
Preventive Valve Maintenance .....	2
Overhauling Procedure .....	3
Actuator Removal .....	3
Mounting Actuator .....	3
Replacing Plug .....	4
Replacing Seat Ring .....	5
Packing Replacement .....	5
Reversing Single Actuator Action .....	12
Actuator Service .....	12
Diaphragm Replacement .....	12
Stem Seal Assembly Replacement .....	12
Actuator Mounting .....	12
Air Supply .....	15
Troubleshooting, Actuator/Valve .....	15

ing instruction, product documentation or on the product itself) is essential, in order to avoid faults, which in themselves might directly or indirectly cause severe personal injury or property damage.


## GENERAL INFORMATION


The following instructions are designed to assist in unpacking, installing and performing maintenance as required on FlowTop general service control valves. Product users and maintenance personnel should thoroughly review this bulletin prior to installing, calibrating, operating, troubleshooting or performing any maintenance on the valve or actuator. Separate instructions cover additional features such as positioners, solenoid valves, limit switches, etc.


**To avoid possible injury to personnel or damage to valve parts, WARNING and CAUTION notes must be strictly followed. Modifying this product, substituting non-factory parts or using maintenance procedures other than outlined could drastically affect performance and be hazardous to personnel and equipment and may void existing warranties.**


## TERMS CONCERNING SAFETY


The safety terms DANGER, WARNING, CAUTION and NOTE are used in these instructions to highlight particular dangers and/or to provide additional information on aspects that may not be readily apparent.


 **DANGER:** indicates that death, severe personal injury and/or substantial property damage will occur if proper precautions are not taken.


 **WARNING:** indicates that death, severe personal injury and/or substantial property damage can occur if proper precautions are not taken.

 **CAUTION:** indicates that minor personal injury and/or property damage can occur if proper precautions are not taken.

 **NOTE:** indicates and provides additional technical information, which may not be very obvious even to qualified personnel. Compliance with other, not particularly emphasized notes, with regard to transport, assembly, operation and maintenance and with regard to technical documentation (e.g., in the operat-

 **CAUTION:** The FlowTop is a general service, light-duty valve and is not intended for severe service applications such as cavitation, flashing or extreme noise levels. Refer to the FlowTop Control Valves technical bulletin for application guidelines and other limitations.

 **WARNING:** Standard industry safety practices must be followed when working on this or any other process-control product. Specifically, personal protection and lifting devices must be used as warranted.

 **NOTE:** Selecting the proper fastener material is the responsibility of the user. Typically, the supplier does not know the valve service conditions or environment. The user therefore must consider the material's resistance to stress corrosion cracking in addition to general corrosion. As with any mechanical equipment, periodic inspection and maintenance is required.

## Unpacking

1. While unpacking the valve, check the packing list against materials received. Lists describing the valve and accessories are included in each shipping container.
2. When lifting the valve from the shipping container, position lifting straps to avoid damage to external tubing and mounted accessories.
3. Contact your shipper immediately if shipping damage has occurred.
4. Should any problem arise, contact your Flowserve representative.

## Installation

**⚠ CAUTION: Before installation and disassembly, ensure the actuator is secured with a suitable method (crane or support) and cannot topple over.**

1. This valve can be installed in alternate service conditions. Check data on name plate and verify sizing with local Flowserve office.
2. Before installing the valve, clean the line of dirt, welding chips, scale or other foreign material.
3. Whenever possible, the valve should be installed in an upright position; vertical installation permits easier valve maintenance. (See Figure 1.)
4. Be sure to provide proper overhead clearance for the actuator to allow for disassembly of the plug from the valve body. Refer to Table I for the clearance needed for valve disassembly.

**Table I: Overhead Clearance Requirement**

Valve Size (inches)	Clearance (inches / mm)
1, 1.5, 2, 3, 4	5.6 / 142
3, 4	9.0 / 229

5. Double-check flow direction to **ensure the valve is installed with the flow under the plug**. Flow direction is shown by the arrow on the body.
6. Connect the air supply and instrument signal lines. Throttling control valves may be equipped with a valve positioner. In most cases, both the actuator and positioner are suitable for a maximum of 90 psi (6 bar) air supply. However, with tandem actuators, the air supply to the actuator assembly must be limited to 50 psi (3.5 bar). Check the nameplate to determine the correct air supply requirements.

**⚠ WARNING: Tandem actuators require a maximum of 50 psi (3.5 bar) air supply. Check nameplate to determine correct air supply requirements.**

**⚠ NOTE: The air supply should conform to ISA 7.0.01. See specific positioner IOM for details.**

**⚠ WARNING: On valves equipped with air filters, the air filter bowl must point down – otherwise, the air filter will not perform properly.**

7. Excessive piping stresses, if transmitted to the valve body, may cause plug friction, seat leakage or other operating faults.

**⚠ NOTE: Every effort should be made to minimize external stresses on the valve during installation.**

## PREVENTIVE VALVE MAINTENANCE

At least once every six months, check for proper operation by following the preventative maintenance steps outlined below. These steps can be performed while the valve is in-line and, in some cases, without interrupting service. If an internal problem is suspected, refer to the *Overhauling* section.

1. Look for signs of gasket leakage through the end flanges and bonnet. Tighten flange and bonnet bolting (if required). (See Table II.)
2. Ensure the air supply is within the specified range indicated on the nameplate. Insufficient or excessive air supply can affect valve operation.
3. Examine the valve for damage caused by corrosive fumes or process drippings.
4. Clean valve and repaint areas of severe oxidation.
5. Check packing box bolting for proper tightness. Packing nuts should be slightly over finger-tight; however, tighten only as necessary to prevent stem leakage.

**⚠ WARNING: Do not overtighten packing. This can cause excessive packing wear and high stem friction that may impede stem movement.**

6. If possible, stroke the valve and check for smooth, full-stroke operation. Unsteady stem movement could indicate an internal valve problem.

**⚠ CAUTION: Keep hands, hair, clothing, etc. away from all moving parts when operating the valve. Failure to do so can cause serious injury.**


7. Ensure all accessories, brackets and bolting are fastened securely.
8. If possible, remove air supply and observe actuator for correct fail-safe action.
9. Check the actuator stem seal assembly (257) for wear or leakage. Apply an acceptable lubricant (such as Dow 55) to the actuator stem then retract and extend the stem to work the lubricant into the seal.



10. Spray a soap solution around the diaphragm joint between the upper and lower diaphragm cases (203, 202). Check the actuator case bolts (335) to be certain they are tight.
11. Clean any dirt and other foreign material from the plug stem.
12. If an air filter is supplied, check and replace the cartridge if necessary.
13. Check the tightness of the bonnet nuts (114). See Table II.
14. Check the tightness of the yoke leg nuts (349).
15. Check stem clamp bolting tightness (240, 345).

## OVERHAULING PROCEDURE


Valve overhaul requires disassembling the valve body.

 **WARNING: Depressurize the line to atmospheric pressure and drain all fluids before working on the valve.**

Make a thorough inspection of the plug, seat rings and stem to determine whether these parts should be reused, reworked or replaced.

**! NOTE:** For an easy inspection of the valve trim, the bonnet may be removed from the valve body with the actuator still mounted and attached to the valve stem. To minimize the possibility of leakage, always replace the bonnet gasket and packing whenever the valve is disassembled.

### Actuator removal

1. Disconnect actuator and valve stem by removing stem clamp bolts and clamp (240, 345).
-  **WARNING: On fail-closed actuators, the preadjusted spring force is effective. Therefore, apply enough air pressure to the actuator to stroke the stem to the mid-position (50 percent stroke) before disconnecting actuator and valve stem.**
2. Reduce the loading pressure in the actuator to atmosphere.
3. Disconnect the pneumatic connection to the actuator.
4. Remove the yoke nut (XXX) from the bonnet (40).
5. If the actuator does not lift freely off the bonnet (40), then apply pressure to the actuator and drive the plug into the seat. This should drive lift the yoke off the bonnet.
6. Lift the actuator off the valve.

## Mounting actuator on valve

1. Determine the stroke length of the valve, 0.79-inches (20 mm) or 1.57" (40 mm). Check the stroke plate (213) to verify if necessary.
2. Push the plug stem down into the seat by hand to fully close the valve.
3. Replace the complete actuator. Clean the threads on the bonnet, using a light oil or fluid. Replace the complete actuator onto the bonnet and install yoke nut loosely.
4. Connect an adjustable air supply to the actuator.
5. On direct-acting actuators (air-to-close / fail-open): Apply sufficient air pressure to the actuator to extend the actuator stem (211) to 100 percent of stroke (0.79- or 1.12-inches). Using a scale, measure and verify the stroke of the actuator stem. Stop stem travel once full stroke has been reached. With the stem in this positioner, adjust the two stem clamp halves and connect them using the stem clamp bolting.
6. On reverse-acting actuators (air-to-open / fail-closed): Retract the actuator stem (211) until it stops against the upper diaphragm case (203). From this position, using an adjustable air supply and a scale, measure and verify the valve stroke. Once the stem has traveled full stroke, stop the travel and hold the stem in this position. Adjust the two stem clamp halves and install the stem clamp bolting.
7. While attaching the stem clamp (249), make sure there is full engagement of the threads on the stems. Make sure to install the stroke indicator pointer (248) and fully tighten the stem clamp cap bolts and nuts (345, 240).
8. With the yoke nut loose, stroke the valve two or three times to line up the yoke. Next, position the valve at mid stroke (50 percent open).
9. Completely tighten the yoke nut securing the actuator firmly to the valve.
10. Slight adjustments can be made (with the plug off the seat) by re-adjusting the stem clamp positions.
11. Readjust the stroke plate (213) as necessary.

**Table II: Bonnet Bolting Torque Values**

Valve size (inches)	Metric Bolt	Torque	
		ft/lbs	Nm
0.75, 1, 1.5, 2	M12	45	60
3	M16	90	120
4	M20	165	220

## Replacing plug

1. On fail-closed actuators, the preadjusted spring force is effective. Therefore, apply enough air pressure to the actuator to stroke the stem to mid-stroke (50 percent stroke) before disconnecting actuator and valve stem.
2. Remove the bonnet nuts (114).
3. Lift off the bonnet (40), actuator and plug (50) as an assembly.
4. Disconnect actuator stem (211) and plug stem (50) by removing the stem clamp bolting (345 and 240) and the stem clamp (249).
5. Loosen the packing box gland nuts (117) until finger-tight.
6. Remove the plug (50) from the bonnet (40). A replacement plug may now be fitted if required. When withdrawing or replacing the valve stem use a gentle turning motion to avoid damage to the packing material.

! **NOTE:** The plug and packing should be replaced at the same time. (See Packing Replacement.)

**Table III: Maximum Supply Pressure**

Model	psi	bar
19 in <sup>2</sup> (127 cm <sup>2</sup> )	90	6
39 in <sup>2</sup> (252 cm <sup>2</sup> )	90	6
78 in <sup>2</sup> (502 cm <sup>2</sup> )	90	6
109 in <sup>2</sup> (700 cm <sup>2</sup> )	90	6

## Replacing seat ring

1. Remove the actuator, bonnet (40) and plug (50) from the valve body. (See *Replacing Plug Procedure* steps 1-5.)
2. Replace the seat ring using a suitable seat-ring tool (Figure 2). Seat removal tools can be purchased from Flowserve if required. (See Table III.)
3. Apply high-performance lubricant to the threads on the seat ring. When refitting the seat ring, Mo S<sub>2</sub> additives are also advantageous if compatible with the process fluid.

**Table IV: Seat Removal Tools**

Item	SIZE (inches)	Part No.
Seat Tools	1/2-1	93979
	1.5	93981
	2	93982
	3	93976
	4	93978


**Table V: Seat Ring Torque**

Valve size (inches)	Torque	
	ft-lbs	Nm
0.75, 1, 1.5, 2	150	200
3	225	305
4	300	400

## Lapping the seat (not required)

**Lapping the seat is not required for class 4 shut off.**

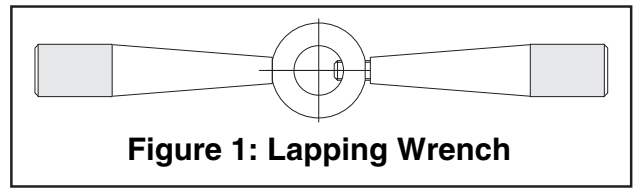
1. The plug and seat sealing surfaces can be improved by lapping, using a good quality carborundum paste with 280 grit size. Type 2-F-Crystolon lapping compound has a proven suitability and can be purchased from US Products, 518 Melwood Avenue, Pittsburgh, PA, 15213 PH: 412 621 2130.
2. Apply lapping compound to seating surfaces of plug and seat ring. For smaller trims, only apply lapping compound to the seat (0.39-inches and smaller).
3. Prior to lapping the plug into the seat ring, assemble the body sub-assembly. Torque the bonnet nuts (114) to the specified values from Table II. Install the stem guide (82), packing (88) and packing follower (83) to support the plug stem when lapping the plug and seat. It is not required to install the bonnet gasket (55) for lapping procedure. Lapping tools are available if needed. The plug and seat can be lapped by replacing the packing with a lapping bushing (See Table V for wrench and bushing part numbers.)
4. Lap the plug into the seat ring (Figure 3) to obtain good seating surfaces on both. Grind the seating surfaces by applying moderate axial pressure on the plug stem. Avoid a full 360 degree rotation. Best results will be achieved by a limited rotation, back and forth, approximately 60 degrees. Do not remove too much metal; stop the lapping after seating surfaces of 0.031-inch (0.8 mm) wide has been obtained in seating of plug. Ensure plug is seated completely. Lapping the seat usually only takes a few minutes, provided the seating surface is free of damage and the seat ring is fully round. After lapping is complete, keep the plug and the seat in the same contact orientation; this ensures better shut-off.
5. After lapping is complete, it is recommended to clean the lapping compound off the trim. Prior to disassembly, 'match mark' the plug (50), bonnet (40) and body (1). After cleaning the lapping compound from the trim, rebuild the valve aligning the match marks of the body, bonnet and plug stem, ensure bonnet gasket (55) is installed.

 **WARNING:** Do not scratch or score the plug stem.



**Table VI: Seat Lapping Tools**

Description	Part Number
Wrench, 12mm Stem	10158171
Wrench, 16mm Stem	10158172
Bushing, 12mm Stem	10156817
Bushing, 16mm Stem	10156815

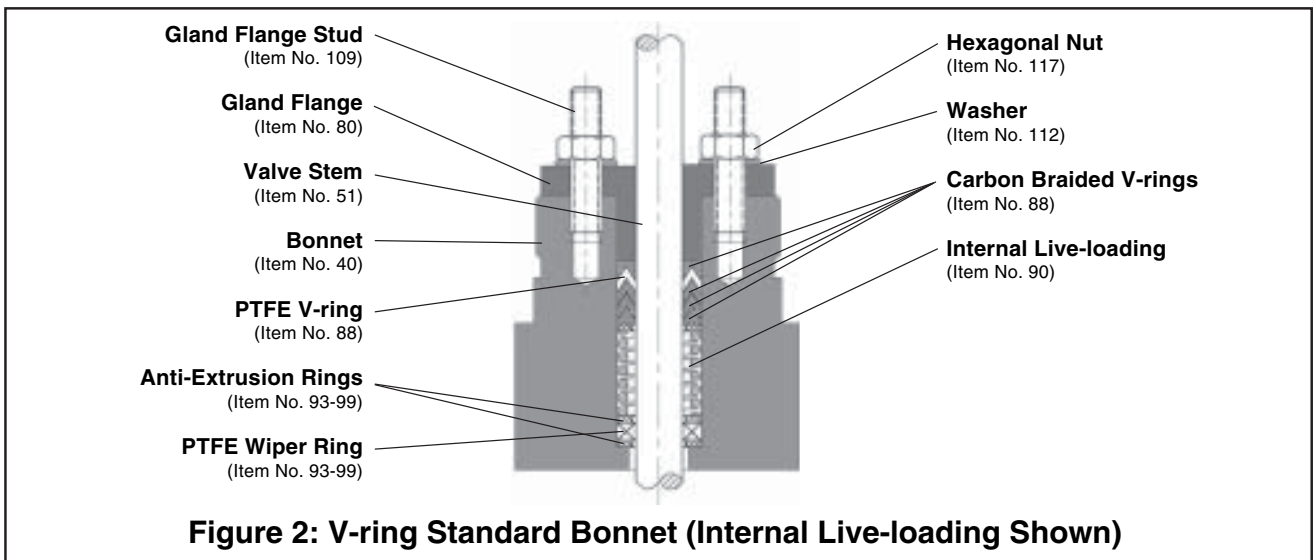


**Figure 1: Lapping Wrench**

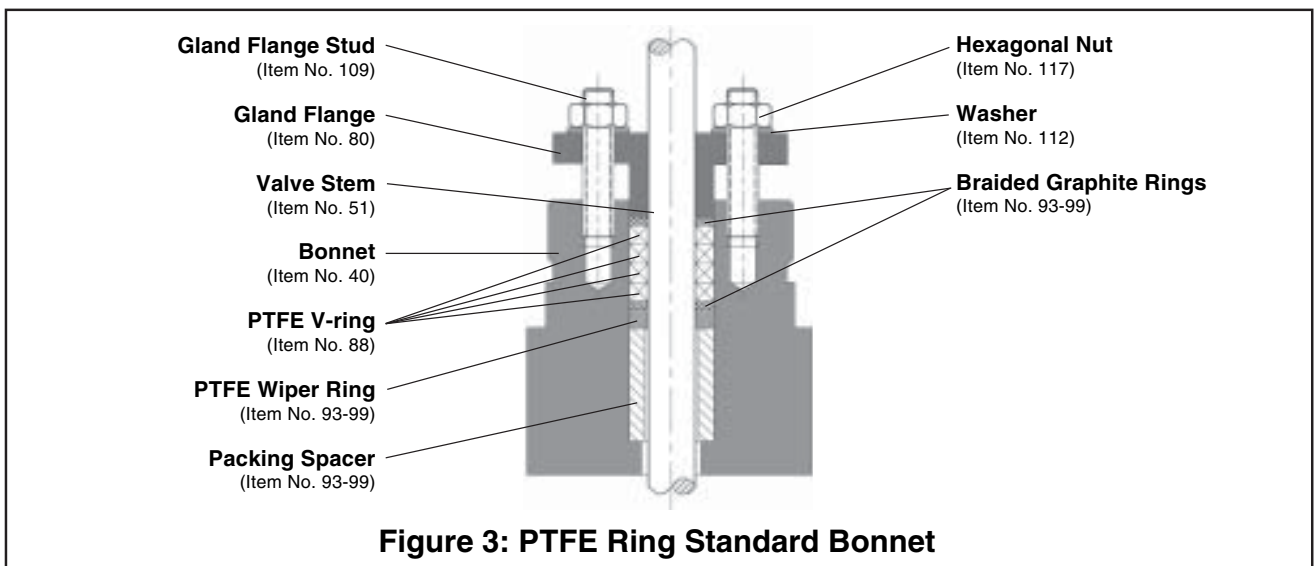
**Packing replacement**

1. Disconnect actuator and valve (see *Replacing Plug*).
2. Remove the gland packing nuts (117), gland flange (80) and packing follower (83). Remove the packing, being careful to avoid scratching the bonnet bore or the plug stem.
3. Clean and polish the bonnet bore, plug stem and all other metal parts in the packing box (stem guide, spring, follower).
4. Install new packing and associated parts in correct sequence and replace the packing flange and nuts.

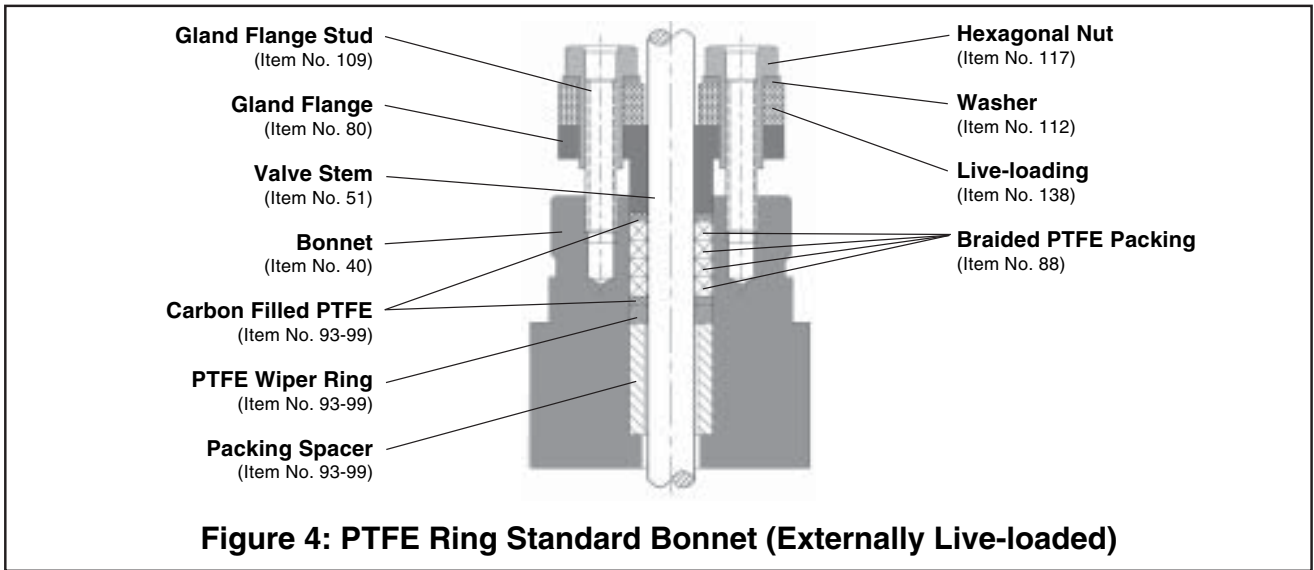
**Non-Environmental Packing**



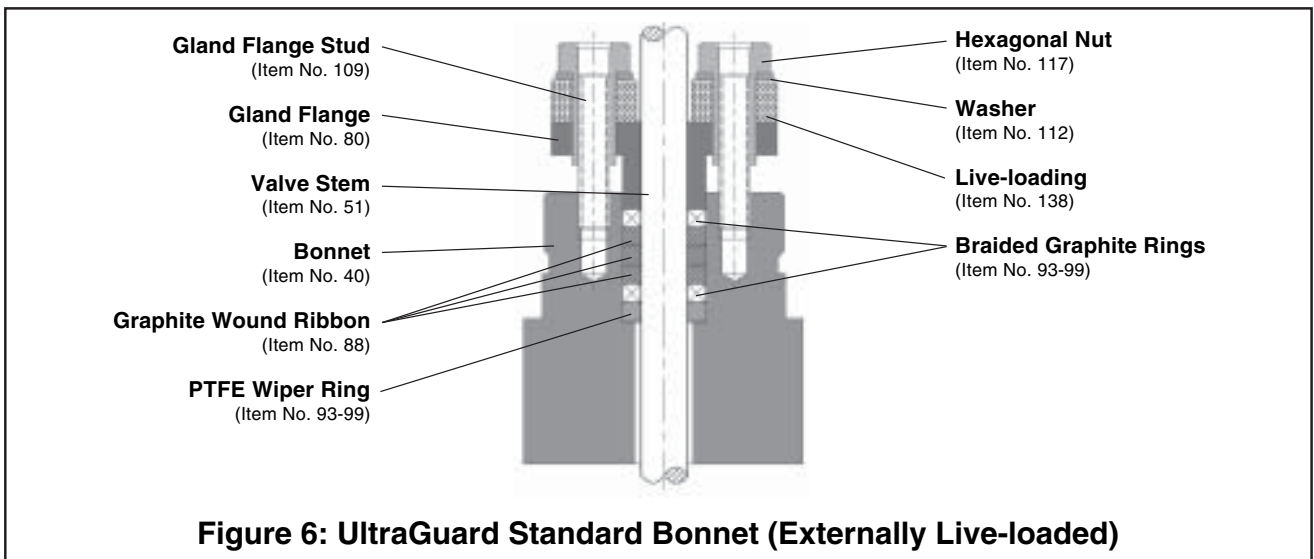
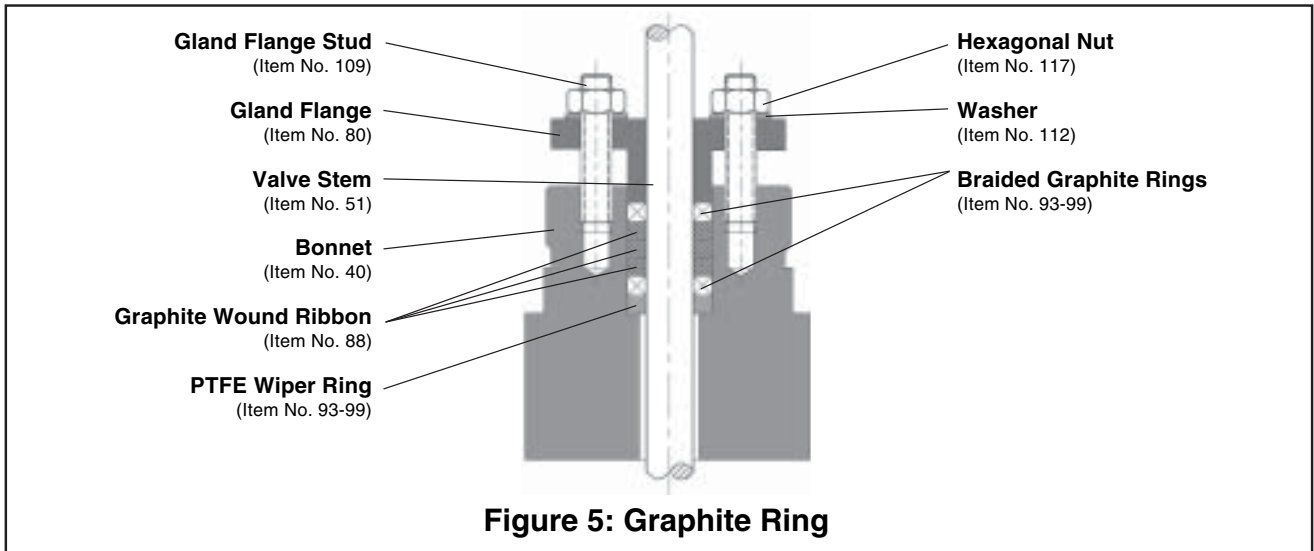
**Figure 2: V-ring Standard Bonnet (Internal Live-loading Shown)**



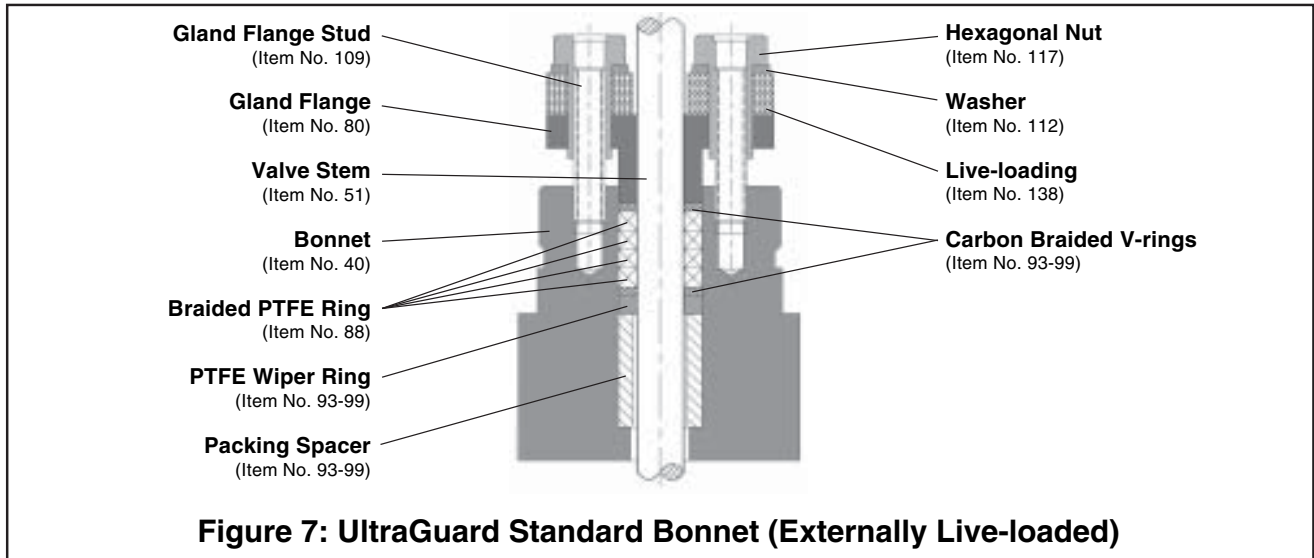
**Figure 3: PTFE Ring Standard Bonnet**



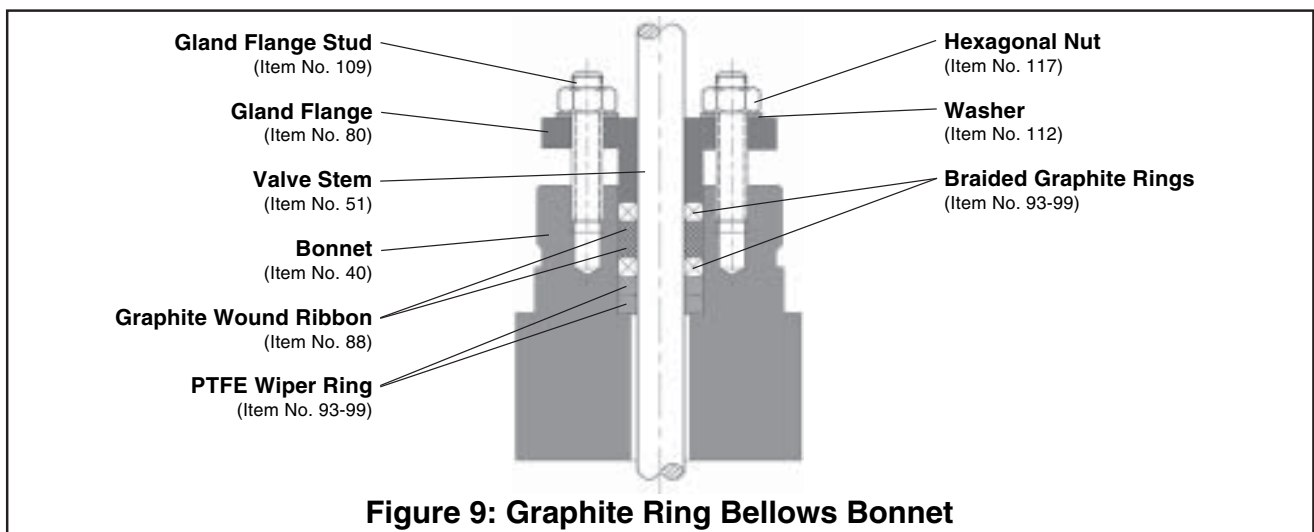
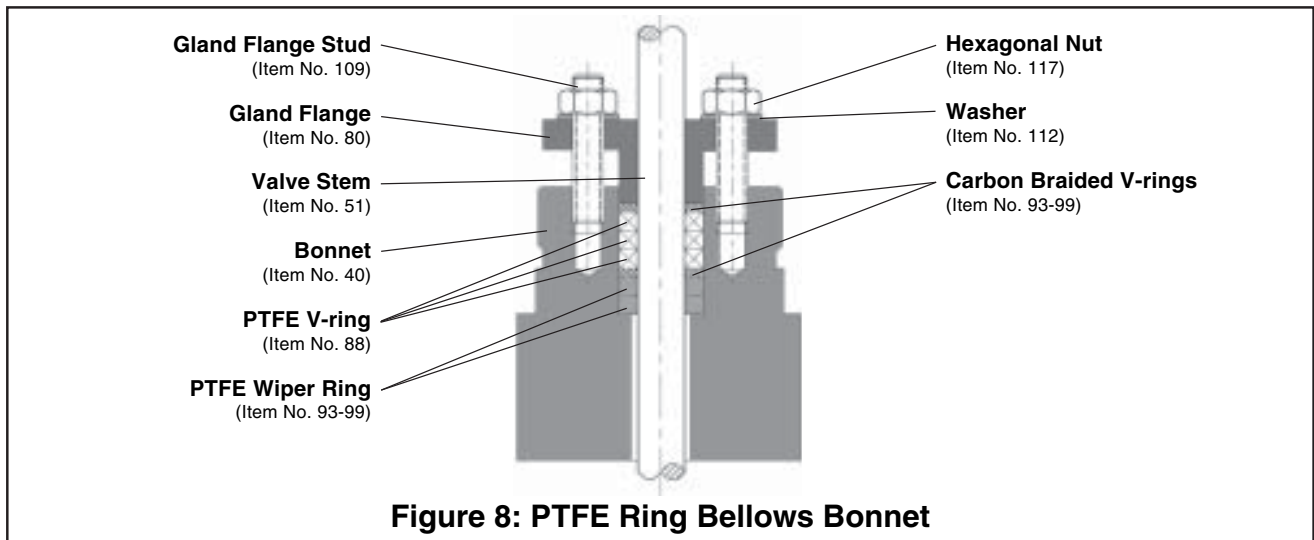
**Extended Bonnet (Packing configuration only – extension not shown)**

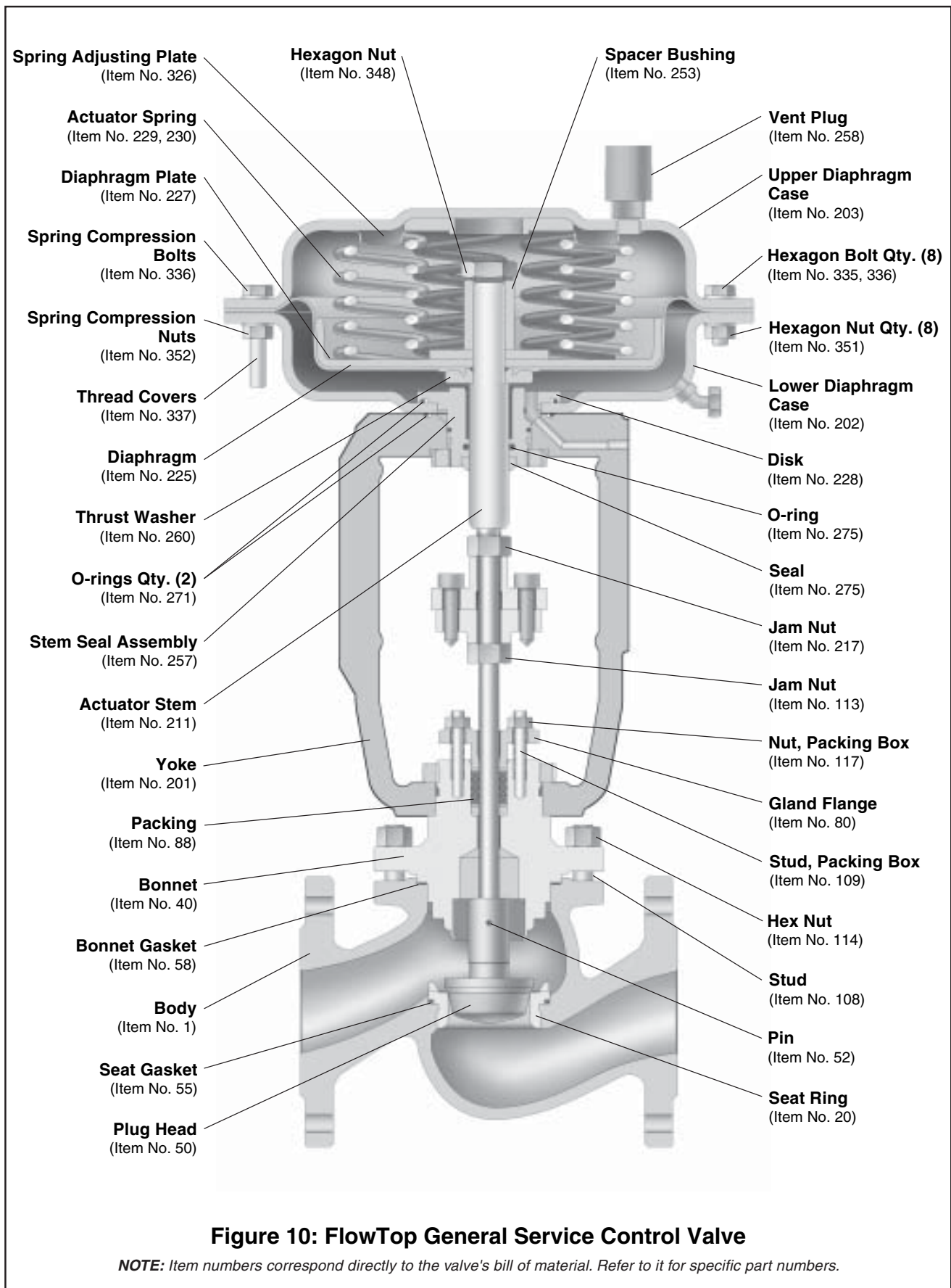


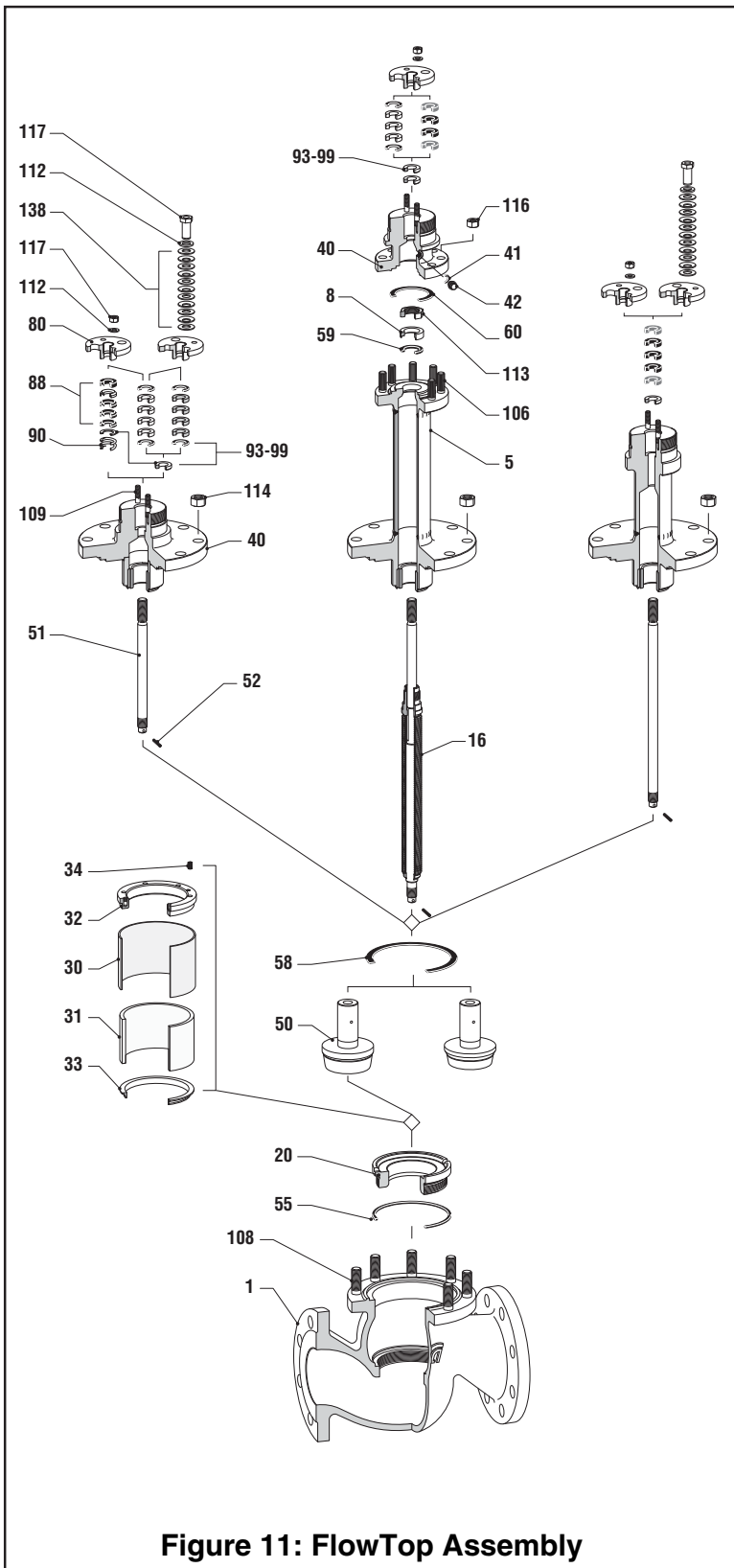
## Environmental Packing



## Bellows Packing (Bellows assembly and purge not shown)








**Table VII: Parts List**


BOM	Designation	Materials	
1	Body	A216WCB	A351 CF8M
5	Bellows Housing	A105	A 182 F 316 L
6	MBS Seal Assembly	316 SS	
20	Seat Ring	316 SS	
30	Multi-hole Stage	1.4571	
31	Wire Netting	1.4404 (SS)	
32	Upper Retaining Ring	1.4571	
33	Ring, Lower	316 SS	
34	Spring, Silent Pack	1.4310	
40	Standard Bonnet	A105	A 182 F 316 L
40	Extended Bonnet		
40	MBS Bonnet	A	A 182 F 316 L
41	Gasket Purge Plug	Pure Graphite	
42	Purge Plug	A2 (SS)	
50	Plug Head	316 SS	
51	Stem		
52	Spring Pin	A2 (SS)	
55	Seat Gasket	Pure Graphite	
59	MBS Gasket	Pure Graphite	
60	MBS Gasket	Pure Graphite	
80	Gland Flange	316	
88	Packing Box Unloaded	PTFE-Pure-Graphite	
		Loaded	
		PTFE-Rings Pure-Graphite	
90	Pressure Spring	1,4571 (SS)	
93-99	Packing Spacer	1,4571 (SS)	
106	Stud	A193	A193 B8 M2
108	Stud	A193	A193 B8 M2
109	Stud, Packing Box	A193 B8 M2	
117	Hex Nut	316	
112	Plain Washer	A2 (SS)	
112	Plain Washer	316	
113	Jam Nut	316 SS	
114	Hex Nut	A194 3	A194 8 M
116	Hex Nut	A194 8 M	
117	Nut, Packing Box	A194 8 M	
138	Belleville Spring	A2 (SS)	

## Reversing Actuator Action


1. Remove actuator from valve body (see *Actuator Removal Procedures* steps 1-6 and *Replacing Plug Procedure*, steps 1-5).
2. Remove the short diaphragm case bolts (335) and nuts (351) around the diaphragm chamber.

Remove the thread covers (337) from the long spring compression bolts (336). Lubricate the threads of the spring compression bolts (336) with a light oil or grease. Gradually loosen each of the long spring compression nuts (335), alternatively by one or two turns to progressively relieve the compression of the actuator springs inside the chamber.

 **WARNING: Long spring compression bolts (336) must always be removed last to ensure the spring compression is fully released before the diaphragm upper casing (203) is removed.**

 **NOTE: Sometimes it is easier to use a press to hold the diaphragm casing in place while the spring compression bolts (335) are removed, the springs can be relieved by using the press, in place of the bolts (335).**

3. Remove the upper diaphragm case (203).
4. Remove the actuator stem nut (248). Flats are provided on the lower end of the actuator stem (211) to prevent rotation. The diaphragm washer (360), diaphragm (225), spring plate (227), bushing (253) and springs (229) may now be removed.
5. Assemble the internal parts in accordance with Figure 9 air-to-close / fail-open (direct-acting) or Figure 10 air-to-open / fail-closed (reverse-acting). Follow above disassembly procedure 1 to 4 in reverse sequence. To simplify assembly, position the actuator in a vertical position.

 **NOTE: When reassembling the actuator, apply lubricant to O-rings seals (Like Dow 55)**


## ACTUATOR SERVICE

### Replacing actuator diaphragm

1. Remove the stem clamp and disconnect the air supply (see *Replacing Plug Procedure*, steps 1-5).
2. Disassemble the actuator in accordance with steps 1-4 in the *Reversing Single Actuator Action* procedure.
3. Use a new actuator diaphragm (225) and assemble the internal parts in accordance with Figure 9 air-to-close / fail-open (direct-acting) or Figure 10 air-to-open / fail-closed (reverse-acting) for 2109.

## Replacing the stem seal assembly

1. Remove the actuator by following steps 1-6 of *Actuator Removal*.
2. Disassemble the actuator by following steps 1-4 of *Reversing Single Actuator Action*.
3. Remove the actuator stem (211) through the lower diaphragm case (202).
4. The stem seal assembly (257) is pressed into the lower diaphragm case (202). Remove the stem seal assembly (257) by wedging the blade of a screwdriver between the lower portion of the metal seal housing and the lower diaphragm case (202). Or give the assembly a firm bump. It is a snug fit, but should be easily removed.
5. To install the seal assembly, lubricate all the seals with a good lubricant (like Dow 55). Firmly press the assembly into the lower diaphragm housing.

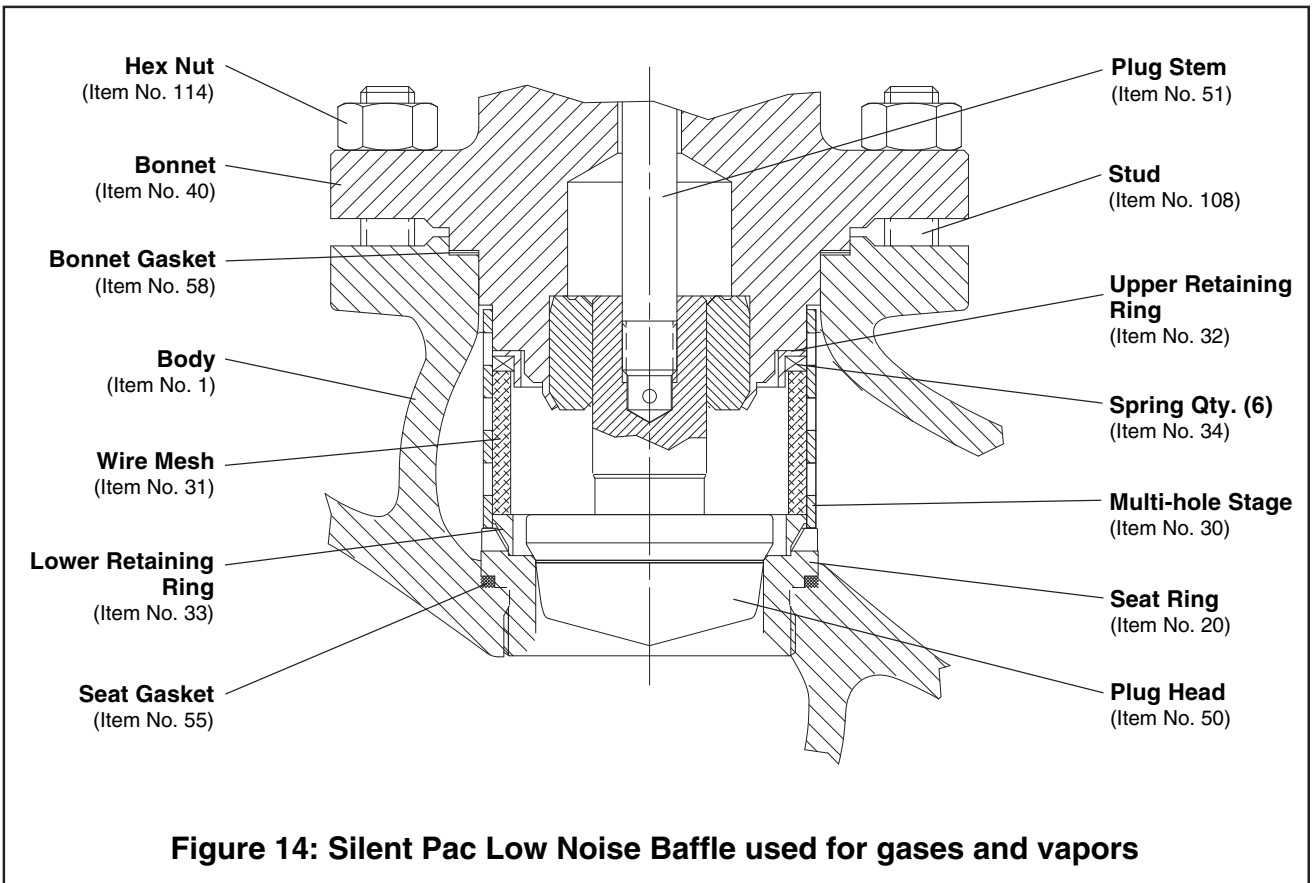
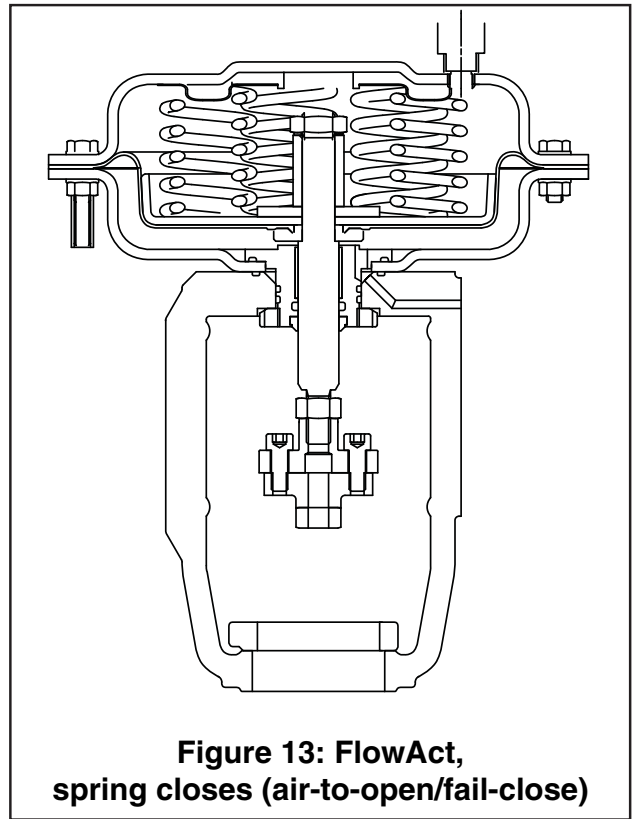
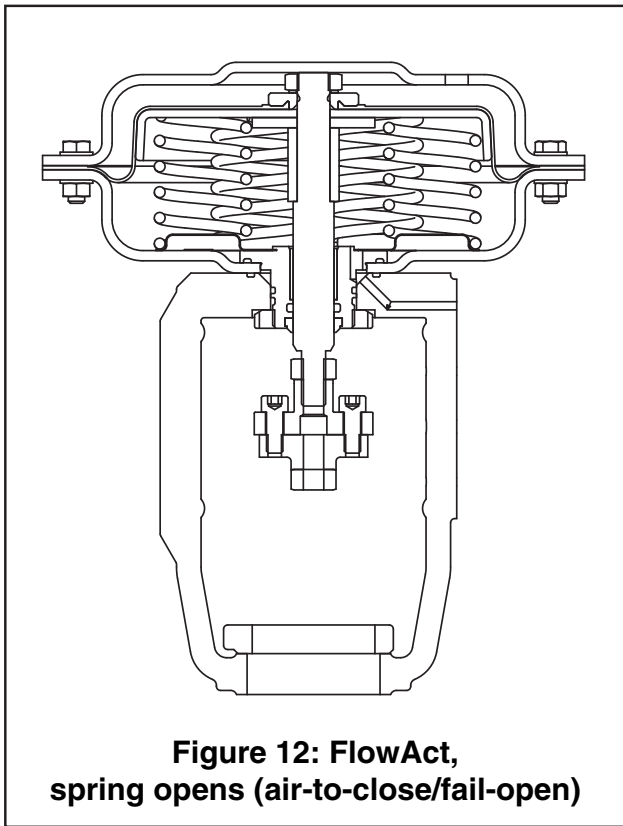
 **WARNING: If lubricant is not used on the seal, seal life will be reduced.**

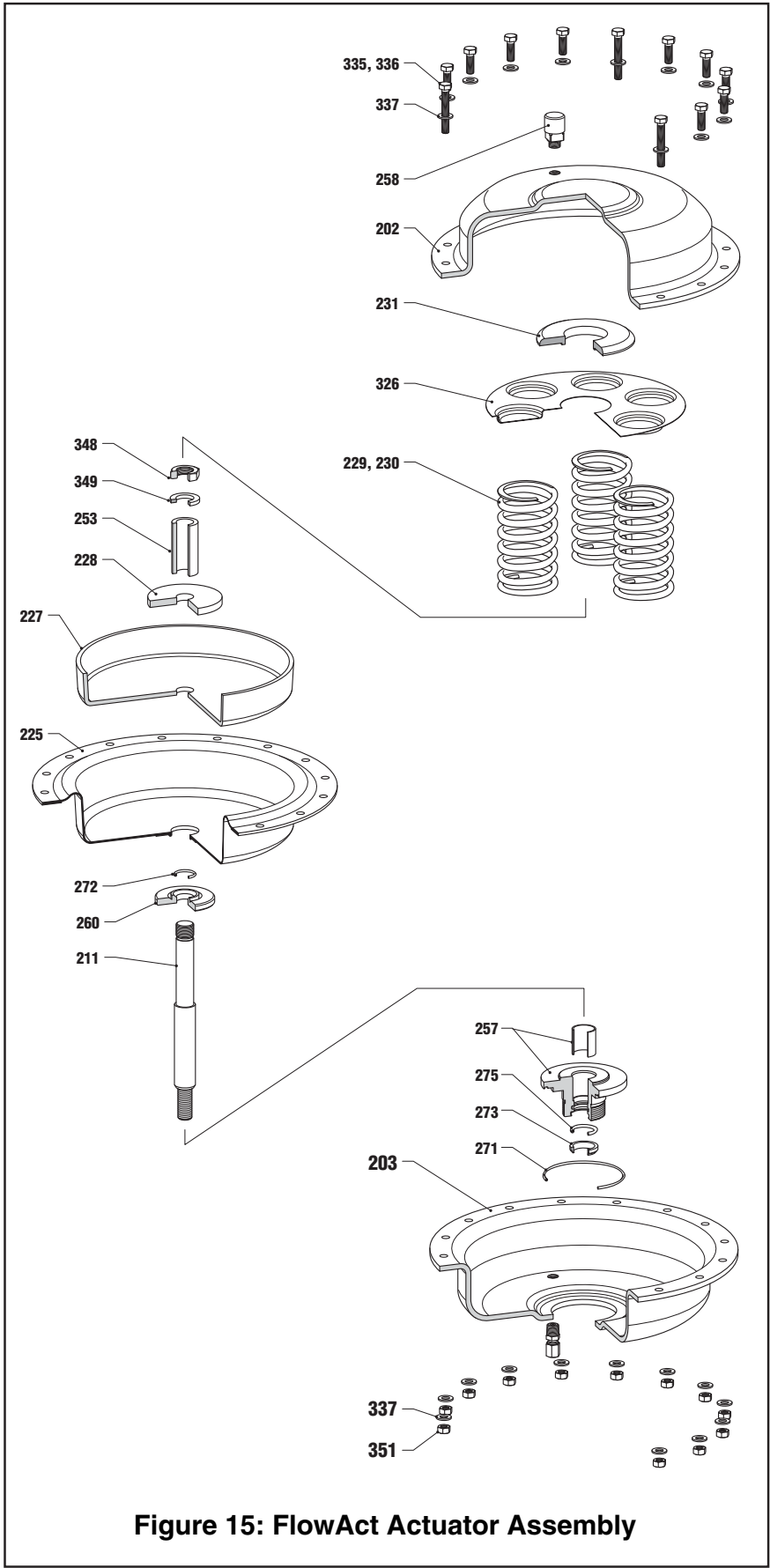
6. Install the seal by pressing it into the bore of the diaphragm case (202). Tapping it slightly with a soft rubber mallet may ease installation.
7. Install the actuator stem (211) through the bottom of the diaphragm case (202).
8. Reassemble the internal parts according to the air action and size.

## ACTUATOR MOUNTING

1. Push the plug into the seat.
2. Mount the actuator to the yoke by inserting the threaded seal assembly through theyoke. Install the actuator nut and tighten it. Next mount the yoke to the bonnet and position the yoke nut.
3. Connect the air supply to the actuator.
4. Set a direct-acting (air-to-close / fail-open) actuator to mid-stroke by adjusting the air supply pressure.
5. For reverse-acting (air-to-open / fail-closed) actuators, apply the minimum air supply pressure to the actuator (listed on the name plate) to position the actuator stem to its minimum setting.
6. Connect the plug stem (50) and the actuator stem (211) at the set position using the stem clamp (249) with the plug in the fully CLOSED position. While connecting the stem clamp with the stem clamp bolts, install the stroke indicator (248).
7. Tighten the post yoke nut (349).
8. If necessary, adjust stroke plate (213) while the valve is fully CLOSED.







**Figure 15: FlowAct Actuator Assembly**

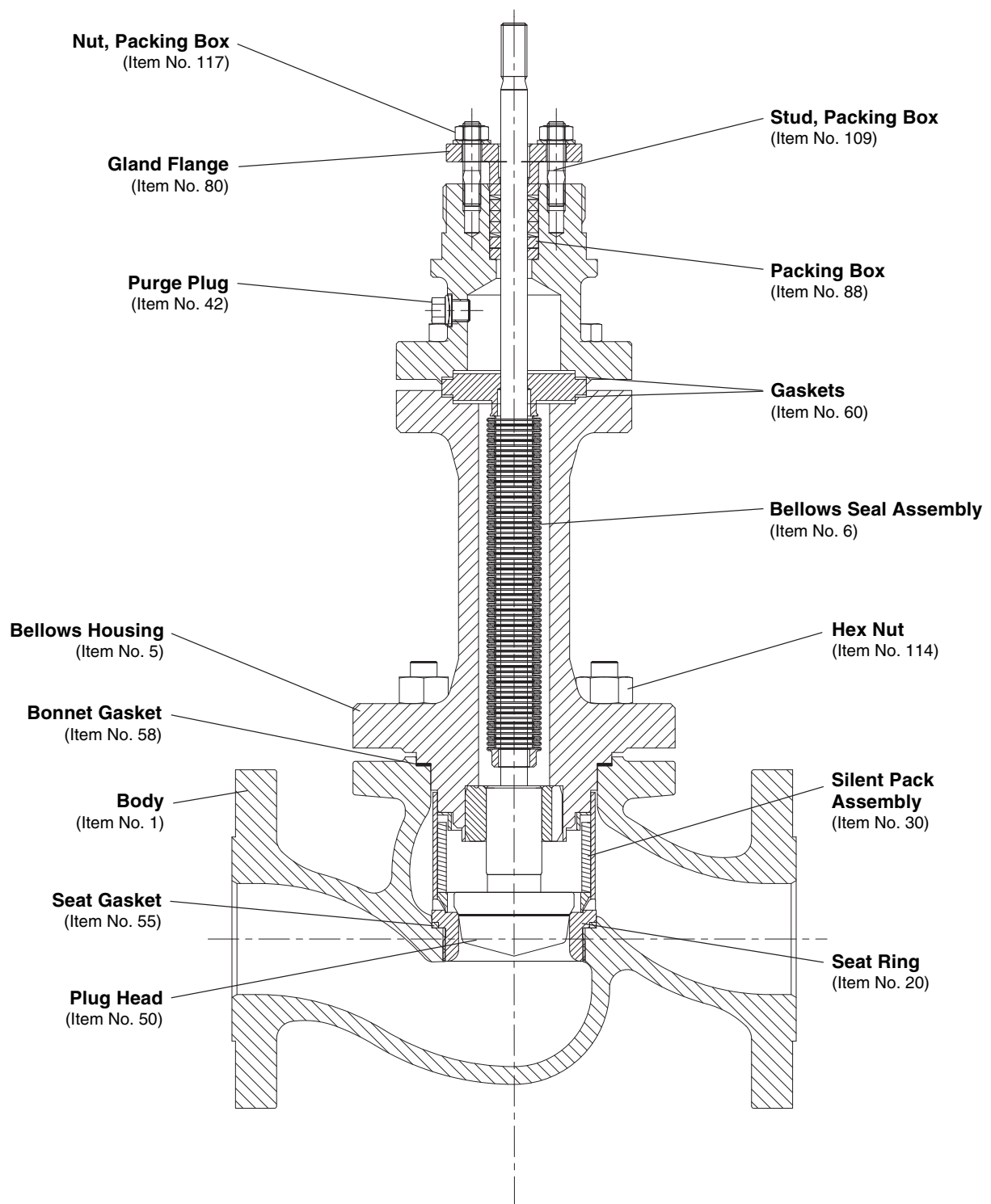
**Table VIII: Parts List**

Part	Designation	Materials
203	Diaphragm Casing	1.0322 <sup>2</sup>
202	Diaphragm Casing	1.0322 <sup>2</sup>
335, 336	Hexagon Bolt	A2-70
351	Hexagon Nut	A2-70
337	Plain Washer	A2
257	Guide Bush	1.0736 <sup>1</sup>
	Plain Bearing	-
271	O-Ring	NBR 70
275	O-Ring	NBR 70
273	Scraper Ring	NBR 90
211	Stem	1.4571
253	Spacer Bush	1.0308 <sup>1</sup>
228	Disk	1.0736 <sup>1</sup>
227	Diaphragm Plate	1.0332 <sup>1</sup>
225	Diaphragm	NBR 60
272	O-Ring	NBR 70
260	Thrust Washer	1.0736 <sup>1</sup>
349	Lock Washer	Federstahl
348	Hexagon Nut	17H <sup>1</sup>
229, 230	Actuator Spring	1.7102
231	Distance Plate3	1.0736 <sup>1</sup>
326	Spring Adjusting Plate	1.0330.03 <sup>1</sup>
258	Vent Plug	Polyamid

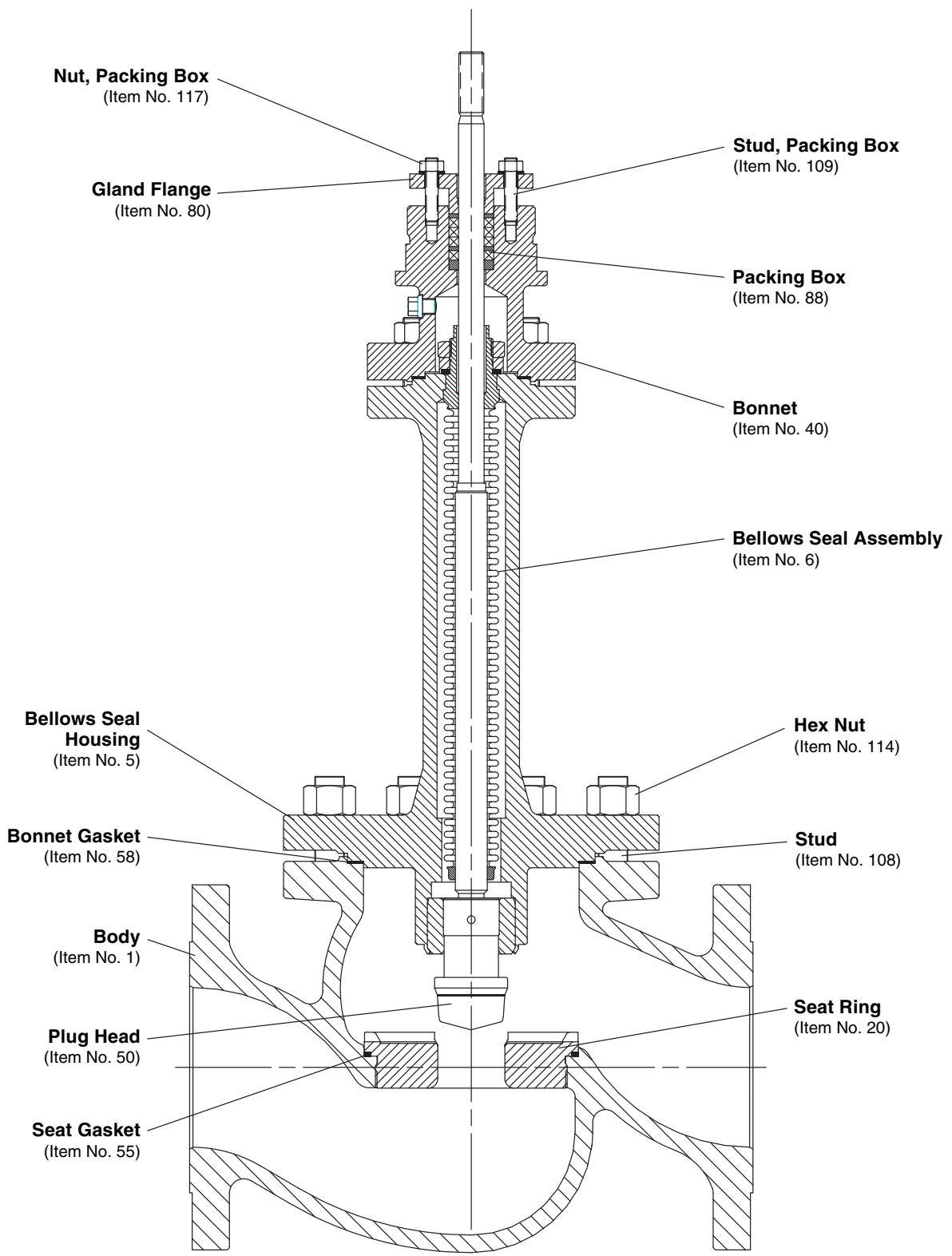
<sup>1</sup> chromatised acc. to DIN 50 961 Fe/Zn 12C

<sup>2</sup> powder coating





**Figure 16: Bellow 2 inches and smaller  
(shown with a Silent Pac Low Noise Baffle)**



**Figure 17: Bellows 3-4 inches**

## Air Supply Connection

For actuators without positioners, control air is connected directly to the air supply port of the appropriate actuator housing: for direct-acting actuators (air-to-close / fail-open) to the upper housing and for reverse-acting actuators (air-to-open / fail-close) to the lower actuator housing. The air connections for tandem actuators are illustrated in Figure 12.

For actuators with positioners, the air piping is factory installed depending on the required action direction. In the field, only the air supply needs to be connected to the positioner or to the air filter regulator.

The threads of the actuator supply ports are 0.25-inch NPT. Other air connections are available on request.

### Troubleshooting FlowTop Control Valves

Problem	Probable Cause	Corrective Action
Stem motion impeded	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overtightened packing</li> <li>2. Service temperature is beyond operating limits of trim design</li> <li>3. Inadequate air supply</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adjust packing box nuts to slightly over finger-tight</li> <li>2. Reconfirm service conditions and contact factory</li> <li>3. Check for leaks in air supply or instrument signal system; tighten loose connections and replace leaky lines, verify spring set values</li> </ol>
Excessive leakage	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Malfunctioning positioner</li> <li>2. Improperly tightened bonnet flange bolting</li> <li>3. Worn or damaged seat ring</li> <li>4. Inadequate actuator thrust</li> <li>5. Incorrectly adjusted plug</li> <li>6. Incorrectly adjusted zero adjustment locknut</li> <li>7. Improper handwheel adjustment acting as a limitstop</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refer to positioner maintenance instruction manual</li> <li>2. Refer to <i>Preventive Maintenance</i> and Table II section for correct tightening procedure</li> <li>3. Disassemble valve and replace or repair seat ring, follow procedure in <i>Replacing Plug and Seat</i></li> <li>4. Check for adequate air supply to actuator; verify spring set values; if air supply is adequate, reconfirm service conditions and contact factory</li> <li>5. Refer to <i>Stroke Length Adjustment</i> for correct plug adjustment</li> <li>6. Recalibrate positioner (see Step 1)</li> <li>7. Adjust handwheel until plug seats properly</li> </ol>
Inadequate flow	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Improper plug adjustment, limiting stroke</li> <li>2. Malfunctioning positioner</li> <li>3. Service conditions exceed trim design capacity</li> <li>4. Insufficient air supply pressure</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refer to <i>Stroke Length Adjustment</i> for correct plug adjustment</li> <li>2. Refer to positioner maintenance IOM</li> <li>3. Verify service conditions and consult factory</li> <li>4. Verify air supply requirements, spring set values</li> </ol>
Plug slams	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incorrect flow direction</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install valve in flow-under direction</li> </ol>
Valve does not fail in correct position	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incorrect flow direction</li> <li>2. Wrong failure direction</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconfirm direction and, if necessary, correct flow direction through valve</li> <li>2. Reverse spring failure direction on actuator; refer to <i>Reversing the Actuator Action</i></li> </ol>



# Installation, Operation, Maintenance Instructions

Flowserve Corporation has established industry leadership in the design and manufacture of its products. When properly selected, this Flowserve product is designed to perform its intended function safely during its useful life. However, the purchaser or user of Flowserve products should be aware that Flowserve products might be used in numerous applications under a wide variety of industrial service conditions. Although Flowserve can (and often does) provide general guidelines, it cannot provide specific data and warnings for all possible applications. The purchaser/user must therefore assume the ultimate responsibility for the proper sizing and selection, installation, operation and maintenance of Flowserve products. The purchaser/user should read and understand the Installation Operation Maintenance (IOM) instructions included with the product, and train its employees and contractors in the safe use of Flowserve products in connection with the specific application.

While the information and specifications presented in this literature are believed to be accurate, they are supplied for informative purposes only and should not be considered certified or as a guarantee of satisfactory results by reliance thereon. Nothing contained herein is to be construed as a warranty or guarantee, express or implied, regarding any matter with respect to this product. Because Flowserve is continually improving and upgrading its product design, the specifications, dimensions and information contained herein are subject to change without notice. Should any question arise concerning these provisions, the purchaser/user should contact Flowserve Corporation at any of its world-wide operations or offices.

For more information, contact:

For more information about Flowserve and its products, contact [www.flowserve.com](http://www.flowserve.com) or call USA 972 443 6500.

**Manufacturing Facilities**

1350 N. Mt. Springs Prkwy.  
Telephone 412 787 8803  
Facsimile 412 787 1944

Manderscheidstr. 19  
45141 Essen, Germany  
Telephone (49) 2 01 89 19 5  
Facsimile (49) 2 01 891 9600

7, Avenue de la Libération, B.P. 60  
63307 Tiers Cedex, France  
Telephone (33 4) 60 73 80 42 66  
Facsimile (33 4) 73 80 14 24

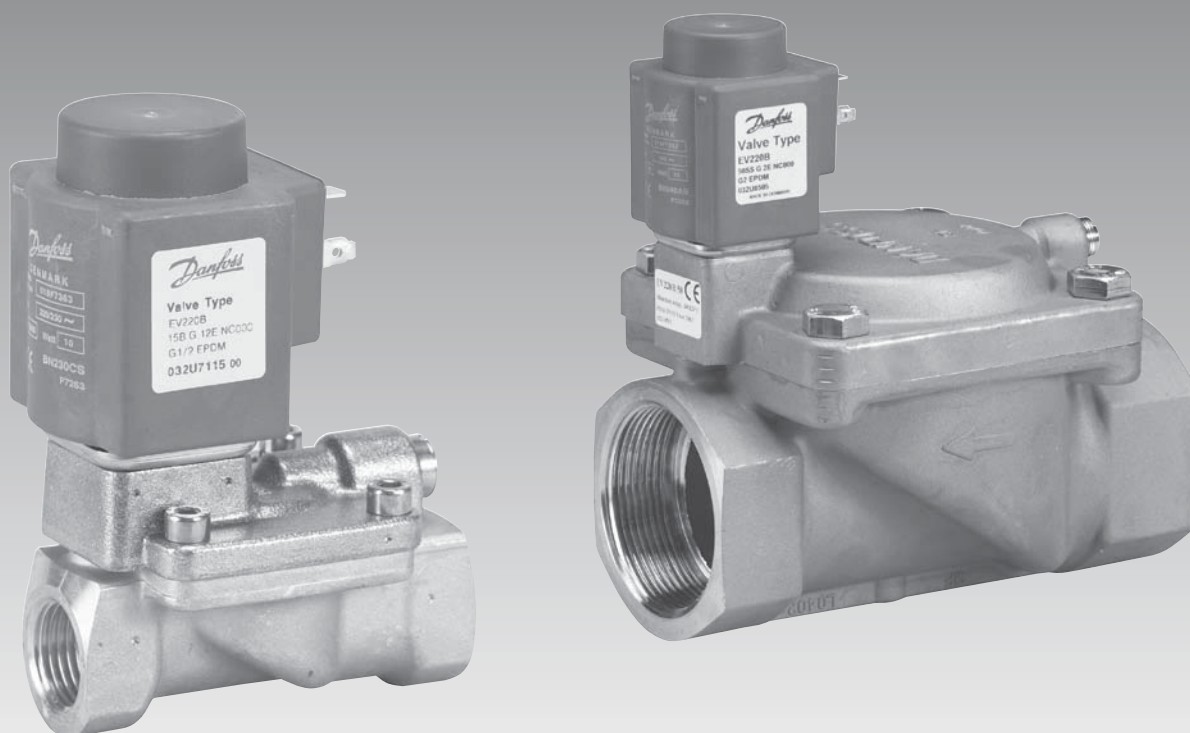
Kasernengasse 6  
A-9500 Villach, Austria  
Telephone (43) 4242 41181  
Facsimile (43) 4242 41181-50

**Quick Response Centers**

5114 Railroad Street  
Deer Park, TX 77536 USA  
Telephone 281 479 9500  
Facsimile 281 479 8511



**Anexo G. Hoja Característica de la Válvula Solenoide de Caudal EV220B  
15B**



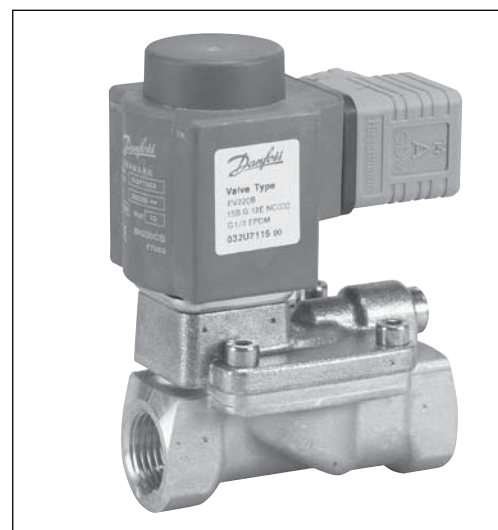
## **Solenoid valves 2/2-way servo-operated type EV220B 15-50**

Contents	Page
<b>EV220B 15-50B Normally Closed (NC)</b>	
Introduction.....	3
Features.....	3
Approvals.....	3
Technical data.....	4
Function.....	4
Ordering.....	5
<b>EV220B 15-50B Normally Open (NO)</b>	
Function.....	6
Ordering.....	6
<b>EV220B 15-50BD for slightly aggressive liquids and gases Normally Closed (NC)</b>	
Features.....	7
Technical data.....	7
Ordering.....	7
<b>EV220B 15-50SS Normally Closed (NC)</b>	
Features.....	8
Technical data.....	8
Ordering.....	9
Coil options.....	9
Dimensions and weight.....	10
<b>-Accessories</b>	
Manual override unit.....	11
Isolating diaphragm kit.....	11
Equalizing orifice.....	11
<b>-Spare parts</b>	
Spare parts kit NC.....	12
Spare parts kit NO.....	12

**Introduction**

EV220B 15-50 is a universal indirect servo-operated 2/2 way solenoid valve program. Valve body in brass, dezincification resistant brass and stainless steel ensures that a broad variety of applications can be covered.

EV220B 15-50 valves are supplied complete or as separate components i.e valve body and coil, can be ordered separately.


**Features**

- For robust industrial application
- For water, steam, oil, compressed air and gases
- Flow range for water: 2.2 to 160 m<sup>3</sup>/h
- Differential pressure: Up to 16 bar
- Viscosity: Up to 50 cSt
- Ambient temperature: Up to +80°C
- Media temperature from -30°C to +140°C
- Coil enclosure: Up to IP 67
- Thread connections: From G ½ to G 2
- Water hammer damped
- Built in filter for protection of pilot system
- Adjustable closing time available (see page 11)
- Also available with NPT thread. Please contact Danfoss.

**Approvals**

EPDM versions in Normally Closed (NC) valves are WRAS approved.

Pressure Equipment Directive (PED) 97/23/EC

ATTESTATION DE CONFORMITE SANITAIRE, ACS	
Body material B = Brass with EPDM seal material	Body material SS = Stainless steel with EPDM seal material
EV220B 15B	EV220B 15SS
EV220B 20B	EV220B 20SS
EV220B 25B	EV220B 25SS
EV220B 32B	EV220B 32SS
EV220B 40B	EV220B 40SS
EV220B 50B	EV220B 50SS



Versions with UL approval can be supplied to order.

PAŃSTWOWY ZAKŁAD HIGIENY, PZH		
Body material B = Brass with EPDM seal material	Body material SS = Stainless steel with EPDM seal material	Body material BD = Dezincification resistant brass with EPDM seal material
EV220B 15B	EV220B 15SS	EV220B 15BD
EV220B 20B	EV220B 20SS	EV220B 20BD
EV220B 25B	EV220B 25SS	EV220B 25BD
EV220B 32B	EV220B 32SS	EV220B 32BD
EV220B 40B	EV220B 40SS	EV220B 40BD
EV220B 50B	EV220B 50SS	EV220B 50BD



**Technical data**

Main type	EV220B 15B	EV220B 20B	EV220B 25B	EV220B 32B	EV220B 40B	EV220B 50B
Installation	Optional, but vertical solenoid system is recommended.					
Pressure range	EPDM/NBR: 0.3 - 16 bar		0.3 - 10 bar for liquids on NO versions			
	FKM:		0.3 - 10 bar			
Max. test pressure	25 bar					
Time to open <sup>1)</sup>	40 ms	40 ms	300 ms	1000 ms	1500 ms	5000 ms
Time to close <sup>1)</sup>	350 ms	1000 ms	1000 ms	2500 ms	4000 ms	10000 ms
Ambient temperature	Type: BA 9 W ac/15 W dc Up to + 40°C Type: BB 10 W ac/18 W dc Up to + 80°C Type: BE 10 W ac/18 W dc (IP67) Up to + 80°C Type: BG 12 W ac/20 W dc Up to + 80°C Type: BO 10 W ac/10 W dc Up to + 40°C Type: BP 16 W dc Up to + 55°C					
Medium temperature	EPDM: -30 - + 120°C and +140°C / 4 bar ( low pressure steam) FKM: 0 - +100°C and +60°C for water NBR: -10 - +90°C					
Viscosity	max. 50 cSt					
Materials	Valve body: Brass..... W.no. 2.0402 Armature: Stainless Steel, W.no. 1.4105/AISI 430 FR Armature tube: Stainless Steel, W.no. 1.4306/AISI 304 L Armature stop: Stainless Steel, W.no. 1.4105/AISI 430 FR Springs Stainless Steel, W.no. 1.4310/AISI 301 O-rings: EPDM, FKM or NBR Valve plate: EPDM, FKM or NBR Diaphragm: EPDM, FKM or NBR					

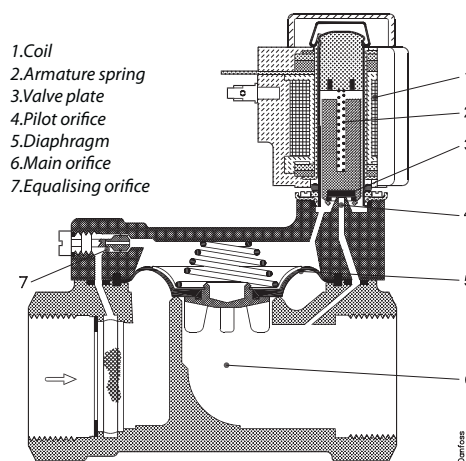
<sup>1)</sup> The times are indicative and apply to water. The exact times will depend on the pressure conditions. Closing times can be changed by replacement of the equalising orifice.

**Function NC**
*Coil voltage disconnected (closed):*

When the voltage is disconnected, the valve plate (3) is pressed down against the pilot orifice (4) by the armature spring (2). The pressure across the diaphragm (5) is built up via the equalising orifice (7). The diaphragm closes the main orifice (6) as soon as the pressure across the diaphragm is equivalent to the inlet pressure. The valve will be closed for as long as the voltage to the coil is disconnected.

*Coil voltage connected (open):*

When voltage is applied to the coil (1), the pilot orifice (4) is opened. As the pilot orifice is larger than the equalising orifice (7), the pressure across the diaphragm (5) drops and therefore it is lifted clear of the main orifice (6). The valve is now open for unimpeded flow and will be open for as long as the minimum differential pressure across the valve is maintained, and for as long as there is voltage to the coil.



**Ordering NC**

Conne- ction ISO228/1	Seal material	k <sub>v</sub> - value [m <sup>3</sup> /h]	Media temp.		Type designation		Pressure range all coil types		Code no. without coil	
			Min. [°C]	Max. [°C]	Main type	Specification	Min. [bar]	Max. <sup>6)</sup> [bar]		
G ½	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	4	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 15B	G 12E NC000	0.3	16	<b>032U7115</b>	
			-10	+90	EV220B 15B	G 12N NC000		16		<b>032U7170</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 15B	G 12F NC000		10		
G ¾	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	8	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 20B	G 34E NC000	0.3	16	<b>032U7120</b>	
			-10	+90	EV220B 20B	G 34N NC000		16		<b>032U7171</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 20B	G 34F NC000		10		
G 1	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	11	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 25B	G 1E NC000	0.3	16	<b>032U7125</b>	
			-10	+90	EV220B 25B	G 1N NC000		16		<b>032U7172</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 25B	G 1F NC000		10		
G 1 ¼	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	18	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 32B	G 114E NC000	0.3	16	<b>032U7132</b>	
			-10	+90	EV220B 32B	G 114N NC000		16		<b>032U7173</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 32B	G 114F NC000		10		
G 1 ½	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	24	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 40B	G 112E NC000	0.3	16	<b>032U7140</b>	
			-10	+90	EV220B 40B	G 112N NC000		16		<b>032U7174</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 40B	G 112F NC000		10		
G 2	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	40	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 50B	G 2E NC000	0.3	16	<b>032U7150</b>	
			-10	+90	EV220B 50B	G 2N NC000		16		<b>032U7175</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 50B	G 2F NC000		10		

<sup>1)</sup>EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140° C / 4 bar).

<sup>2)</sup>NBR is suitable for oil, water and air

<sup>3)</sup>FKM is suitable for oil and air. For water at max. +60 °C

<sup>4)</sup>Low pressure steam, 4 bar:Max. +140°C

BA ac/dc and BB/BE dc coils: Max. +100°C

BO and BP coils: Max. +90°C

<sup>5)</sup>For water: Max. +60°C

BO and BP coils: Max. +90°C

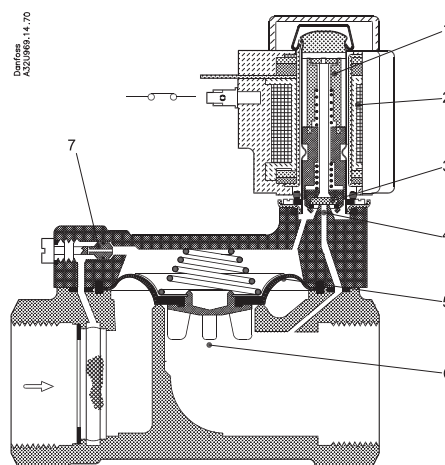
<sup>6)</sup>For higher differential pressure than stated, please contact Danfoss.

**Function NO**
*Coil voltage disconnected (open):*

When the voltage to the coil (2) is disconnected, the pilot orifice (4) is open. As the pilot orifice is larger than the equalising orifice (7), the pressure across the diaphragm (5) drops and therefore it is lifted clear of the main orifice (6). The valve will be open for as long as the minimum differential pressure across the valve is maintained, and for as long as the voltage to the coil is disconnected.

*Coil voltage connected (closed):*

When voltage is applied to the coil, the valve plate (3) is pressed down against the pilot orifice (4). The pressure across the diaphragm (5) is built up via the equalising orifice (7). The diaphragm closes the main orifice (6) as soon as the pressure across the diaphragm is equivalent to the inlet pressure. The valve will be closed for as long as there is voltage to the coil.



1. Armature  
2. Coil  
3. Valve plate  
4. Pilot orifice  
5. Diaphragm  
6. Main orifice  
7. Equalising orifice

**Ordering NO**

Connection ISO228/1	Seal material	k <sub>v</sub> -value [m <sup>3</sup> /h]	Media temp.		Type designation		Pressure range all coil types		Code no. without coil	
			Min. [°C]	Max. [°C]	Main type	Specification	Min. [bar]	Max. <sup>6)</sup> [bar] <sup>7)</sup>		
G ½	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	4	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 15B	G 12E NO000	0.3	16	<b>032U7117</b>	
			-10	+90	EV220B 15B	G 12N NO000		16		<b>032U7180</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 15B	G 12F NO000		10		
G ¾	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	8	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 20B	G 34E NO000	0.3	16	<b>032U7122</b>	
			-10	+90	EV220B 20B	G 34N NO000		16		<b>032U7181</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 20B	G 34F NO000		10		
G 1	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	11	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 25B	G 1E NO000	0.3	16	<b>032U7127</b>	
			-10	+90	EV220B 25B	G 1N NO000		16		<b>032U7182</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 25B	G 1F NO000		10		
G 1 ¼	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	18	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 32B	G 114E NO000	0.3	16	<b>032U7134</b>	
			-10	+90	EV220B 32B	G 114N NO000		16		<b>032U7183</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 32B	G 114F NO000		10		
G 1 ½	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	24	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 40B	G 112E NO000	0.3	10	<b>032U7142</b>	
			-10	+90	EV220B 40B	G 112N NO000		10		<b>032U7184</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 40B	G 112F NO000		10		
G 2	EPDM <sup>1)</sup> NBR <sup>2)</sup> FKM <sup>3)</sup>	40	-30	+120 <sup>4)</sup>	EV220B 50B	G 2E NO000	0.3	10	<b>032U7152</b>	
			-10	+90	EV220B 50B	G 2N NO000		10		<b>032U7185</b>
			0	+100 <sup>5)</sup>	EV220B 50B	G 2F NO000		10		

<sup>1)</sup>EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140° C / 4 bar).

<sup>2)</sup>NBR is suitable for oil, water and air

<sup>3)</sup>FKM is suitable for oil and air. For water at max. +60 °C

<sup>4)</sup>Low pressure steam, 4 bar: Max. +140°C

BA ac/dc and BB/BE dc coils: Max. +100°C

BO and BP coils: Max. +90°C

<sup>5)</sup>For water: Max. +60°C

BO and BP coils: Max. +90°C

<sup>6)</sup>For higher differential pressure than stated, please contact Danfoss.

<sup>7)</sup>Only 10 bars on liquids

**Features**

**EV220BD for slightly aggressive liquids and gases.**

- For robust industrial application
- For neutral and slightly aggressive liquids and gases.
- Contact Danfoss if you are in doubt about the valve's suitability for the medium in question.
- Differential pressure: Up to 16 bar
- Viscosity: Up to 50 cSt
- Ambient temperature: Up to +80°C
- Media temperature: from -30 to +140°C
- Coil enclosure: Up to IP 67
- Thread connections: From G ½ to G 2
- Water hammer damped
- Built in filter for protection of pilot system

**Technical data**

Main type	EV220B 15BD	EV220B 20BD	EV220B 25BD	EV220B 32BD	EV220B 40BD	EV220B 50BD
Installation	Optional, but vertical solenoid system is recommended.					
Pressure range	EPDM: 0.3 - 16 bar					
Max. test pressure	25 bar					
Time to open <sup>1)</sup>	40 ms	40 ms	300 ms	1000 ms	1500 ms	5000 ms
Time to close <sup>1)</sup>	350 ms	1000 ms	1000 ms	2500 ms	4000 ms	10000 ms
Ambient temperature	Type: BA 9 W ac/15 W dc Type: BB 10W ac/18 W dc Type: BE 10 W ac/18 W dc (IP67)		Up to + 40°C Up to + 80°C Up to + 80°C			
	Type: BG 12 W ac/20 W dc Type: BO 10 W ac/10 W dc Type: BP 16 W dc		Up to + 80°C Up to + 40°C Up to + 55°C			
Medium temperature	EPDM: -30 - + 120°C and +140°C / 4 bar ( low pressure steam)					
Viscosity	max. 50 cSt					
Materials	Valve body: Dezincification resistant brass CuZn36Pb2As/CZ132 Armature: Stainless Steel,..... W.no. 1.4105/AISI 430 FR Armature tube: Stainless Steel,..... W.no. 1.4306/AISI 304 L Armature stop: Stainless Steel,..... W.no. 1.4105/AISI 430 FR Springs: Stainless Steel,..... W.no. 1.4310/AISI 301 Orifices: Stainless Steel,..... W.no. 1.4404/AISI 316L Valve seat: Stainless Steel,..... W.no. 1.4404/AISI 316L O-rings: EPDM Valve plate: EPDM Diaphragm: EPDM					

<sup>1)</sup> The times are indicative and apply to water. The exact times will depend on the pressure conditions. Closing times can be changed by replacement of the equalising orifice.

**Ordering**

Conec-tion ISO 228/1	Seal material	k <sub>v</sub> -value [m <sup>3</sup> /h]	Media temp.		Type designation		Pressure range all coil types		Code no. without coil
			Min. [°C]	Max. [°C]	Maintype	Specification	Min. [bar]	Max. <sup>3)</sup> [bar]	Approved by WRAS
G ½	EPDM <sup>1)</sup>	4	-30	+120 <sup>2)</sup>	EV220B 15BD	G 12E NC000	0.3	16	<b>032U5815</b>
G ¾	EPDM <sup>1)</sup>	8	-30	+120 <sup>2)</sup>	EV220B 20BD	G 34E NC000	0.3	16	<b>032U5820</b>
G 1	EPDM <sup>1)</sup>	11	-30	+120 <sup>2)</sup>	EV220B 25BD	G 1E NC000	0.3	16	<b>032U5825</b>
G 1 ¼	EPDM <sup>1)</sup>	18	-30	+120 <sup>2)</sup>	EV220B 32BD	G 114E NC000	0.3	16	<b>032U5832</b>
G 1 ½	EPDM <sup>1)</sup>	24	-30	+120 <sup>2)</sup>	EV220B 40BD	G 112E NC000	0.3	16	<b>032U5840</b>
G 2	EPDM <sup>1)</sup>	40	-30	+120 <sup>2)</sup>	EV220B 50BD	G 2E NC000	0.3	16	<b>032U5850</b>

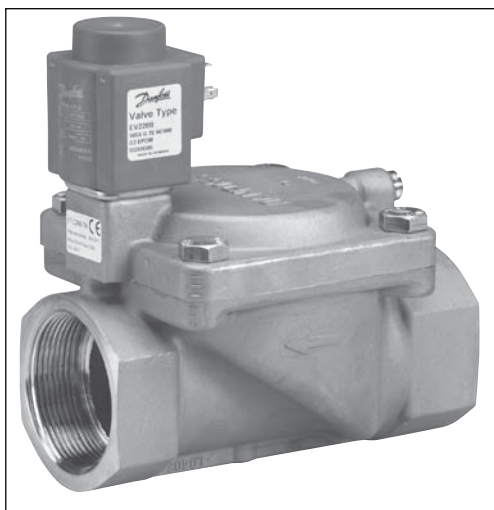
<sup>1)</sup>EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140° C / 4 bar).

<sup>2)</sup> Low pressure steam, 4 bar: Max. +140°C

BA ac/dc and BB/BE dc coils: Max. +100°C

BO and BP coils: Max. +90°C

<sup>3)</sup> For higher differential pressure than started, please contact Danfoss.

**Features**

**EV220B Stainless Steel**

- For robust industrial application
- For neutral and aggressive liquids and gases.
- Contact Danfoss if you are in doubt about the valve's suitability for the medium in question.
- Differential pressure: Up to 16 bar
- Viscosity: Up to 50 cSt
- Ambient temperature: Up to +80°C
- Media temperature: from -30 to +140°C
- Coil enclosure: Up to IP 67
- Thread connections: From G 1/2 to G 2
- Water hammer damped
- Built in filter for protection of pilot system

**Technical data**

Main type	EV220B 15SS	EV220B 20SS	EV220B 25SS	EV220B 32SS	EV220B 40SS	EV220B50SS
Installation	Optional, but vertical solenoid system is recommended.					
Pressure range	EPDM : 0.3 - 16 bar FKM: 0.3 - 10 bar					
Max. test pressure	25 bar					
Time to open <sup>1)</sup>	40 ms	40 ms	300 ms	1000 ms	1500 ms	5000 ms
Time to close <sup>1)</sup>	350 ms	1000 ms	1000 ms	2500 ms	4000 ms	10000 ms
Ambient temperature	Type: BA 9 W ac/15 W dc Up to + 40°C Type: BB 10 W ac/18 W dc Up to + 80°C Type: BE 10 W ac/18 W dc (IP67) Up to + 80°C Type: BG 12 W ac/20 W dc Up to + 80°C Type: BO 10 W ac/10 W dc Up to + 40°C Type: BP 16 W dc Up to + 55°C					
Medium temperature	EPDM: -30 - + 120°C and +140°C / 4 bar ( low pressure steam) FKM: 0 - +100°C and 60°C for water					
Viscosity	max. 50 cSt					
Materials	Valve body: Stainless Steel, W.no. 1.4581/AISI 318 Armature: Stainless Steel, W.no. 1.4105/AISI 430 FR Armature tube: Stainless Steel, W.no. 1.4306/AISI 304 L Armature stop: Stainless Steel, W.no. 1.4105/AISI 430 FR Springs: Stainless Steel, W.no. 1.4310/AISI 301 Orifices: Stainless Steel, W.no. 1.4404/AISI 316 L O-rings: EPDM or FKM Valve plate: EPDM or FKM Diaphragm: EPDM or FKM					

<sup>1)</sup> The times are indicative and apply to water. The exact times will depend on the pressure conditions. Closing times can be changed by replacement of the equalising orifice.

**Ordering**

Conec- tion ISO 228/1	Seal material	k <sub>v</sub> - value	Media temp.		Type designation		Pressure range all coil types		Code no. without coil
			Min. [°C]	Max. [°C]	Maintype	Specification	Min. [bar]	Max. <sup>5)</sup> [bar]	
G ½	EPDM <sup>1)</sup> FKM <sup>2)</sup>	4	-30 0	+120 <sup>3)</sup> +100 <sup>4)</sup>	EV220B 15SS	G 12E NC000	0.3	16 10	<b>032U8500</b> <b>032U8506</b>
					EV220B 15SS	G 12F NC000			
G ¾	EPDM <sup>1)</sup> FKM <sup>2)</sup>	8	-30 0	+120 <sup>3)</sup> +100 <sup>4)</sup>	EV220B 20SS	G 34E NC000	0.3	16 10	<b>032U8501</b> <b>032U8507</b>
					EV220B 20SS	G 34F NC000			
G 1	EPDM <sup>1)</sup> FKM <sup>2)</sup>	11	-30 0	+120 <sup>3)</sup> +100 <sup>4)</sup>	EV220B 25SS	G 1E NC000	0.3	16 10	<b>032U8502</b> <b>032U8508</b>
					EV220B 25SS	G 1F NC000			
G 1 ¼	EPDM <sup>1)</sup> FKM <sup>2)</sup>	18	-30 0	+120 <sup>3)</sup> +100 <sup>4)</sup>	EV220B 32SS	G 114E NC000	0.3	16 10	<b>032U8503</b> <b>032U8509</b>
					EV220B 32SS	G 114F NC000			
G 1 ½	EPDM <sup>1)</sup> FKM <sup>2)</sup>	24	-30 0	+120 <sup>3)</sup> +100 <sup>4)</sup>	EV220B 40SS	G 112E NC000	0.3	16 10	<b>032U8504</b> <b>032U8510</b>
					EV220B 40SS	G 112F NC000			
G 2	EPDM <sup>1)</sup> FKM <sup>2)</sup>	40	-30 0	+120 <sup>3)</sup> +100 <sup>4)</sup>	EV220B 50SS	G 2E NC000	0.3	16 10	<b>032U8505</b> <b>032U8511</b>
					EV220B 50SS	G 2F NC000			

1) EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140° C / 4 bar).  
2)FKM is suitable for oil and air.

For water at max. +60 °C

3) Low pressure steam, 4 bar:Max. +140°C  
BA ac/dc and BB/BE dc coils: Max. +100°C



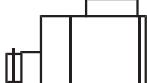

BO and BP coils: Max. +90°C

4) For water: Max. +60°C

BO and BP coils: Max. +90°C

5) For higher differential pressure than stated, please contact Danfoss.

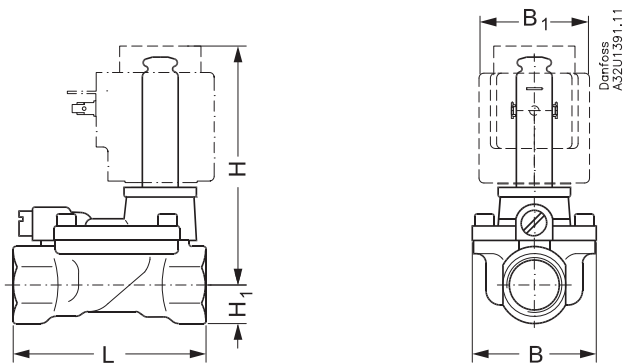
**Coil options**

				<i>Danfoss also offers hum-free coils for noise sensitive applications and EEx m II T4 coils for use in explosion risk areas - please see coil data sheet IC.PD.600.A</i>
Type: BA	Type: BB	Type: BE (IP67)	Type: BG	
9 W ac	10 W ac	10 W ac	12 W ac	
15 W dc	18 W dc	18 W dc	20 W dc	

**Ordering Coils**

See separate data sheet for coils IC.PD.600.A

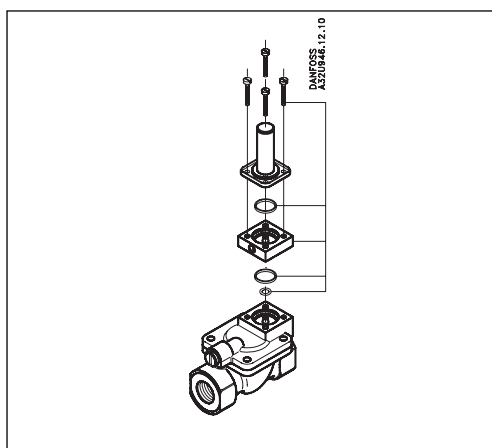
Dimensions and weight



Type	L [mm]	B [mm]	B <sub>1</sub> [mm] Coil type				H <sub>1</sub> [mm]	H [mm]	Weight without coil [Kg]
			BA	BP	BB/BE	BG/BO			
EV220B 15	80.0	52.0	32	45	46	68	15.0	99.0	0.8
EV220B 20	90.0	58.0	32	45	46	68	18.0	103.0	1.0
EV220B 25	109.0	70.0	32	45	46	68	22.0	113.0	1.4
EV220B 32	120.0	82.0	32	45	46	68	27.0	120.0	2.0
EV220B 40	130.0	95.0	32	45	46	68	32.0	129.0	3.2
EV220B 50	162.0	113.0	32	45	46	68	37.0	135.0	4.3

Accessories

Manuel override unit

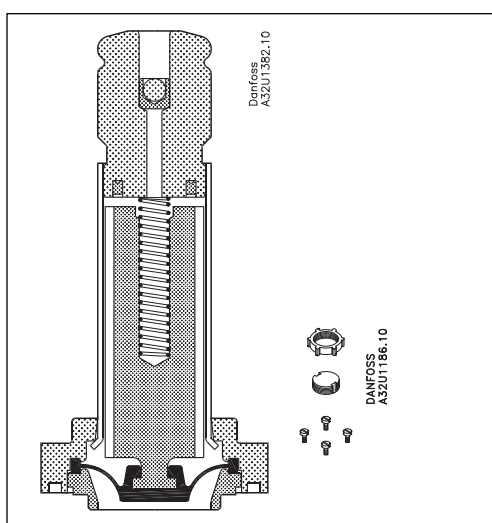


Used for manual override in event of power failure.

**Note:** Valve height is increased by 16 mm.

Material	Code no.
Brass	<b>032U0150</b>
Stainless steel	<b>032U0149</b>

Isolating diaphragm kit



The isolating diaphragm design ensures that no fluid enters the armature area, which gives the following advantages:

The valve is resistant to aggressive fluids, impurities in the fluid and to calcareous and scale deposits.

The kit consists of assembled isolating unit, O-ring, 4 screws, locking button and nut for the coil.

The kit can be used on all EV220B DN 15-50 and EV210B DN 1.5-3 valves.

Seal material	Code no.
EPDM <sup>1)</sup>	<b>042U1009</b>
FKM <sup>2)</sup>	<b>042U1010</b>

<sup>1)</sup>EPDM is suitable for water.

<sup>2)</sup>FKM is suitable for oil and air. For water at max.+60°C

Equalizing orifice

The kit comprises an equalizing orifice including O-ring and gasket. The valve's closing time can be changed by installing an equalizing orifice of a size which deviates from the standard valve:

-A shorter closing time is obtained with a larger orifice (the shorter closing time, the greater risk of water hammering)

-A longer closing time is obtained with a smaller orifice.

Orifice	Seal material	Standard in	Code no.	
			Brass	DZR brass <sup>4)</sup> / Stainless steel
ø 0.5	EPDM <sup>1)</sup>	EV220B 15 EV220B 20	<b>032U0082</b>	<b>032U6310</b>
ø 0.5	FKM <sup>2)</sup>	EV220B 15 EV220B 20	<b>032U0083</b>	<b>032U6313</b>
ø 0.8	EPDM <sup>1)</sup>	EV220B 25 EV220B 32 EV220B 40	<b>032U0084</b>	<b>032U6311</b>
ø 1.2	FKM <sup>2)</sup>	EV220B 25 EV220B 32	<b>032U0085</b>	<b>032U6314</b>
ø 1.2	EPDM <sup>1)</sup>	EV220B 50	<b>032U0086</b>	<b>032U6312</b>
ø 1.4	FKM <sup>2)</sup>	EV220B 40 EV220B 50	<b>032U0087</b>	<b>032U6315</b>
Adjustable	NBR <sup>3)</sup>	-	<b>032U0681</b>	-
Adjustable	EPDM <sup>1)</sup>	-	<b>032U0682</b>	-
Adjustable	FKM <sup>2)</sup>	-	<b>032U0683</b>	-

1) Approved by WRAS.  
Approved by Attestation de Conformite Sanitaire (ACS)  
EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140°C / 4 bar)

2) FKM is suitable for oil and air.  
For water at max. +60°C.

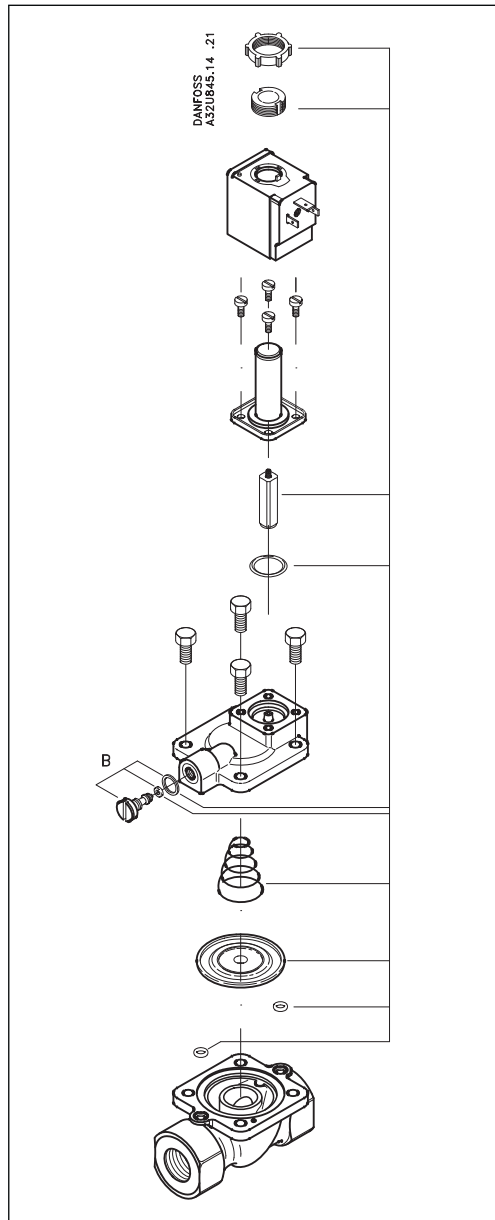
3) NBR is suitable for oil, water and air.

4) Dezincification resistant brass.



Spare parts

Spare parts kit (NC)



The kit comprises a locking button and nut for the coil, armature with valve plate and spring, O-ring for the armature tube, spring and diaphragm, two O-rings for the pilot system, and an O-ring and gasket for the equalising orifice.

Brass versions		
Type	Seal material	Code no.
EV220B 15	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U1071</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U1072</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U6013</b>
EV220B 20	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U1073</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U1074</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U6014</b>
EV220B 25	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U1075</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U1076</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U6015</b>
EV220B 32	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U1077</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U1078</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U6016</b>
EV220B 40	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U1079</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U1080</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U6017</b>
EV220B 50	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U1081</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U1082</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U6018</b>

DZR brass <sup>4)</sup> and stainless steel versions		
Type	Seal material	Code no.
EV220B 15	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U6320</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U6326</b>
EV220B 20	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U6321</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U6327</b>
EV220B 25	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U6322</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U6328</b>
EV220B 32	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U6323</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U6329</b>
EV220B 40	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U6324</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U6330</b>
EV220B 50	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U6325</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U6331</b>

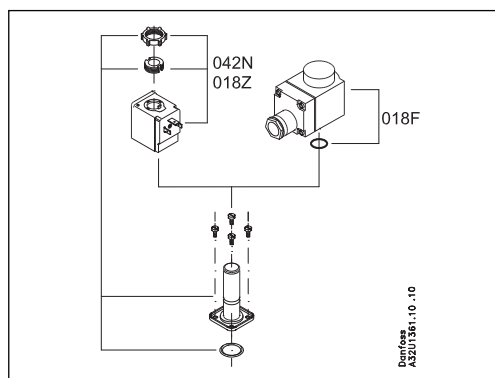
<sup>1)</sup> Approved by WRAS.  
Approved by Attestation de Conformite Sanitaire (ACS)  
EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140°C / 4 bar).

<sup>2)</sup>FKM is suitable for oil and air. For water at max. +60°C

<sup>3)</sup>NBR is suitable for oil, water and air

<sup>4)</sup>Dezincification resistant brass

Spare parts kit (NO)



The kit comprises a locking button and nut for the coil, Armature unit assembly, O-ring for the armature unit.

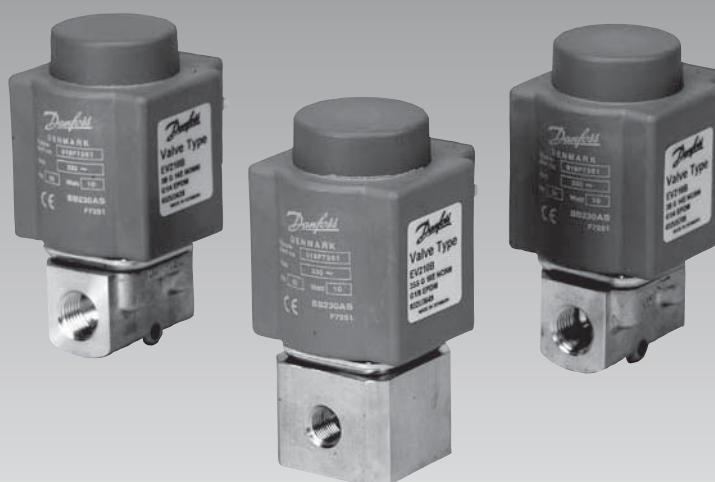
Type	Seal material	Code no.
EV220B 15-50	EPDM <sup>1)</sup>	<b>032U0296</b>
	FKM <sup>2)</sup>	<b>032U0295</b>
	NBR <sup>3)</sup>	<b>032U0299</b>

<sup>1)</sup>EPDM is suitable for water and steam (steam max. +140°C / 4 bar).

<sup>2)</sup>FKM is suitable for oil and air. For water at max. +60°C

<sup>3)</sup>NBR is suitable for oil, water and air.

**Anexo H. Hoja Característica de la Válvula Solenoide de Caudal EV210B  
2.0B**



## **Solenoid valves 2/2-way direct operated type EV210B**

## Contents

	Page
<b>EV210B 1.5-25B Normally Closed (NC)</b>	
Introduction.....	3
Features.....	3
Approvals.....	3
Technical data.....	4
Function.....	4
Ordering.....	5
Coil options.....	6
Dimensions and weight.....	6
<b>EV210B 1.5-4.5B Normally Open (NO)</b>	
Features.....	7
Technical data.....	7
Function.....	7
Ordering.....	8
Dimensions and weight.....	8
<b>EV210B 1.5-4.5SS Normally Closed (NC)</b>	
Features.....	9
Technical data.....	9
Function.....	9
Ordering.....	10
Dimensions and weight.....	10
Accessories.....	11
Spare parts kit.....	11

**Introduction**

EV210B covers a wide range of direct-operated 2/2-way solenoid valves for universal use. EV210B is a real robust valve program with high performance and can be used in all kind of tough working conditions.

EV210B valves are supplied complete or as separate components i.e. valve body and coil, can be ordered separately.


**Features**

- For robust industrial applications, such as control and dosage.
- For water, oil, compressed air and similar neutral media.
- Differential pressure: Up to 30 Bar
- Ambient temperature: Up to +80°C
- Coil enclosure : Up to IP 67
- Tread connections: G 1/8 to G 1
- Viscosity: Up to 50 cSt
- $k_v$  value up to 8.0 m<sup>3</sup>/h
- Also available with NPT thread. Please contact Danfoss.
- The valves can be used for rough vacuum.

**Approvals**

EPDM versions up to DN 3.0 are WRAS approved.

Pressure Equipment Directive (PED) 97/23/EC



Versions with UL approval can be supplied to order.

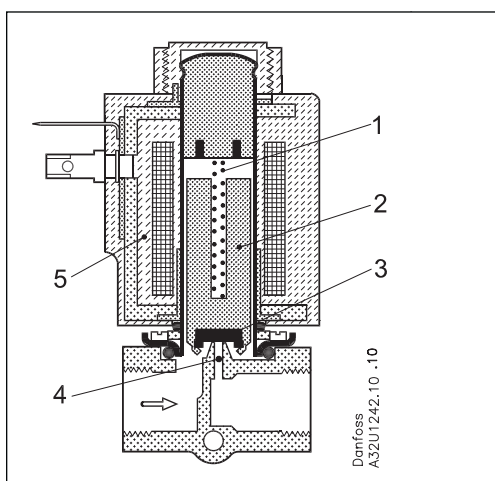
ATTESTATION DE CONFORMITE SANITAIRE , ACS	
Body material B = Brass with EPDM seal material	Body material SS= Stainless steel
EV210B 1,5B EV210B 2 B EV210B 3B EV210B 4,5B EV210B 6B EV210B 8B EV210B 10B	EV210B 1,5 SS EV210B 2 SS EV210B 3 SS EV210B 4,5 SS

PAŃSTWOWY ZAKŁAD HIGIENY, PZH
Body material B = Brass with EPDM seal material
EV210B 1,5B EV210B 2 B EV210B 3B

**Technical data**

Type	EV210B 1,5 - 2B	EV210B 3 - 4,5B	EV210B 6B	EV210B 8 - 10B	EV210B 15B	EV210B 20B	EV210B 25B
Installation	Optional, but vertical solenoid system is recommended						
Pressure range	0 - 30 bar						
Max. test pressure	50 bar	50 bar	50 bar	50bar	12 bar	12 bar	12 bar
Tightness	Internally: Better than 8.3 x 10 <sup>-2</sup> mbar l/sec (5ccm air per min.) Externally: Better than 1 x 10 <sup>-3</sup> mbar l/sec (100% H <sub>2</sub> )						
Tme to open <sup>1)</sup>	10 ms	20 ms	20ms	20 ms	30 ms	40 ms	40 ms
Time to close <sup>1)</sup>	20 ms	20 ms	20 ms	30 ms	50ms	50 ms	70 ms
Ambeint temperature	Max. +80°C (depending on coil type, see for the coil selected)						
Medium temperature	See specific valve data						
Viscosity	Max. 50 cSt						
Materials	Valve body: Brass,.....W.no.2.0402 Armature: Stainless Steel, W.no.1.4105 / ASIS 430FR Armature tube:Stainless Steel, W.no.1.4306 / ASIS 304L Armature stop: Stainless Steel, W.no.1.4105 / ASIS 430FR Springs: Stainless Steel, W.no.1.4306 / ASIS 301 Seal material: See specific data under ordering						

1) The times are indicative and apply to water. The exact times will depend on the pressure conditions.

**Function**

**Coil voltage disconnected (closed):**

When the voltage to the coil (5) is disconnected, the armature (2) with the valve plate (3) is pressed down against the valve orifice (4) by the closing spring (1) and the medium's pressure.

The valve will be closed for as long as the voltage to the coil is disconnected.

**Coil voltage connected (open):**

When voltage is applied to the coil(5), the armature (2) with the valve plate (3) is lifted clear of the valve orifice (4).

The valve is now open for unimpeded flow and will be open for as long as there is voltage to the coil.

**Ordering**
**EV210B NC versions for AC and DC current:  
Brass bodies**

Conn. ISO 228/1	Seal material	k <sub>v</sub> value [m <sup>3</sup> /h]	DN [mm]	Media temp		Type designation		Code no. without coil	Permissible differential pressure(bar)/Coil type <sup>2)</sup>							
				Min. °C	Max. °C	Main type	Specification		BA		BD		BB		BG	
									9W a.c.	15W d.c.	15W a.c.	10W a.c.	18W d.c.	12W a.c.	20W d.c.	
G 1/8	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.08 0.08	1.5 1.5	-30 -10	+120 +100	EV210B 1.5B EV210B 1.5B	G 18E NC000 G 18F NC000	<b>032U5701</b> <b>032U5702</b>	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.15 0.15	2.0 2.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 2.0B EV210B 2.0B	G 18E NC000 G 18F NC000	<b>032U5714</b> <b>032U5704</b>	30 30	20 20	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.30 0.30	3.0 3.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 3.0B EV210B 3.0B	G 18E NC000 G 18F NC000	<b>032U5705</b> <b>032U5706</b>	15 15	9 9	24 24	20 20	13 13	30 30	25 25	
G 1/4	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.08 0.08	1.5 1.5	-30 -10	+120 +100	EV210B 1.5B EV210B 1.5B	G 14E NC000 G 14F NC000	<b>032U3628</b> <b>032U3629</b>	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.15 0.15	2.0 2.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 2.0B EV210B 2.0B	G 14E NC000 G 14F NC000	<b>032U5707</b> <b>032U5708</b>	30 30	20 20	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.30 0.30	3.0 3.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 3.0B EV210B 3.0B	G 14E NC000 G 14F NC000	<b>032U5709</b> <b>032U5710</b>	15 15	9 9	24 24	20 20	13 13	30 30	25 25.0	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.55 0.55	4.5 4.5	-30 -10	+120 +100	EV210B 4.5B EV210B 4.5B	G 14E NC000 G 14F NC000	<b>032U3600</b> <b>032U3601</b>	8.0 8.0	3.5 3.5	12 12	10 10	4.5 4.5	13 13	9 9	
	EPDM FKM	0.70 0.70	6.0 6.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 6.0B EV210B 6.0B	G 14E NC000 G 14F NC000	<b>032U3602</b> <b>032U3603</b>	2.5 2.5	1.0 1.0	3.3 3.3	4.0 4.0	2.0 2.0	6 6	4.5 4.5	
G 3/8	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.30 0.30	3.0 3.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 3.0B EV210B 3.0B	G 38E NC000 G 38F NC000	<b>032U3642</b> <b>032U3643</b>	15 15	9 9	24 24	20 20	13 13	30 30	25 25.0	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.55 0.55	4.5 4.5	-30 -10	+120 +100	EV210B 4.5B EV210B 4.5B	G 38E NC000 G 38F NC000	<b>032U3605</b> <b>032U3606</b>	8.0 8.0	3.5 3.5	12 12	10 10	4.5 4.5	13 13	9 9	
	EPDM FKM	0.70 0.70	6.0 6.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 6.0B EV210B 6.0B	G 38E NC000 G 38F NC000	<b>032U3607</b> <b>032U3608</b>	2.5 2.5	1.0 1.0	3.3 3.3	4.0 4.0	2.0 2.0	6 6	4.5 4.5	
	EPDM FKM	1.00 1.00	8.0 8.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 8.0B EV210B 8.0B	G 38E NC000 G 38F NC000	<b>032U3609</b> <b>032U3610</b>	1.5 1.5	0.5 0.5	2.0 2.0	2.0 2.0	1.2 1.2	3 3	2.5 2.5	
	EPDM FKM	1.50 1.50	10 10	-30 -10	+120 +100	EV210B 10B EV210B 10B	G 38E NC000 G 38F NC000	<b>032U3611</b> <b>032U3612</b>	0.8 0.8	0.3 0.3	1.1 1.1	1.2 1.2	0.6 0.6	1.6 1.6	1.3 1.3	
	EPDM FKM	2.50 2.50	15 15	-30 -10	+120 +100	EV210B 15BD EV210B 15BD	G 38E NC000 G 38F NC000	<b>032U3613</b> <b>032U3614</b>	0.25 0.25	- -	0.4 0.4	0.3 0.3	0.15 0.15	0.45 0.45	0.4 0.4	
G 1/2	EPDM FKM	1.00 1.00	8.0 8.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 8.0B EV210B 8.0B	G 12E NC000 G 12F NC000	<b>032U3615</b> <b>032U3616</b>	1.5 1.5	0.5 0.5	2.0 2.0	2.0 2.0	1.2 1.2	3 3	2.5 2.5	
	EPDM FKM	1.50 1.50	10 10	-30 -10	+120 +100	EV210B 10B EV210B 10B	G 12E NC000 G 12F NC000	<b>032U3617</b> <b>032U3618</b>	0.8 0.8	0.3 0.3	1.1 1.1	1.2 1.2	0.6 0.6	1.6 1.6	1.3 1.3	
	EPDM FKM	2.85 2.85	15 15	-30 -10	+120 +100	EV210B 15BD EV210B 15BD	G 12E NC000 G 12F NC000	<b>032U3619</b> <b>032U3620</b>	0.25 0.25	- -	0.4 0.4	0.3 0.3	0.15 0.15	0.45 0.45	0.4 0.4	
G 3/4	EPDM FKM	4.50 4.50	20 20	-30 -10	+120 +100	EV210B 20BD EV210B 20BD	G 34E NC000 G 34F NC000	<b>032U3621</b> <b>032U3622</b>	- -	- -	- -	0.28 0.28	0.12 0.12	0.4 0.4	0.35 0.35	
G 1	EPDM FKM	8.0 8.0	25 25	-30 -10	+120 +100	EV210B 25BD EV210B 25BD	G 1E NC000 G 1F NC000	<b>032U3623</b> <b>032U3624</b>	- -	- -	- -	0.25 0.25	0.09 0.09	0.35 0.35	0.2 0.2	

1) 140°C / 3.6 bar low pressure steam, orifice DN 1.5 - 4.5.

- Low pressure steam: DN 1.5 - 3 Use coil type BB or BG.

DN 4.5 Use coil type BG

2) Pressure range can be extended to use in rough vacuum, typically up to 99% vacuum (10mbar), depending on the application.

Coil options

Type BA: 9 W ac  
15 W dc

Type BD: 15 W ac

Type BB: 10 W ac  
18 W dc

Type BE (IP67): 10 W ac  
18 W dc

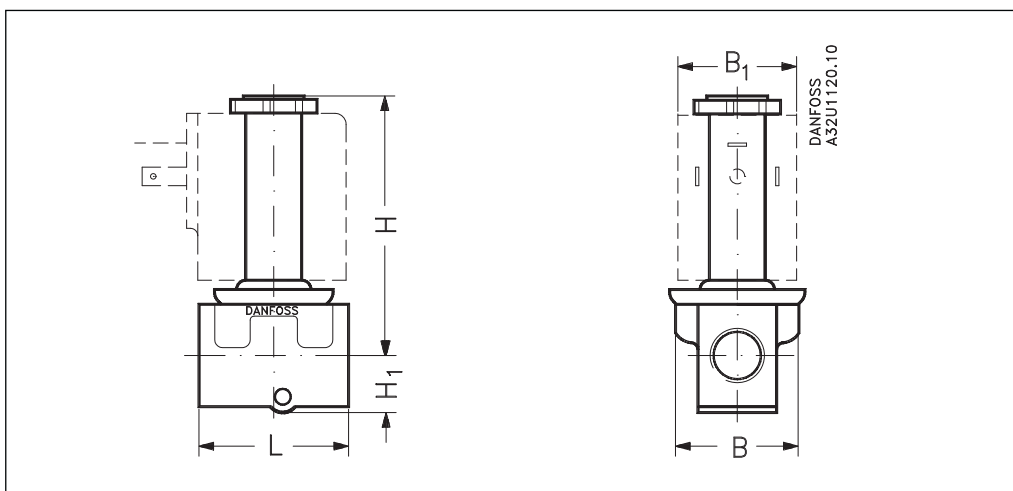
Type BG: 12 W ac  
20 W dc

Danfoss also offers hum-free coils for noise sensitive applications and EEx m II T4 coils for use in explosion risk areas - please see coil data sheet IC.PD.600.A

Ordering coils

See separate data sheet for coils IC.PD.600.A

Dimensions and weight



Type	L [mm]	B [mm]	B <sub>1</sub> [mm]			H <sub>1</sub> [mm]	H [mm]	Weight without coil [kg]
			Coil type BA/BD	Coil type BB/BE	Coil type BG			
EV210B 1.5/2B	35.0	34	32	46	66	12.0	70.0	0.15
EV210B 3/4.5	38.0	34	32	46	66	11.0	70.0	0.20
EV210B 6B	45.5	34	32	46	66	15.5	72.5	0.22
EV210B 8/10B	49.0	34	32	46	66	15.5	72.5	0.29
EV210B 15B	58.0	53.0	32	46	66	12.5	92.5	0.45
EV210B 20B	90.0	58.0	32	46	66	18.0	92.0	1.10
EV210B 25B	90.0	58.0	32	46	66	23.0	96.0	1.10



Features



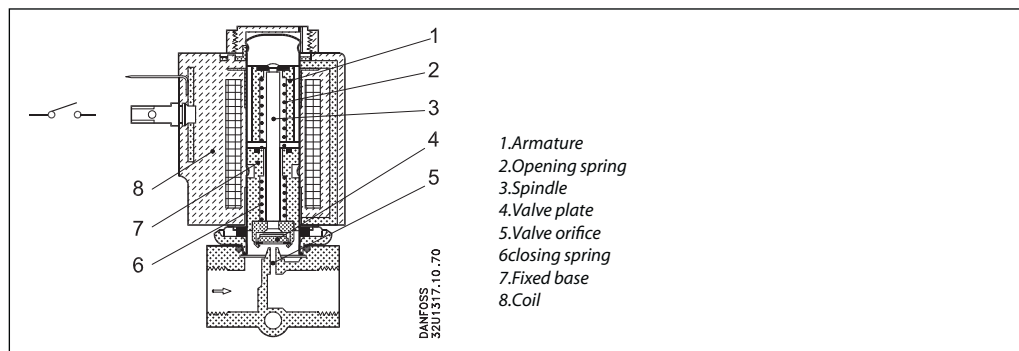
- For robust industrial application, such as control and dosage.
- For water, oil, compressed air and similar neutral media.
- $k_v$  value up to 0.55 m<sup>3</sup>/h
- Differential pressure: Up to 30 Bar
- Viscosity: Up to 50 cSt
- Ambient temperature: Up to +80°C
- Coil enclosure: Up to IP67
- Thread connections: G 1/8 and G 1/4
- Also available with NPT tread. Please contact Danfoss.
- The valves can be used for rough vacuum.

Technical data

Installation	Optional, but vertical solenoid system is recommended
Pressure range	0 to 30 bar
Max. test pressure	50 bar
Tightness	Internally: Better than 8.3 x 10 <sup>-2</sup> mbar l/sec (5ccm air per min) Externally: Better than 1 x 10 <sup>-3</sup> mbar l/sec (100%He)
Time to close <sup>1)</sup>	20 ms
Time to open <sup>1)</sup>	10 - 30 ms
Ambient temperature	max. +80°C (depending on the coil type, see data for the coil selected)
Medium temperature	See specific valve data
Viscosity	max. 50 cSt
Materials	Valve body: Brass,..... W.no. 2.0402 Armature: Stainless steel, W.no. 1.4105/AISI 430FR Armature tube: Stainless steel, W.no. 1.4306/AISI 304L Armature stop: Stainless steel, W.no. 1.4105/AISI 430FR Springs: Stainless steel, W.no. 1.4310/AISI 301 Seal material: See specific valve data

1) The times are indicative and apply to water. The exact times will depend on the pressure conditions.

Function



**Coil voltage connected (open):**  
When the voltage to the coil (8) is disconnected, the valve orifice (5) is open, the opening spring (2) lifting the spindle (3) with the valve plate (4) clear of the orifice. The valve will be open for as long as the supply voltage to the coil is disconnected.

**Coil voltage connected (closed):**  
When voltage is applied to the coil (8), the magnetic field draws the valve's armature (1) down to touch the fixed base (7). The spindle (3) with the valve plate (4) is now pressed down against the valve orifice (5) by the closing spring (6). The valve will be closed for as long as there is voltage to the coil.

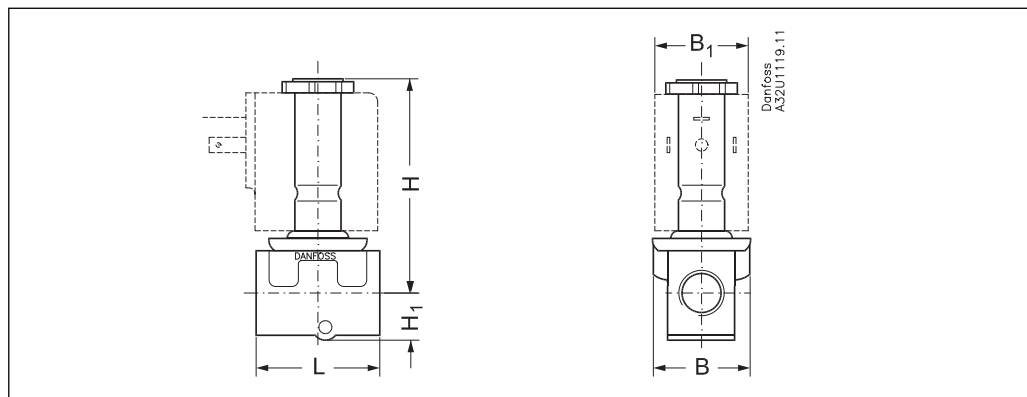
**Ordering**
**EV210B NO versions for AC and DC current:  
Brass bodies**

Conn. ISO 228/1	Seal material	k <sub>v</sub> value [m <sup>3</sup> /h]	DN [mm]	Media temp		Type designation		Code no. without coil	Permissible differential pressure(bar)/Coil type <sup>2)</sup>							
				Min °C	Max. °C	Main type	Specification		BA		BD		BB		BG	
									9W a.c.	15W d.c.	15W a.c.	10W a.c.	18W d.c.	12W a.c.	20W d.c.	
G 1/8	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.08 0.08	1.5 1.5	-30 -10	+120 +100	EV210B 1.5B EV210B 1.5B	G 18 E NO000 G 18F NO000	032U3630 032U3631	30	30	30	30	30	30	30	
									30	30	30	30	30	30	30	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.15 0.15	2.0 2.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 2.0B EV210B 2.0B	G 18 E NO000 G 18F NO000	032U3632 032U3633	12	12	12	12	12	12	12	
G 1/4	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.30 0.30	3.0 3.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 3.0B EV210B 3.0B	G 18 E NO000 G 18F NO000	032U3634 032U3635	5	5	5	5	5	5	5	
									5	5	5	5	5	5	5	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.15 0.15	2.0 2.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 2.0B EV210B 2.0B	G 14 E NO000 G 14F NO000	032U3636 032U3637	12	12	12	12	12	12	12	
G 1/4	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.30 0.30	3.0 3.0	-30 -10	+120 +100	EV210B 3.0B EV210B 3.0B	G 14 E NO000 G 14F NO000	032U3638 032U3639	5	5	5	5	5	5	5	
									5	5	5	5	5	5	5	
	EPDM <sup>1)</sup> FKM	0.55 0.55	4.5 4.5	-30 -10	+120 +100	EV210B 4.5B EV210B 4.5B	G 14 E NO000 G 14F NO000	032U3640 032U3641	2	2	2	2	2	2	2	
									2	2	2	2	2	2	2	

1) 140°C / 3.6 bar low pressure steam, orifice DN 1.5 - 4.5.

- Low pressure steam: DN 1.5 - 3 Use coil type BB or BG.  
DN 4.5 Use coil type BG

2) Pressure range can be extended to use in rough vacuum, typically up to 99% vacuum (10mbar), depending on the application.

**Dimensions and weight**


Type	L [mm]	B [mm]	B <sub>1</sub> [mm]			H <sub>1</sub> [mm]	H [mm]	Weight without coil [kg]
			Coil type BA/BD	Coil type BB/BE	Coil type BG			
EV210B 1.5/2B NO	35.0	34.0	32	46	66	12.0	70.0	0.15
EV210B 3/4.5B NO	38.0	34.0	32	46	66	11.0	70.0	0.20

**Features**



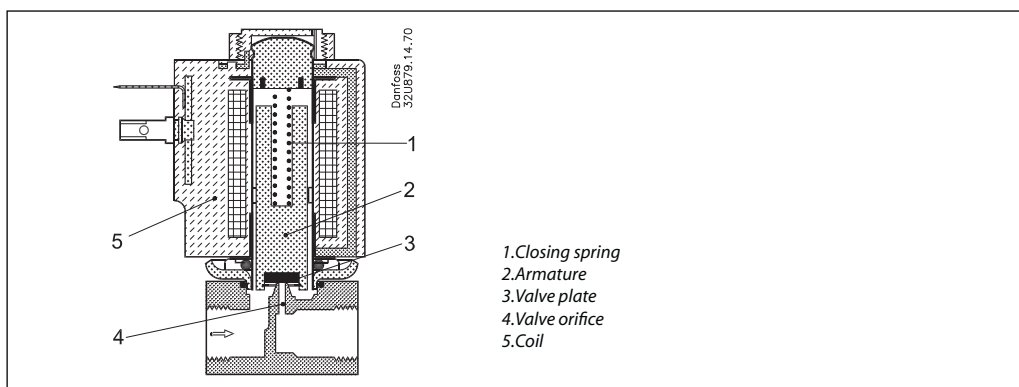
- For industrial application, such as control and dosage.
- For neutral and aggressive liquids and gasses. Contact Danfoss if you are in doubt about the suitability of the valve for the medium in question.
- Ambient temperature: Up to +80°C
- Coil enclosure: Up to IP67
- Thread connections: G 1/8 and G 1/4
- Viscosity: Up to 50cSt
- $k_v$  values up to 0.55 m<sup>3</sup>/h
- Differential pressure: Up to 30 bar
- The valves can be used for rough vacuum.

**Technical data**

Installation	Optional, but vertical solenoid system is recommended
Pressure range	0 to 30 bar
Max. test pressure	50 bar
Tightness	Internally: Better than 8.3 x 10 <sup>-2</sup> mbar l/sec (5ccm air per min) Externally: Better than 1 x 10 <sup>-3</sup> mbar l/sec (100%He)
Time to open <sup>1)</sup>	10 - 30 ms
Time to close <sup>1)</sup>	20ms
Ambient temperature	max. +80°C
Medium temperature	See specific valve data
Viscosity	max. 50 cSt
Materials	Valve body: Stainless steel, W.no. 1.4404 /AISI 316L Armature: Stainless steel, W.no. 1.4105/AISI 430FR Armature tube: Stainless steel, W.no. 1.4306/AISI 304L Armature stop: Stainless steel, W.no. 1.4105/AISI 430FR Springs: Stainless steel, W.no. 1.4310/AISI 301 Seal material: See specific valve data

1) The times are indicative and apply to water. The exact times will depend on the pressure conditions.

**Function**



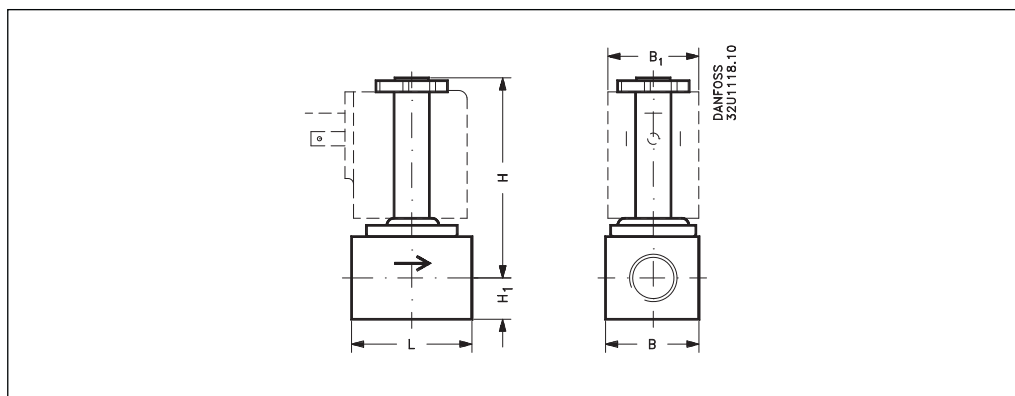
**Coil voltage disconnected (closed):**  
When the voltage to the coil (5) is disconnected, the armature (2) with the valve plate (3) is pressed down against the valve orifice (4) by the closing spring (1) and the medium's pressure. The valve will be closed for as long as the voltage to the coil is disconnected.

**Coil voltage connected (open):**  
When voltage is applied to the coil (5), the armature (2) with the valve plate (3) is lifted clear of the valve orifice (4). The valve is now open for unimpeded flow and will be open for as long as there is voltage to the coil.

**Ordering**
**EV210B NC versions for AC and DC current:  
Stainless steel bodies**

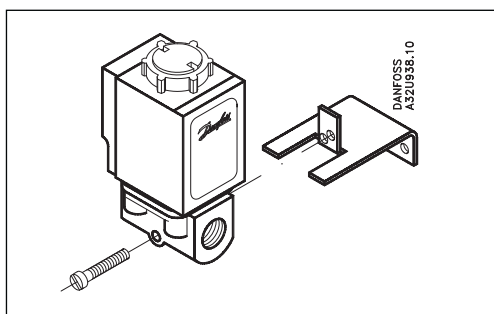
Conn. ISO 228/1	Seal material	k <sub>v</sub> value [m <sup>3</sup> /h]	DN [mm]	Media temp		Type designation		Code no. without coil	Permissible differential pressure(bar)/Coil type						
				Min °C	Max. °C	Main type	Specification		BA		BD	BB		BG	
									9W a.c.	15W d.c.	15W a.c.	10W a.c.	18W d.c.	12W a.c.	20W d.c.
G 1/8	EPDM <sup>1)</sup>	0.08	1.5	-30	+120	EV210B 1.5SS	G 18 E NC000	<b>032U3645</b>	30	30	30	30	30	30	30
	EPDM <sup>1)</sup>	0.15	2.0	-30	+120	EV210B 2.0SS	G 18 E NC000	<b>032U3647</b>	30	20	30	30	30	30	30
	EPDM <sup>1)</sup>	0.30	3.0	-30	+120	EV210B 3.0SS	G 18 E NC000	<b>032U3649</b>	15	9	24	20	13	30	25
G 1/4	EPDM <sup>1)</sup>	0.15	2.0	-30	+120	EV210B 2.0SS	G 14 E NC000	<b>032U3651</b>	30	20	30	30	30	30	30
	EPDM <sup>1)</sup>	0.30	3.0	-30	+120	EV210B 3.0SS	G 14 E NC000	<b>032U3653</b>	15	9	24	20	13	30	25
	EPDM <sup>1)</sup>	0.55	4.5	-30	+120	EV210B 4.5SS	G 14 E NC000	<b>032U3655</b>	8.0	3.5	12	10	4.5	13	9

- 1) 140°C / 3.6 bar low pressure steam, orifice DN 1.5 - 4.5.  
 - Low pressure steam: DN 1.5 - 3 Use coil type BB or BG.  
 DN 4.5 Use coil type BG

**Dimensions and weight**


Type	L [mm]	B [mm]	B <sub>1</sub> [mm]			H <sub>1</sub> [mm]	H [mm]	Weight without coil [kg]
			Coil type BA/BD	Coil type BB/BE	Coil type BG			
EV210B 1.5/2 SS	35.0	34.0	32	46	66	12.0	70.0	0.15
EV210B 3/4.5 SS	35.0	34.0	32	46	66	11.0	70.0	0.20

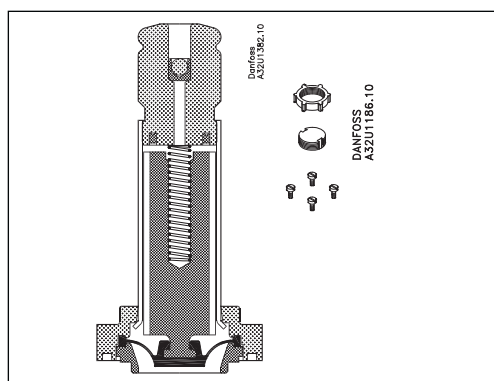
**Mounting fittings, NC/NO**



For EV210B 1.5 - 4.5B in connection with synthetic tubes, pipes and similar.

Description	Code no.
Brackets	<b>032U1040</b>

**Optional Isolating diaphragm kit for EV210B 1.5 - 4.5 NC**

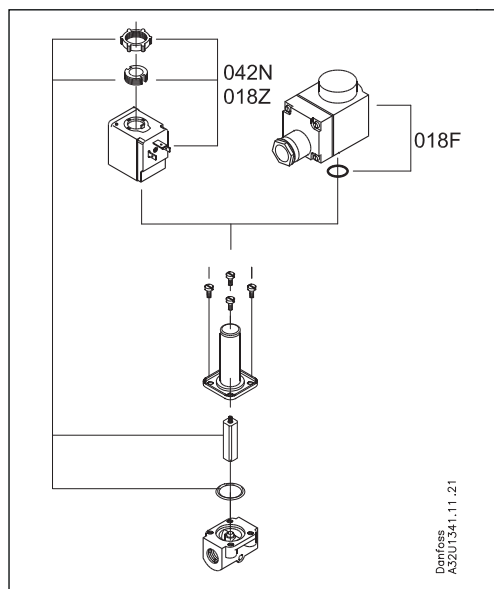


Avoids build up of contaminants that can block movement of the armature. Permits use of more aggressive media that would normally attack the armature. Gel filled; guarantees operation after long periods on inactivity.

The kit consist of assembled isolating unit, O-ring, 4 screws, locking button and nut for coil. Suitable for orifice sizes up to DN 3 mm.

Seal material	Code no.
EPDM	<b>042U1009</b>
FKM	<b>042U1010</b>

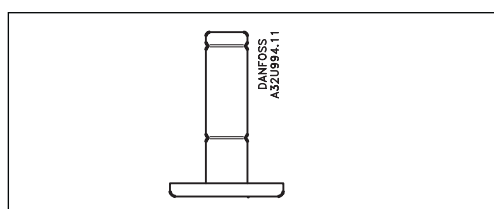
**Spare parts kit, NC**



The spare parts kit comprises a locking button, nut for the coil, armature with valve plate and spring, and an O-ring.

Valve type	Seal material	code no.
EV210B 1.5, 2, 3, 4.5	FKM	<b>032U2003</b>
	EPDM	<b>032U6000</b>
EV210B 6, 8, 10	FKM	<b>032U2011</b>
	EPDM	<b>032U2006</b>
EV210B 15	FKM	<b>032U2012</b>
	EPDM	<b>032U2013</b>
EV210B 20	FKM	<b>032U2014</b>
	EPDM	<b>032U2017</b>
EV210B 25	FKM	<b>032U2018</b>
	EPDM	<b>032U2019</b>

**Spare parts kit, NO**

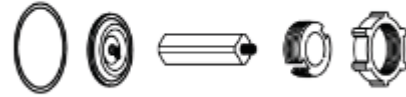


Valve type	Seal material	code no.
EV210B 1.5, 2, 3, 4.5	FKM	<b>032U2004</b>
	EPDM	<b>032U2005</b>



032U0295

Search catalogue



characteristic	value
Weight	0.096 Kg
Packing format	Multi pack
Quantity per packing format	20 pc

**Anexo I. Hoja Característica de la Bomba Pedrollo PKm 60**





## PKS

### CAMPO DE LAS PRESTACIONES

- Caudal hasta 50 l/min (3 m<sup>3</sup>/h)
- Altura manométrica hasta 70 m

### CAMPO DE LAS PRESTACIONES

- Altura de aspiración manométrica hasta 9 m
- Temperatura del fluido hasta + 60°C
- Máxima temperatura ambiente hasta +40°C

### ELECTROBOMBAS AUTOCEBANTES CON RODETE PERIFÉRICO



PKSm 60

#### ► PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La serie **PKS** está constituida por ELECTROBOMBAS PERIFERICAS, así llamadas porque en la periferia del rodete han sido aplicadas numerosas aspas radiales, que se encargan de ceder energía al fluido bombeado. El apropiado perfil de las aspas confiere al fluido en entrada a la bomba un movimiento veloz de recirculación radial entre las aspas del rodete y la doble ranura situada a ambos lados de éste en el cuerpo bomba. Puesto que cada una de las numerosas aspas contribuye a ceder energía, la presión del fluido aumenta gradualmente, durante su recorrido desde la boca de aspiración a la de impulsión, asegurando por otra parte un flujo regular sin ser intermitente y, por otra parte, elevadas presiones y curvas particularmente inclinadas.

#### ► EMPLEOS E INSTALACIONES

Se aconsejan para bombear agua limpia que no contenga partículas abrasivas y/o líquidos químicamente agresivos para los materiales que constituyen la bomba.

**GRACIAS A SU CONFIABILIDAD, SENCILLEZ DE EMPLEO Y ECONOMIA, SON PARTICULARMENTE APTAS TANTO PARA EL EMPLEO DOMESTICO COMO PARA EL UTILIZO INDUSTRIAL. EN CONCRETO, EL SUMINISTRO DE AGUA PARA LA RECIRCULACION DE ACONDICIONADORES DE AIRE Y REFRIGERADORES, PARA UTILIZOS HIDRICOS GENERALES EN EL CAMPO INDUSTRIAL, PARA LA DISTRIBUCION AUTOMATICA DEL AGUA ACOPLADAS A PEQUEÑOS EQUIPOS HIDRONEUMATICOS, PARA RIEGOS DE HUERTAS Y JARDINES ASPIRANDO EL AGUA DESDE DEPOSITOS O POZOS CON UNA PROFUNDIDAD DE ASPIRACION DE HASTA 9 METROS;**

La bomba se suministra con válvula de retención, de tipo clapet, en la boca de aspiración. No es necesaria la instalación de una válvula de fondo.

La instalación se debe efectuar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

#### ► PRESTACIONES

La gran variedad de bombas que constituye la serie **PKS**, satisface las diferentes exigencias de empleo respetando las características comunes de:

- **Elevadas presiones en relación a las potencias solicitadas.**
- **Curvas de funcionamiento estables, es decir, caracterizadas por pequeñas variaciones del caudal suministrado frente a considerables variaciones de la presión solicitada.**
- **Elevada tolerancia en presencia de aire mezclado con el fluido bombeado.**
- **Capacidad de aspiración hasta 9 metros.**

Tolerancia de las curvas según ISO 2548.

#### ► CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

- **CUERPO BOMBA** en hierro fundido, con bocas de aspiración e impulsión roscadas.
- **VALVULA DE RETENCION, TIPO CLAPET**, incorporada en la boca de aspiración.
- **SOPORTE MOTOR** en aluminio con laminilla de ajuste frontal en **latón (patentado)** que reduce las dificultades de arranque causadas por el bloqueo del rodete tras largos períodos de inactividad.
- **RODETE EN LATON**, del tipo aspas periféricas radiales, flotante respecto al eje.
- **EJE MOTOR en acero inoxidable AISI 416.**
- **SELLO MECANICO** en cerámica y grafito.
- **MOTOR ELECTRICO**: las bombas están acopladas directamente a un motor eléctrico PEDROLLO expresamente dimensionado, de tipo asincrónico con elevado rendimiento, silencioso, cerrado, con ventilación externa, de forma constructiva "IM B3", apto para servicio continuo. AISLAMIENTO clase B.
- **El protector térmico (salvamosor) está incorporado en los motores monofásicos.**  
Los motores trifásicos deben estar protegidos con un salvamosor exterior adecuado, por lo que se preve una conexión conforme a las normas vigentes.
- **PROTECCION IP 44.**
- **EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD** según EN60 335-1 (IEC 335-1, CEI 61-150) EN 60034-1 (IEC 34-1, CEI 2-3).
- **MODELO REGISTRADO.**

**GARANTIA: 1 AÑO** (según nuestras condiciones generales de venta).

**DATOS TECNICOS**

**Anexo J. Hoja Característica de la bomba Centrífuga 2E-38N**

# Little GIANT®

## 2E-38N SERIES



### Features

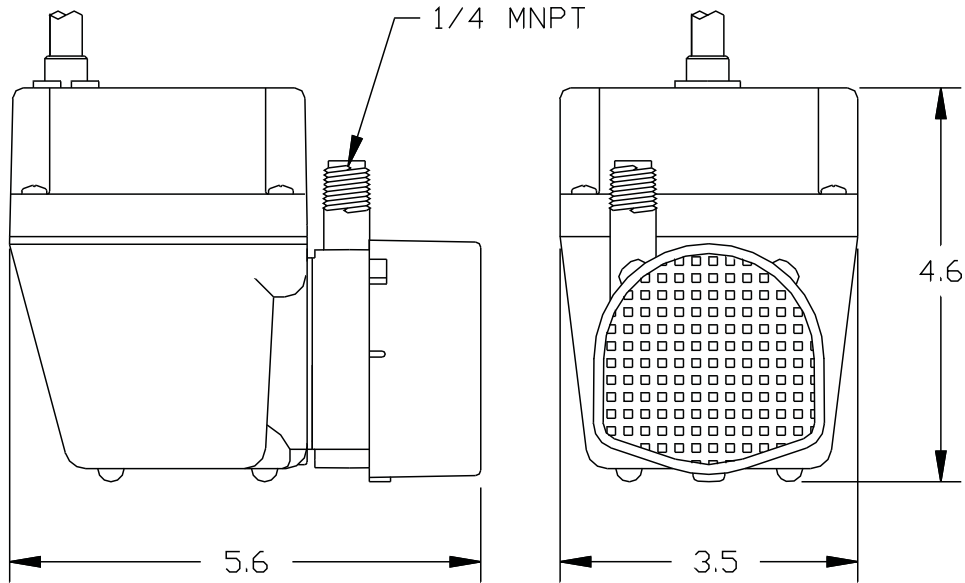
- For submersed or in-line use
- Epoxy coated die-cast aluminum housing
- Oil-filled motor
- 11.8' maximum lift
- 100 watts
- 1/4" MNPT discharge (accepts 1/2" I.D. tubing)
- Thermal overload protection

### Construction

- Motor — 1/40 HP oil filled
- Maximum Flow Rate — 300 GPH @ 1'
- Maximum Head — 11.8'
- Intermittent Liquid Temp. up to — 120°F
- Intake — 3/8" FNPT
- Discharge — 1/4" MNPT
- Housing — Epoxy coated cast aluminum
- Cover — Epoxy coated cast aluminum
- Volute — Nylon
- Impeller — Nylon
- Shaft Seal — Triple-lip Nitrile
- Screen — Polypropylene

Dual purpose oil-filled pump that may be used totally submersed or in-line (fed with pipe or hose). For commercial, industrial and home applications including statuary fountains, water displays, air conditioners, machine tool coolants, and many other applications where liquid must be transferred or recirculated. This compact 300 GPH pump features a 1/4" MNPT discharge and 11.8' shut-off head capability.

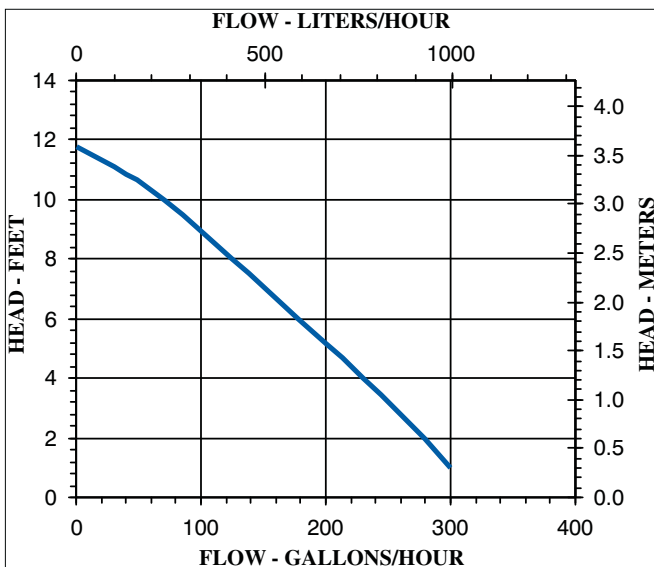
# 2E-38N SERIES



## Specifications

Model No.	Item No.	Discharge Size	Intake Size	Listing(s)	HP	Volts	Hertz	Amps	Watts	Performance (GPH@Head)				Shutoff		Cord Length (ft.)	Weight (lbs.)
										1'	3'	5'	10'	Ft.	P.S.I.		
2E-38N	502203	1/4" MNPT	3/8" FNPT	UL	1/40	115	60	1.7	100	300	255	205	70	11.8	5.1	6	4.83
*2E-38N	502403	1/4" MNPT	3/8" FNPT	UL	1/40	115	60	1.7	100	300	255	205	70	11.8	5.1	6	4.83
2E-38NT	502286	1/4" MNPT	3/8" FNPT	UL/CSA	1/40	115	60	1.7	100	300	255	205	70	11.8	5.1	10	5.00
2E-38N	502500	1/4" MNPT	3/8" FNPT		1/40	127	60	1.7	100	300	255	205	70	11.8	5.1	6	4.83
2E-38NY	502216	1/4" MNPT	3/8" FNPT	UR/C-CSA	1/40	230	50/60	.9/7	100	300	255	205	70	11.8	5.1	12	5.17

\*Black



## Replacement Parts

Volute	102334 (102375, black)
Impeller	102470
Screen	102909 (102376, black)
Gasket	102601

## **Anexo K. Hoja Característica del Servomotor Parallax**

## Standard Servo (#900-00005)

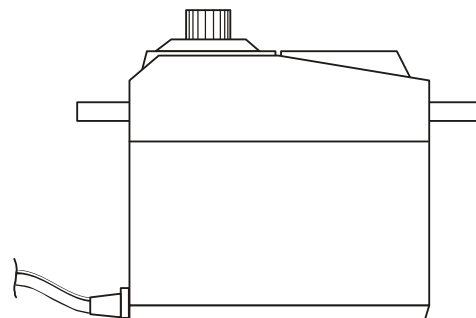
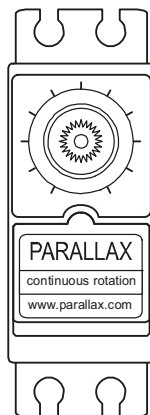
### General Information

The Parallax standard servo is ideal for robotics and basic movement projects. These servos will allow a movement range of 0 to 180 degrees. The Parallax servo output gear shaft is a standard Futaba configuration. The servo is manufactured by Futaba specifically for Parallax.



### Technical Specifications

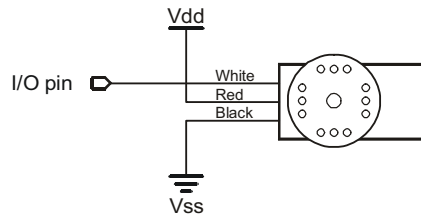
- > Power 6vdc max
- > Speed 0 deg to 180 deg in 1.5 seconds on average
- > Weight 45.0 grams/1.59oz
- > Torque 3.40 kg-cm/47oz-in
- > Size mm (L x W x H)  
40.5x20.0x38.0
- > Size in (L x W x H)  
1.60x.79x1.50



### Motor Control from a BASIC Stamp

Parallax ([www.parallax.com](http://www.parallax.com)) publishes many circuits and examples to control servos. Most of these examples are available for download from our web site. On [www.parallaxinc.com](http://www.parallaxinc.com) type in "servo" and you'll find example codes below.

## Wiring setup



The servo is controlled by pulsing of it's signal line. If you are using an Basic Stamp this is done with the pulsout command. Below is stamp code that will help you with basic control of a servo. The codes below may not move the servos from on extreme to another but is will give you a general demonstration on function.

### Stamp1 code

```
SYMBOL Servo_pin = 0      'I/O pin that is connected to servo
SYMBOL Temp = W0        'Work space for FOR NEXT
start:
  FOR temp = 70 TO 250
    PULSOUT Servo_pin,temp
    PAUSE 50
  NEXT
  FOR temp = 250 TO 70
    PULSOUT Servo_pin,temp
    PAUSE 50
  NEXT
GOTO start
```

### 'Stamp 2 ,2e,2pe

```
Servo_pin CON          0      'I/O pin that is connected to servo
Temp      VAR          Word   'Work space for FOR NEXT
start:
  FOR temp = 200 TO 1200
    PULSOUT Servo_pin,temp
    PAUSE 50
  NEXT
  FOR temp = 1200 TO 200
    PULSOUT Servo_pin,temp
    PAUSE 50
  NEXT
GOTO start
```

### 'Stamp 2sx,2p24/40

```
Servo_pin CON          0      'I/O pin that is connected to servo
Temp      VAR          Word   'Work space for FOR NEXT
start:
  FOR temp = 500 TO 3000
    PULSOUT Servo_pin,temp
    PAUSE 20
  NEXT
  FOR temp = 3000 TO 500
    PULSOUT Servo_pin,temp
    PAUSE 20
  NEXT
GOTO start
```

**Anexo L. Hoja Característica del Extractor de Aire Fonsoning**



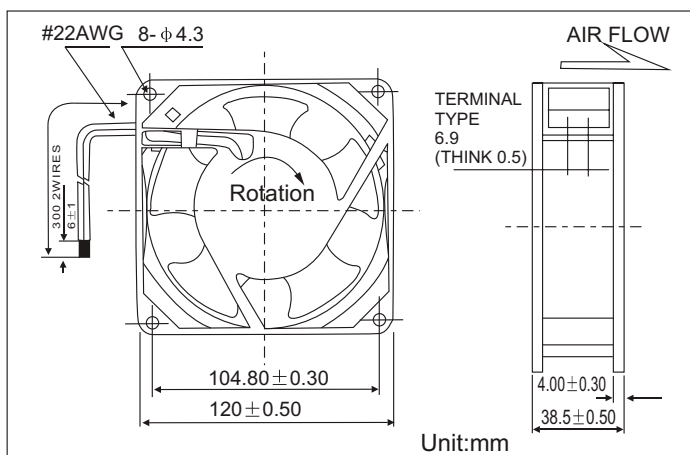
# AC Axial Fans



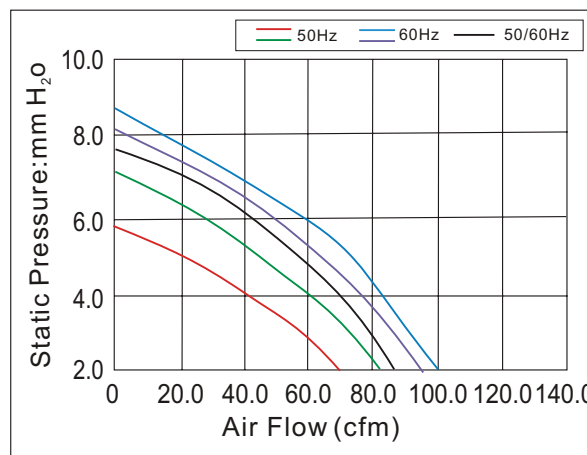
**FSY1238HA1 FSY1238HA2**  
**FSY1238MA1 FSY1238MA2**  
**FSY1238LA1 FSY1238LA2**

## Features

Size: 120×120×38mm(4.72×4.72×1.5in)  
 Frame: Aluminum Painted&Plastic UL94V-0  
 Impeller: Reinforced Plastic UL94V-0  
 Bearings: Ball Bearing&Sleeve Bearing  
 Life Expectancy:50,000 Hours at 20°C-Ball  
 30,000 Hours at 20°C-Sleeve  
 Approvals: UL CUL CE 3C RoHS  
 Weight: 550g



## Air Flow vs Air Pressure



## Performance

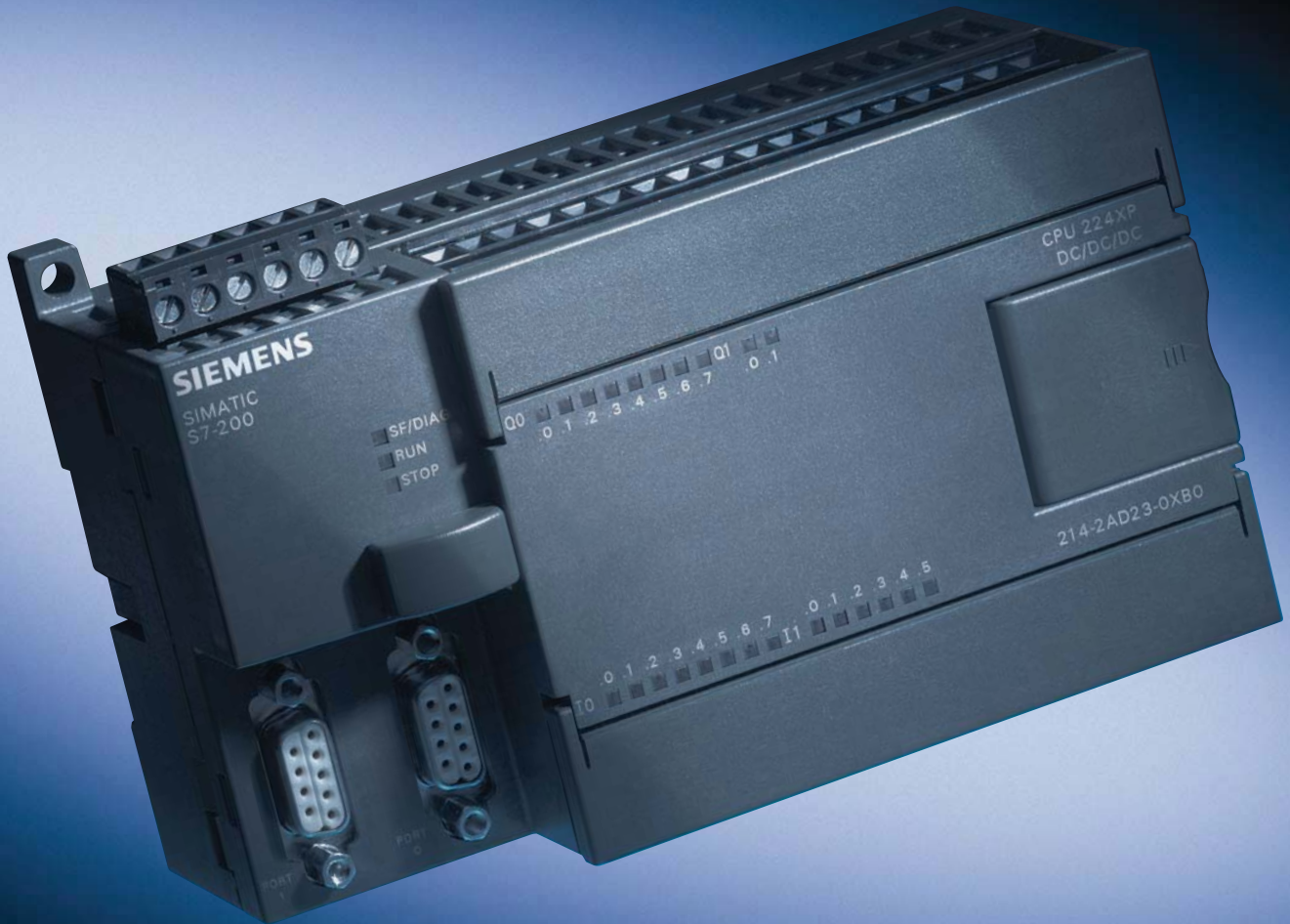
Model	Part Number	Bearing System	Rated Voltage (V)	Operating Frequency (Hz)	Current (A)	Input Power (W)	Nominal Speed (R.P.M)	Air Flow (CFM)	Air Pressure (mm-H <sub>2</sub> O)	Noise (dBA)
FSY12038HA1	FSY12038HA1SL(T) FSY12038HA1BL(T)	Sleeve or Ball	110/120	<b>50/60</b>	0.25/0.20	25/20	2600/3000	88/100	7.85/8.64	45/50
FSY12038HA2	FSY12038HA2SL(T) FSY12038HA2BL(T)	Sleeve or Ball	220/240	<b>50/60</b>	0.14/0.12	26/22	2600/3000	88/100	7.85/8.64	45/50
FSY12038MA1	FSY12038MA1SL(T) FSY12038MA1BL(T)	Sleeve or Ball	110/120	<b>50/60</b>	0.18/0.16	15/13	2500/2800	84/95	7.45/8.10	40/42
FSY12038MA2	FSY12038MA1SL(T) FSY12038MA1BL(T)	Sleeve or Ball	220/240	<b>50/60</b>	0.09/0.08	16/14	2500/2800	84/95	7.45/8.10	40/42
FSY12038LA1	FSY12038LA1SL(T) FSY12038LA1BL(T)	Sleeve or Ball	110/120	<b>50/60</b>	0.15/0.13	14/12	2000/2500	68/84	5.95/7.45	36/40
FSY12038LA2	FSY12038LA1SL(T) FSY12038LA1BL(T)	Sleeve or Ball	220/240	<b>50/60</b>	0.08/0.07	14/12	2000/2500	68/84	5.95/7.45	36/40

Product specification contained herein may be changed without prior notice.

It is therefore advisable to contact FONSONING ELECTRONICS before proceeding with the design of equipment incorporating this product.

**ANEXO M. HOJAS DE CARACTERISTICAS DEL PLC S7-200**

Tecnología de control al máximo nivel



# micro automation

## SIMATIC S7-200

**SIEMENS**

# Amigable, modular, compacto: Tan pequeño ... y tan potente

El SIMATIC S7-200 es ciertamente un micro-PLC al máximo nivel: es compacto y potente – particularmente en lo que atañe a respuesta en tiempo real –, rápido, ofrece una conectividad extraordinaria y todo tipo de facilidades en el manejo del software y del hardware.

Y esto no es todo: el micro-PLC SIMATIC S7-200 responde a una concepción modular consecuente que permite soluciones a la medida que no quedan sobredimensionadas hoy y, además, pueden ampliarse en cualquier momento.

Todo ello hace del SIMATIC S7-200 una auténtica alternativa rentable en la gama baja de PLCs. Para todas las aplicaciones de automatización que apuestan consecuentemente por la innovación y los beneficios al cliente.

El SIMATIC S7-200 está plenamente orientado a maximizar la rentabilidad. En efecto, toda la gama ofrece

- alto nivel de prestaciones,
- modularidad óptima y
- alta conectividad.

Además el SIMATIC S7-200 le simplifica al máximo el trabajo: el micro-PLC puede programarse de forma muy fácil. Así podrá realizar rápida y simplemente aplicaciones; además, las librerías complementarias para el software permiten realizar las tareas en forma ágil, simple y rápida.

Entre tanto, este micro-PLC ha probado su eficacia en millones de aplicaciones en todo el mundo, tanto funcionando aislado como integrado en una red. ¡Descubra todos los beneficios del SIMATIC S7-200!

## Comunicación abierta

1. Puerto estándar RS-485 con velocidad de transferencia de datos comprendida entre 0,3 y 187,5 kbits/s
2. Protocolo PPI en calidad del bus del sistema para interconexión sin problemas
3. Modo libremente programable con protocolos personalizados para comunicación con cualquier equipo
4. Rápido en la comunicación por PROFIBUS vía módulo dedicado, operando como esclavo
5. Potente en la comunicación por bus AS-Interface, operando como maestro
6. Accesibilidad desde cualquier punto gracias a comunicación por módem (para telemantenimiento, teleservice o telecontrol)
7. Conexión a Industrial Ethernet vía módulo dedicado
8. Con conexión a Internet mediante módulo correspondiente
9. S7-200 PC ACCESS – servidor OPC para simplificar la conexión al mundo del PC







## Modularidad óptima

1. La gama del sistema:

- 5 CPUs escalonadas en prestaciones con extensa funcionalidad básica y puerto Freeport integrado para comunicaciones
- Amplia gama de módulos de ampliación para diferentes funciones:
  - Extensiones digitales/analógicas, escalables según aplicación
  - Comunicación a PROFIBUS operando como esclavo
  - Comunicación a bus AS-Interface operando como maestro
  - Medida exacta de temperaturas
  - Posicionamiento
  - Telediagnóstico
  - Comunicación Ethernet/Internet
- Manejo y visualización
- Software STEP 7-Micro/WIN con librería Add-on Micro/WIN

2. Una gama de sistema que convence, para un dimensionamiento exactamente adaptado a la aplicación y resuelto de forma óptima

## Altas prestaciones

1. Pequeño y compacto, ideal para aplicaciones donde se cuenta con reducido espacio
2. Extensa funcionalidad básica uniforme en todos los tipos de CPU
3. Alta capacidad de memoria
4. Extraordinaria respuesta en tiempo real; la posibilidad de dominar en cualquier instante todo el proceso permite aumentar la calidad, la eficiencia y la seguridad
5. Manejo simplificado gracias a software de fácil uso STEP 7-Micro/WIN, ideal tanto para novatos como para expertos

# Rápido, inteligente y bien pensado: El sistema para todo tipo de aplicaciones

## Mundialmente reconocido por:

- Formato compacto
- Extensa funcionalidad básica
- Ampliable modularmente
- Puerto RS 485 integrado o empleo como bus de sistema
- Excelente respuesta en tiempo real
- Control secuencial y de proceso extremadamente rápido y preciso
- Supervisión sin lagunas de procesos de tiempo crítico gracias a interrupciones temporizadas
- Simple y cómodo sistema de conexión mediante regletas desenchufables en CPU y módulos de ampliación, es decir, cableado independiente

## Características destacadas:

- tarjeta de memoria para Data Logging, administración de recetas, almacenamiento de proyecto Micro/WIN, archivo de la documentación en formatos diversos
- función PID Auto Tune
- 2 puertos integrados amplían las posibilidades de comunicación, p. ej. con equipos externos (CPU 224 XP, CPU 226)
- CPU 224 XP con entradas y salidas analógicas integradas

## Software

### STEP 7-Micro/WIN

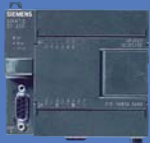
- Gran facilidad de uso
- Estándar Windows
- Parametrizar en lugar de programar: los Asistentes
- Gran repertorio de instrucciones, aplicables por simple «arrastrar & colocar»
- Función de visualización de estado para lenguajes AWL, KOP y FUP

### CPU 221



6/4 entradas/salidas

### CPU 222



8/6 entradas/salidas (E/S)  
+ máx. 2 módulos = 78 E/S

### CPU 224



14/10 entradas/salidas (E/S)  
+ máx. 7 módulos = 168 E/S

### CPU 224 XP



14/10 entradas/salidas (E/S)  
2/1 E/S analógicas  
+ máx. 7 módulos = 168 E/S

### CPU 226



24/16 entradas/salidas (E/S)  
+ máx. 7 módulos = 248 E/S

## Ampliaciones digitales y analógicas

- Sistema modular
- Módulos de ampliación escalables según la aplicación
- Módulos de ampliación digitales de 4/4 hasta 16/16 entradas/salidas
- Módulos de ampliación analógicos de 4/0, 4/1 a 0/2 entradas/salidas
- Módulos de potencia para conmutar cargas: 5 A DC ó 10 A relés



Módulos de entrada



Módulos de salida



Módulos de entrada/salida

## Ampliaciones específicas

- Módulos para medida exacta de temperatura con 0,1 °C de resolución:
  - Módulo RTD para medir usando termorresistencias
  - Módulo TC para medir usando termopares
- Módulo de posicionamiento EM 253 para control de motores paso a paso y servomotores
- SIWAREX MS, módulo electrónico compacto de pesaje para SIMATIC S7-200



Medida de temperatura RTD



Módulo de pesaje SIWAREX MS



Medida de temperatura TC



Módulo de posicionamiento EM 253

## Comunicación

- Puerto PPI integrado como bus de sistema S7-200, también aplicable como puerto libremente programable para conectar impresoras, lectores de código de barras, etc.
- Todas las CPUs a partir de la 222 son aptas para comunicación PROFIBUS vía módulo esclavo PROFIBUS DP
- Todas las CPUs a partir de la 222 pueden operar como maestro de AS-Interface vía módulo AS-Interface
- Módulo EM 241 con funciones integradas para comunicaciones de PLCs (telemantenimiento, telecontrol, telediagn., señaliz., transm. datos, etc.)
- CP 243-IT, para comunicación vía FTP, correo electrónico o HTML
- SINAUT MD720-3 módem GSM/GPRS; comunicación IP vía red GSM; cuatribanda



Maestro AS-Interface, máx. 2 módulos



Módulo Ethernet CP 243-1



Esclavo PROFIBUS DP máx. 2 módulos



Módulo TI CP 243-1 IT



Módulo de módem EM 241



SINAUT MD720-3

## Manejo y visualización

### TD 100C

- Display LCD, 4 líneas

### TD 200

- Display LCD retroiluminado, 2 líneas
- 8 teclas función libr. programables
- Visualización de avisos
- Intervenciones en el programa de control
- Asignación de entradas y salidas

### TD 100C/TD 200C

- Display LCD retroiluminado, 2 líneas
- Hasta teclas libr. configurables 20
- Configuración individual de la apariencia y el tamaño de las teclas
- Diseño de carátula a voluntad

### OP 73micro

- Display 3" totalmente gráfico
- Sistema avisos con clases definibles
- 5 idiomas online, incl. asiáticos y cirílicos

### TP 177micro

- Display 5,7" totalmente gráfico apto para montaje vertical (TP 177micro)
- Sistemas de avisos con clases definibles
- 5 idiomas online incl. alfabetos asiático y cirílico



TD 100C



TD 200



OP 73micro



TP 177micro

Posibilidad de conectar todos los paneles SIMATIC

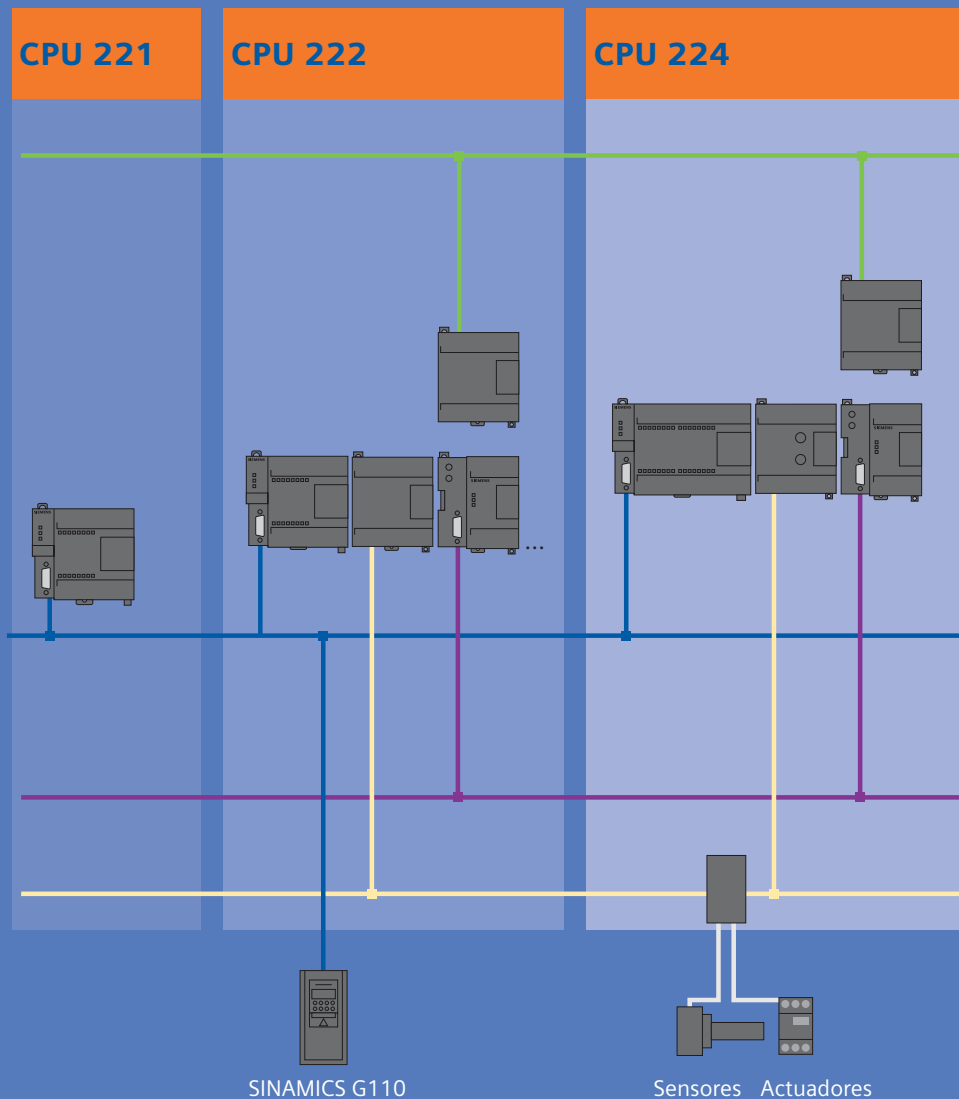
# Para servicio técnico, mantenimiento, telecontrol y mucho más: Comunicación en cualquier nivel

Las posibilidades de comunicación del micro-PLC SIMATIC S7-200 son únicas. Los puertos estándar RS 485 integrados pueden operar con velocidades de transferencia comprendidas entre 0,3 y 187,5 kbits/s; a saber:

- Operando como bus de sistema con un máximo de 126 estaciones o nodos. Esto permite interconectar sin problemas p. ej. programadoras, productos SIMATIC HMI y CPUs SIMATIC. En el caso de redes compuestas únicamente por S7-200 se utiliza el protocolo PPI integrado. En una red con componentes de la gama TIA (SIMATIC S7-300/400 y SIMATIC HMI, etc.) las CPUs S7-200 se integran en calidad de esclavos MPI.
- En modo libremente programable (hasta máx. 115,2 kbaudios) con protocolos personalizados por el usuario (p. ej. protocolo ASCII).

Con ello el SIMATIC S7-200 ofrece conectividad para cualquier equipo, p. ej. módems, impresoras, lectores de código de barras, PCs, PLCs no Siemens y muchos más. El protocolo USS para accionamientos permite controlar sin necesidad de hardware adicional hasta 31 variadores SINAMICS.

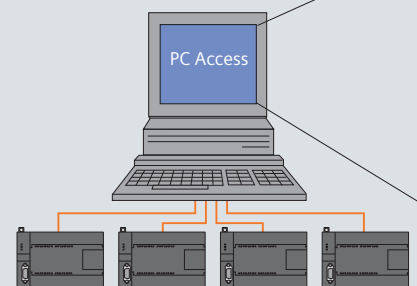
- La librería Modbus RTU incluida en el suministro permite conectividad también a una red Modbus RTU.



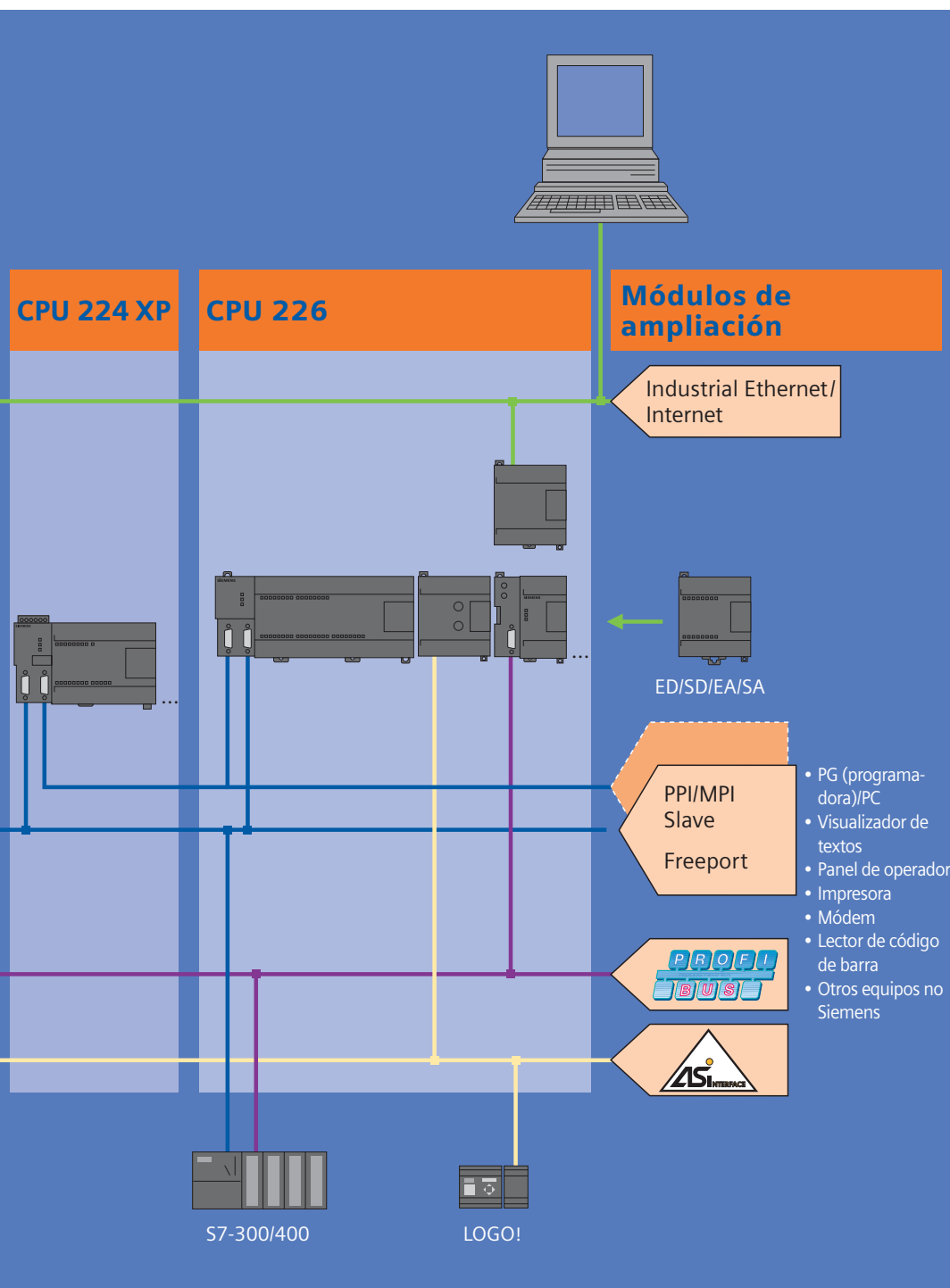
## La conexión perfecta con el novedoso PC Access

PC Access es la base perfecta para el intercambio de datos entre el S7-200 y el PC, cualquiera que sea la variante elegida para la comunicación (PPI, módem, Ethernet/IT CP). Como servidor OPC, PC Access permite escribir o leer datos de S7-200 con MS-Excel. Como cliente OPC se puede utilizar para ProToolPro, WinCC flexible RT, WinCC entre otros. Con una interfaz a la visualización que abarca un máx. de 8 conexiones, permite realizar la configuración, la programación y la supervisión desde un punto central ahorrando

tiempo y costos. También ofrece rápido acceso el módulo Internet CP 243-1 IT, que posibilita comunicación por FTP sencillo y universal del PLC con varios PC. O el módulo Ethernet CP 243-1, a través del cual el usuario tiene rápido acceso a datos de proceso del S7-200 para archivarlos o procesarlos adicionalmente. El soporte de configuración facilita la puesta en marcha y los recursos de diagnóstico a través de STEP 7-Micro/WIN.







### Comunicación por módem

A través de módem es posible acceder a las CPUs S7-200 desde prácticamente cualquier lugar del mundo tanto por red telefónica fija como móvil.

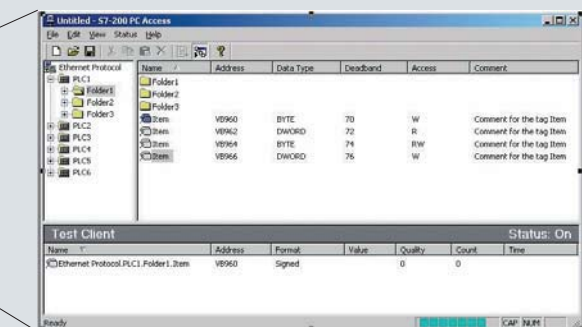
- Teleservice: la posibilidad de comunicación por módem permite ahorrar muchos desplazamientos del personal del servicio técnico, con el consiguiente ahorro. Para aprovechar de forma remota todas las funciones de programación como transferencia de programas, visualización de estado o forzado basta con dos módems adicionales; las herramientas de comunicación están integradas de forma estándar. Como módem local pueden utilizarse módems PCM/DIA externos.
- Telecontrol: a través del módem es posible también consultar a distancia mensajes y valores medidos, al igual que especificar nuevos valores de consigna o instrucciones. En este caso una estación de cabecera puede controlar un número prácticamente ilimitado de subestaciones. Los protocolos de transmisión de datos se seleccionan a voluntad, p. ej. para mensajes SMS directamente a un móvil, mensajes de fallo enviados por fax o a un Modbus RTU.

### Comunicación rápida por PROFIBUS

Equipadas con el módulo de comunicación EM 277, todas las CPUs a partir de la CPU 222 pueden operar como esclavo normalizado de PROFIBUS DP con velocidad de transferencia de hasta 12 Mbits/s. Esta conectividad del S7-200 a los niveles de control PROFIBUS DP garantiza la conexión de máquinas aisladas en líneas de fabricación. Añadiendo módulos EM 277 es posible acondicionar para comunicación por PROFIBUS máquinas aisladas equipadas con S7-200.

### Potencia en el bus AS-Interface

El CP 243-3 transforma CPUs a partir de la 222 en potentes maestros para AS-Interface. Según la nueva especific. AS-Interface (V.2.1), ahora es posible conectar hasta 62 estaciones/nodos; tb. pueden integrarse sensores analóg. La nueva especific. permite configurar máx. 248 entradas y 186 salidas digit. De las 62 estaciones, 31 pueden ser módulos analóg. La conf. de los esclavos y la lect./escrib. de datos es muy fácil gracias al Asistente para AS-I.

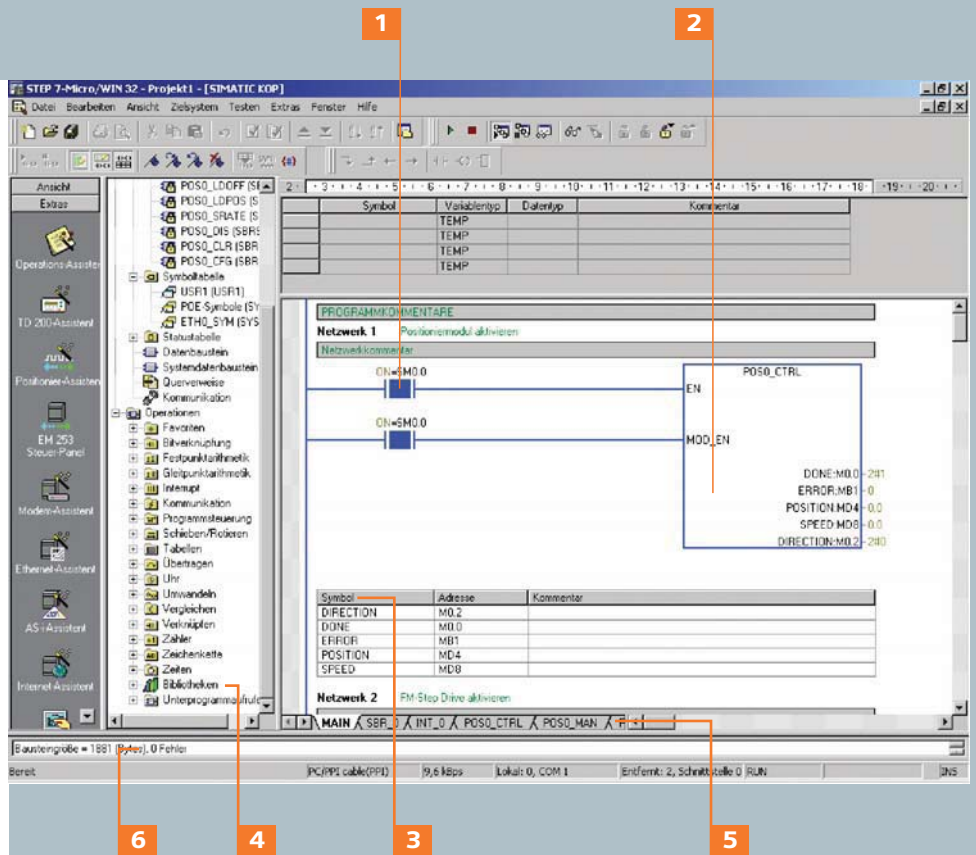


# Tan fácil de usar: Software para «enchufar y listo»

El software de programación STEP 7-Micro/WIN ofrece potentes herramientas que permiten ahorrar mucho tiempo, lo que redundará en un enorme ahorro de costos durante el trabajo cotidiano. El software de programación se maneja de forma análoga a las aplicaciones estándar de Windows. Micro/WIN está dotado de todas las herramientas necesarias para programar la serie completa de PLCs S7-200. Para ello, ponemos a su disposición tanto un repertorio de instrucciones de gran rendimiento como la programación conforme a la norma IEC 1131.

Numerosas funciones nuevas, como p. ej. Trend Charts y nuevos asistentes perfeccionados simplifican más la programación. Y STEP 7-Micro/WIN 4.0 ofrece otras cosas más, entre ellas una memoria de datos segmentada, un manejo más eficaz de las estructuras de programas e instrucciones, o funciones de diagnóstico como un LED personalizado, historial de fallos o edición en runtime y descarga online.

**Al programar es posible conmutar a voluntad entre los editores estándar KOP/FUP y AWL.**



- 1** Funciones online integradas
  - Edición en runtime
  - Estado online
- 2** Posibilidad de ayuda contextual online para todas las funciones
- 3** Notación simbólica y tablas de símbolos claras e informativas
  - Tablas de símbolos estándar
  - Tablas autodefinidas
- 4** Programación estructurada con librerías
  - Protocolo USS para el control de accionamientos
  - Librería Modbus
  - Librerías autodefinidas
- 5** Programación estructurada con subprogramas
  - Subprogramas parametrizables
  - Subprogramas protegidos por contraseña
  - Activación repetida en el programa de usuario
  - Posibilidad de importar/exportar subprogramas
- 6** Búsqueda y eliminación de errores
  - Búsqueda rápida de errores online
  - Localización de errores mediante clic con el ratón

## Software Add-ons

### SIMATIC WinCC flexible – OP 73micro y TP 177micro

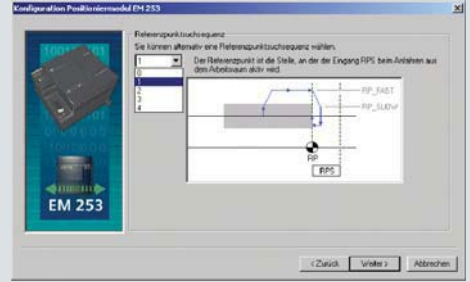
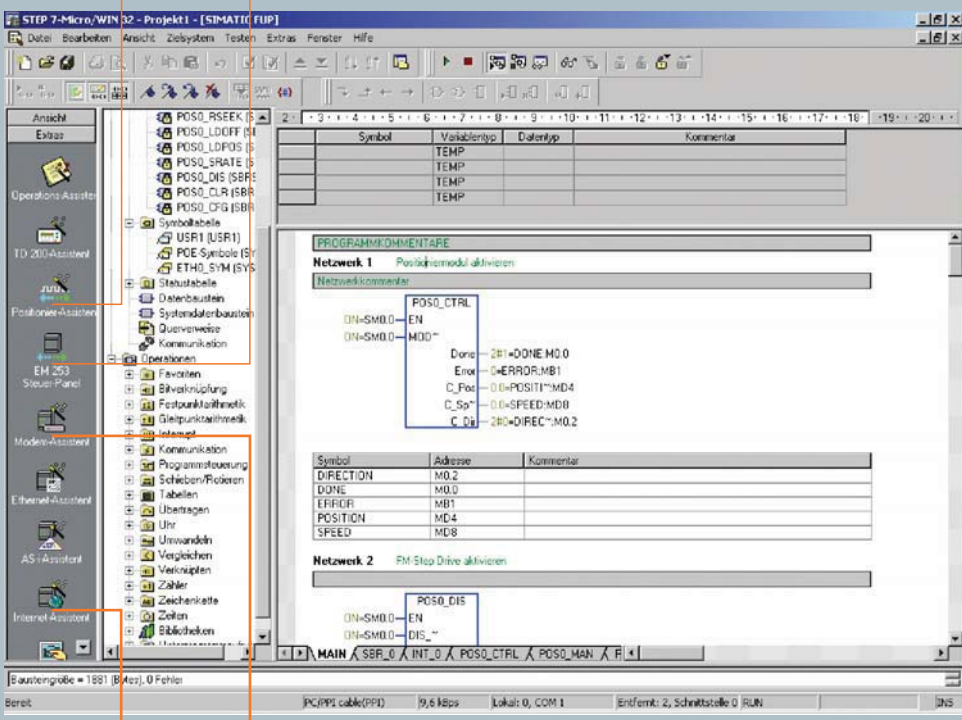
Para la configuración del OP 73micro y TP 177micro con WinCC flexible se ha confeccionado un económico paquete de ingeniería propio: WinCC flexible Micro. Desde luego que se pueden emplear también las versiones Compact/Standard/Advanced. Configuración simple y rápida gracias a un entorno transparente, objetos gráficos preconfeccionados, herramientas inteligentes para la configuración gráfica y soporte a configuraciones multilingües. Para descargar la configuración hace falta un cable adaptador PC/PPI.

### SINAUT Micro SC – Módem GPRS SINAUT MD720-3

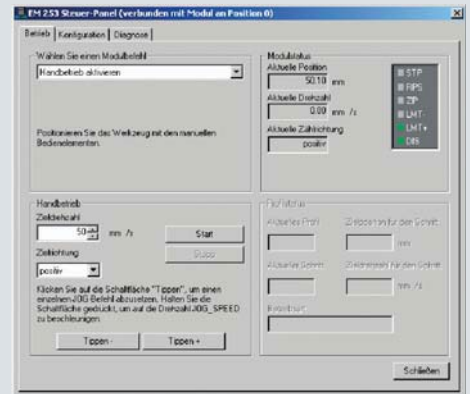
La comunicación inalámbrica bidireccional entre autómatas S7-200 y el módem SINAUT MD720-3 – en estaciones remotas y en la estación central – se realiza a través de GPRS y de la nueva administración de GPRS con el auxilio SINAUT Micro SC, el software de routing OPC. La tecnología de módem cuatribanda permite utilizar la mayoría de los proveedores de telefonía móvil con GPRS. GPRS e Internet facilitan una comunicación rápida y de alcance mundial aparejada con tiempos de transmisión breves, y además a bajo coste, ya que lo único que se contabiliza es el volumen de datos transferido.

Asistente de posicionamiento

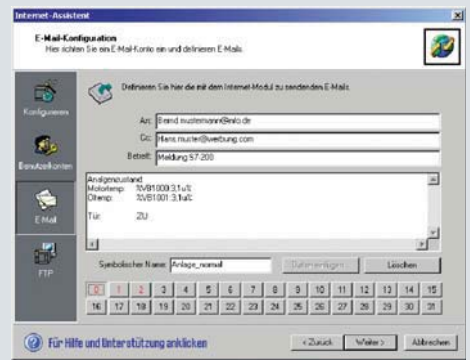
Control Panel



Asistente de posicionamiento



Control Panel



Asistente para TI

Asistente para TI

Asistente para módem

STEP 7-Micro/WIN soporta cada una de las complejas soluciones de automatización con ayuda de los asistentes que aquí se listan:

- TD 200, TD 100C y TD 200C
- Regulador PID
- Contadores rápidos
- NetRead-NetWrite
- Asistente para AS-Interface
- Asistente para Ethernet/Internet
- Asistente de posicionamiento
- Control Panel
- Módem
- Data Logging
- PID Auto Tune Control Panel
- PTO (salidas de impulsos)
- Gestión de recetas
- SIWAREX MS
- Modbus RTU
- Protocolo USS

**Asistente para TI**

- Configuración de derechos de acceso, correo electrónico y FTP
- Parametrización del intercambio de datos vía Ethernet (p. ej.: entre CPUs)

**Control Panel**

- Herramienta de puesta en marcha para aplicaciones de movimiento
- Adaptación y comprobación de parámetros de posicionamiento
- Modificación de las características de desplazamiento

**Asistente de posicionamiento**

- Parametrización de datos de máquina
- Creación de distintas características de desplazamiento
- Selección de distintos tipos de búsqueda del punto de referencia

**Las ventajas más importantes de los asistentes:**

- Parametrización en lugar de programación
- Parametrización gráfica de tareas complejas
- Comprobación automática de la memoria disponible
- Creación de bloques de programa comentados y preparados para su ejecución

**SIWATOOL MS – Módulo de pesaje SIWAREX MS**

SIWAREX MS se integra en el software de la planta con la ayuda de STEP 7-Micro/WIN. A tal efecto, y a modo de base para la configuración subsiguiente de la aplicación, se ofrece gratuitamente un software listo para usar: SIWAREX MS «Getting Started»,

adicionalmente al paquete de configuración. El software SIWATOOL MS permite configurar los módulos de pesaje SIWAREX con la comodidad inherente a Windows, aun sin tener nociones de SIMATIC. En modo online, las múltiples herramientas de diagnóstico de SIWATOOL MS garantiza una rápida detección de fallos.

# La interacción perfecta: S7-200 y Micro Panels

En efecto, con los nuevos SIMATIC Micro Panels ofrecemos una solución optimizada completa, especial para SIMATIC S7-200 y diseñada para interfaces Hombre-Máquina, todo de un mismo proveedor. Los paneles están perfectamente adaptados al micro-PLC S7-200, lo que minimiza el trabajo de configuración. La funcionalidad Plug & Play garantiza la interacción perfecta de los componentes. Elija el panel que mejor responda a sus necesidades.\*

Para aplicaciones sencillas están disponibles los paneles de la serie TD cuya lámina frontal puede diseñarse al gusto del cliente y, además, ocupan poco espacio.

## Visualizador de textos TD 100C

- Pantalla de 4 líneas para textos de 16 caracteres por línea
- Hasta 14 teclas configurables a voluntad
- Lámina frontal configurable a voluntad
- Configuración individual de la representación, posición y tamaño de las teclas
- Todas las funciones protegidas por contraseña
- Hasta 40 alarmas configurables con facilidad
- Juegos de caracteres asiáticos y cirílicos simplificados



## Visualizador de textos TD 200 y TD 200C

- Pantalla de cristal líquido de gran contraste, retroiluminada, 2 líneas
- Hasta 80 mensajes con variables integradas
- La configuración se memoriza en el S7-200: intervenciones en el programa de control introduciendo valores consigna
- Forzado de entradas y salidas (todas las funciones protegidas por contraseña)
- 5 idiomas online
- Juegos de caracteres asiáticos y cirílicos simplificados



### El TD 200 ofrece además

- 8 teclas de función programables a voluntad, con disposición fija

### El TD 200C ofrece además

- Hasta 20 teclas configurables a voluntad
- Lámina frontal configurable a voluntad
- Configuración individual de la representación, posición y tamaño de las teclas



\* La compatibilidad tiene para nosotros prioridad absoluta, o sea que el usuario puede conectar sin la menor dificultad cualquier otro panel de nuestra gama SIMATIC HMI al S7-200.

## Panel de operador OP 73micro apto para gráficos

El panel más compacto de la serie. Simple en sus detalles, pero con funcionalidad completa.

- Pantalla gráfica de 3": bitmaps, barras, varias fuentes, caracteres de tamaños diferentes
- Sistema de alarmas homogéneo con clases de alarmas libremente definibles (p. ej. avisos de evento y fallo) e histórico de avisos 128 registros)
- Cinco idiomas en línea, incluyendo caracteres asiáticos y cirílicos
- Acceso protegido (sistema de contraseñas)



## Touch Panel TP 177micro

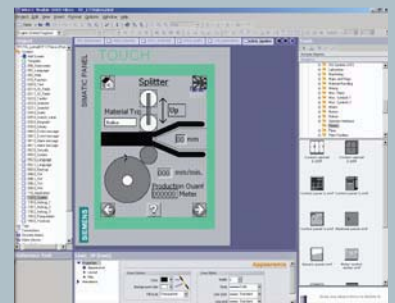
El TP 177micro es la solución idónea para usuarios exigentes que dan especial importancia a una pantalla gráfica y funcionalidad táctil.

- Manejo intuitivo por pantalla táctil de 6 pulgadas
- Más posibilidades de uso por posibilidad de colocación en posición «retrato»
- Más posibilidades de representación por gráficos vectoriales Bluemode (4 tonos del azul)
- Sistema de alarmas eficiente y flexible para conferir más transparencia a la planta
- Visualización de estados de máquina y planta con alarmas discriminadas por clases predefinidas
- Visualización transparente de procesos
- Excelente legibilidad



## Y, además, con el software a la medida ...

Los paneles OP 73micro y TP 177micro pueden configurarse de manera sencilla y confortable al más alto nivel de automatización gracias un software HMI novedoso e innovador denominado WinCC flexible Micro. Los visualizadores de texto TD 100C, TD 200 y TD 200C se configuran con el software SIMATIC STEP 7-Micro/WIN.





# Expandible, flexible y potente:

## Prestaciones para cualquier necesidad

### TOP en tiempo real

Alta tecnología en cada detalle garantiza la excelente respuesta en tiempo real de nuestras CPUs:

- 4 ó 6 contadores hardware autónomos, cada uno de 30 kHz, 2 x 200 kHz con CPU 224 XP, p. ej. para supervisión exacta de trayectos con encoders incrementales para contaje ultrarrápido de eventos en el proceso
- 4 entradas de alarma (interrupción) autónomas, tiempo de filtro de entrada 0,2 ms hasta la acción del programa, para máxima seguridad en el proceso
- Función de captura de impulso para señales > 0,2 ms, usable con eventos rápidos de la aplicación
- 2 salidas de trenes de impulsos, cada una de 20 kHz ó 2 x 100 kHz con CPU 224 XP con modulación de ancho o frecuencia de impulsos, p. ej. para controlar motores paso a paso
- 2 interrupciones temporizadas ajustables a partir de 1 ms en intervalos de 1 ms, para controlar sin lagunas procesos rápidamente cambiantes
- Entradas analógicas rápidas; tiempo de conversión de señal de 25 µs, resolución de 12 bits
- Reloj en tiempo real

### Interrupciones temporizadas

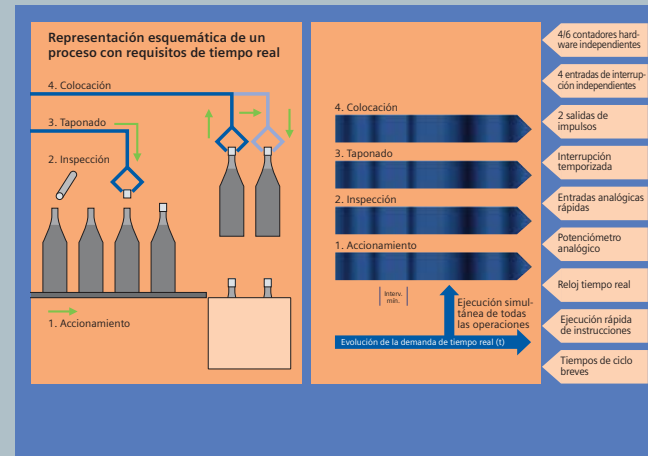
- Entre 1 y 255 ms, con una resolución de 1 ms
- Ejemplo: al atornillar rápidamente tornillos a 3000 rpm es posible captar y procesar las señales tras cada cuarto de vuelta. Esto permite medir con gran precisión, p. ej. pares de apriete (M) para garantizar un asiento óptimo de los tornillos.

### Contadores rápidos

- Independientes entre sí, de otras operaciones y del ciclo del programa
- Disparan interrupciones al alcanzarse valores definibles; tiempo de reacción entre la detección de la señal de entrada y la conmutación de la salida asociada: 300 µs
- Evaluación tetraflanco para posicionamiento exacto utilizando encoders incrementales

### Entradas de alarma (interrupción)

- 4 entradas de interrupción independientes
- Para registrar señales que se suceden a intervalos muy cortos
- Tiempo de reacción de 200 µs-500 µs para detectar señales/300 µs hasta emisión de señal
- Reacción a flanco ascendente y/o descendente
- Máx. 16 interrupciones en cola de espera con prioridad definible



Característica	CPU 221	CPU 222	CPU 224/224 XP	CPU 226
Contadores hardware independientes	4	4	6	6
Entradas de interrupción independientes	4	4	4	4
Salidas de impulsos	2	2	2	2
Interrupciones de tiempo	1 a 250 ms	1 a 250 ms	1 a 250 ms	1 a 250 ms
Reloj tiempo real	opcional	opcional	integrado	integrado
Velocidad de ejecución de operaciones binarias	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs

## Equipos complementarios óptimos

### SITOP power, óptimamente armonizado con SIMATIC S7-200

SITOP power 24/3,5 A es la fuente de alimentación óptima cuando la CPU SIMATIC S7-200 estándar no tiene capacidad suficiente para alimentar todas las cargas. Esta fuente conmutada está plenamente adaptada, tanto en diseño como en funcionalidad, al micro-PLC. Puede integrarse en el conjunto como cualquier otro módulo S7-200.



### Para ambientes adversos: SIPLUS additions

Aplicación bajo condiciones extremas, ¡ningún problema! Tanto si necesita componentes aptos para funcionar bajo las condiciones más hostiles, protección contra condensaciones o simplemente otros valores de tensión, la solución se llama: SIPLUS additions. Esta gama permite adaptar sus CPUs a los requisitos específicos.



## Módulo de memoria

### Módulos de memoria EEPROM

Un pequeño módulo EEPROM opcional permite ahorrar mucho tiempo y gastos. Sirve por ejemplo para copiar en el PLC el programa de usuario, actualizarlo o sustituirlo. Y, en caso de necesidad, sirve como recipiente para enviar el programa rápida y económicamente a sus clientes. Una vez allí basta con desconectar la alimentación, enchufar el módulo y volver a conectar la alimentación, esto es todo lo que hay que hacer para actualizar el programa.

Ya sea para documentar un proyecto, manipular recetas o registrar datos, nuestros nuevos módulos de memoria están disponibles con 64 KB ó 256 KB.

### Nuevas posibilidades

#### Documentación de proyectos

- Archivos Bitmap, PDF, DOC Files
- Con el S7-200 Explorer se transfieren proyectos MW completos al módulo de memoria, proporcionando acceso directo in situ a la documentación de usuario actualizada, con o sin MW

#### Tratamiento de recetas

- Definición y descarga de recetas, p. ej. datos de producto, parámetros de máquina, etc.
- Los recursos se aprovechan mejor ocupando con una sola receta la memoria de datos de la CPU: actualización y adaptación online

#### Data Logging

- Almacenamiento dinámico, p. ej. de los datos de desempeño o estadística, así como avisos de fallos o perturbaciones
- Opcional: etiqueta hora/fecha
- Log File transferible vía Explorer al PC

## Pequeños y prácticos

### Módulo de pila

Y para no perder ni solo un dato de usuario hemos creado el módulo de pila opcional para respaldo a largo plazo con una autonomía total de 200 días, cifra muy superior a la que ofrece el respaldo integrado, que es de unos 5 días.

### Reloj en tiempo real

Ya sea contar horas de funcionamiento, conectar con antelación la calefacción de salas o etiquetar con tiempo y hora los mensajes: el reloj de tiempo real del S7-200 corre, tras su ajuste por software, con precisión al segundo, incluso en años bisiestos. Incluye cambio automático al horario de verano o de invierno.

### Potenciómetros analógicos

Los potenciómetros analógicos integrados en el S7-200 permiten optimizar prácticamente «con la punta de los dedos» las secuencias del proceso y ajustar con gran precisión valores en memoria, valores de tiempo, preajustes de contadores u otros parámetros, todo ello sin intervenir en el programa. Es muy práctico poder modificar direct. un tiempo de soldadura o una temporización de desconexión.



## Datos, datos, datos:






### Las características técnicas del sistema

#### Características técnicas comunes de las CPUs 221, 222, 224, 224 XP y 226

Característica	CPU 221, 222, 224, 224 XP, 226
Aritmética en coma fija de 32 bits según norma IEEE	sí
Reguladores PID integrados plenamente parametrizables	sí, hasta 8 reguladores PID independientes
Velocidad de procesamiento al bit	0,22 $\mu$ s
Interrupciones controladas por tiempo	2 (tiempo de ciclo entre 1 y 255 ms con 1 ms de resolución)
Interrupciones hardware (detección de flancos en entradas)	máx. 4 entradas
Marcas, temporizadores, contadores	256 de cada
Contadores rápidos	4-6 (según CPU), máx. 30 kHz, ó 200 kHz en la CPU 224 XP
Salidas de impulsos (modulables en ancho o frecuencia)	2 salidas, 20 kHz cada una (para variantes DC), 100 kHz en CPU 224 XP
Memoria de programas y datos	remanente (no volátil)
Memorización de datos dinámicos en caso de fallo de alimentación	remanencia: mediante condensador interno de alto rendimiento o módulo de pila adicional. No volátil: carga del bloque de datos con STEP 7-Micro/WIN, TD 200C o vía programa de usuario en la EEPROM integrada
Respaldo de los datos dinámicos mediante módulo de pila	típ. 200 días
Puerto integrado de comunicación	sí, puerto RS 485 que soporta los modos siguientes: maestro o esclavo PPI / esclavo MPI / Freeport (protocolo ASCII programable)
Velocidad de transferencia máx.	187,5 kbaudios (PPI/MPI) ó 115,2 kbaudios (Freeport)
Software de programación	STEP 7-Micro/WIN que sirve para todos los lenguajes como AWL, FUP o KOP
Módulo de memoria de programa opcional	sí, programable en la CPU, para transferir programas, Data Logging, recetas, documentación
Variante DC/DC/DC	sí
Alimentación	24 V DC
Entradas digitales	24 V DC
Salidas digitales	24 V DC, máx. 0,75 A, pueden conectarse en paralelo para aumentar la potencia
Variante AC/DC/relés	sí
Alimentación	85-264 V AC
Entradas digitales	24 V DC
Salidas digitales	5-30 V DC ó 5-250 V AC, máx. 2 A (relés)



## Datos específicos de cada CPU

Característica	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224 XP	CPU 226
					
Entradas/salidas digitales integradas	6 ED/4 SD	8 ED/6 SD	14 ED/10 SD	14ED/10SD	24 ED/16 SD
Entradas/salidas digitales					
Nº de canales vía módulos de ampliación	–	40/38/78	94/82/168	94/82/168	128/120/248
Entradas/salidas analógicas				2EA/1 SA integradas	
Nº de canales vía módulos de ampliación	–	8/4/10	28/14/35	30/15/38	28/14/35
Memoria de programas	4 kbytes	4 kbytes	8/12 kbytes	12/16 kbytes	16/24 kbytes
Memoria de datos	2 kbytes	2 kbytes	8 kbytes	10 kbytes	10 kbytes
Memorización de datos dinámicos					
vía condensador de alto rendimiento	típ. 50 h	típ. 50 h	típ. 100 h	típ. 100 h	típ. 100 h
Contadores rápidos	4 x 30 kHz, de ellos, 2 x 20 kHz usables como contadores A/B	4 x 30 kHz, de ellos, 2 x 20 kHz usables como contadores A/B	6 x 30 kHz, de ellos, 4 x 20 kHz usables como contadores A/B	4 x 30 kHz, 2 x 200 kHz, de ellos, 3 x 20 kHz y 1 x 100 kHz usables como contadores A/B	6 x 30 kHz, de ellos, 4 x 20 kHz usables como contadores A/B
Puertos de comunicación RS 485	1	1	1	2	2
Protocolos soportados:				sí, en los dos puertos	sí, en los dos puertos
– PPI maestro / esclavo	sí	sí	sí	sí	sí
– MPI esclavo	sí	sí	sí	sí	sí
– Freeport (protocolo ASCII programable)	sí	sí	sí	sí	sí
Posibilidades de comunicación opcionales	no ampliable	sí, esclavo PROFIBUS DP y/o maestro AS-Inter- face/Ethernet/ Internet/módem	sí, esclavo PROFIBUS DP y/o maestro AS-Inter- face/Ethernet/ Internet/módem	sí, esclavo PROFIBUS DP y/o maestro AS-Inter- face/Ethernet/ Internet/módem	sí, esclavo PROFIBUS DP y/o maestro AS-Inter- face/Ethernet/ Internet/módem
Potenciómetro analóg. de 8 bits integrado (para p. en marcha, cambio de valores)	1	1	2	2	2
Reloj de tiempo real	opcional	opcional	sí	sí	sí
Alimentación p. sensores 24 V DC integrada	máx. 180 mA	máx. 180 mA	máx. 280 mA	máx. 280 mA	máx. 400 mA
Regleta de conexión desenchufable	–	–	sí	sí	sí
Dimensiones (A x A x P en mm)	90 x 80 x 62	90 x 80 x 62	120,5 x 80 x 62	140 x 80 x 62	196 x 80 x 62



## Datos, datos, datos:

### Las características técnicas del sistema

Características técnicas			
Módulos de E/S digitales	EM 221	EM 222	EM 222
Número de entradas/salidas	8 ED (DC)	8 SD (DC)	8 SD (relés)
Número de <b>entradas</b>	8	–	–
Tipo de entrada	24 V DC	–	–
Sumidero de corriente/fuente de corriente	x / x	–	–
Tensión de entrada	24 V DC, máx. 30 V	–	–
Aislamiento galvánico	sí	–	–
en grupos de	4 entradas	–	–
Número de <b>salidas</b>	–	8	8
Tipo de salida	–	DC 24 V	relés
Salida de corriente	–	0,75 A, conectables en paralelo en grupos para mayor potencia	2 A
Salida de tensión DC	–	20,4–28,8 V	5–30 V
(rango admisible) AC	–	–	5–250 V
Aislamiento galvánico	–	sí	sí
en grupos de	–	4 salidas	4 salidas
Regleta de conexión desenchufable	sí	sí	sí
Dimensiones (A x A x P en mm)	46 x 80 x 62	46 x 80 x 62	46 x 80 x 62

Módulo de E/S digitales	EM 221	EM 222	EM 222
Número de entradas/salidas	16 ED (DC)	4 SD (DC)	4 SD (relés)
Número de <b>entradas</b>	16	–	–
Tipo de entrada	24 V DC	–	–
Sumidero de corriente/fuente de corriente	x / x	–	–
Tensión de entrada	24 V DC, máx. 30 V	–	–
Aislamiento galvánico	sí	–	–
en grupos de	4 entradas	–	–
Número de <b>salidas</b>	–	4	4
Tipo de salida	–	24 V DC	relés
Salida de corriente	–	5 A máx. por salida, conectables en paralelo para mayor potencia	10 A máx. por salida
Salida de tensión DC (rango admisible) AC	–	20,4–28,8 V	12–250 V
Aislamiento galvánico	–	sí	sí
en grupos de	–	1 salida	1 salida
Regleta de conexión desenchufable	sí	sí	sí
Dimensiones (A x A x P en mm)	71,2 x 80 x 62	46 x 80 x 62	46 x 80 x 62

Accesorios	RS 232 Smart Cable (Multimaster <sup>1,2</sup> )	USB Smart Cable (Multimaster <sup>3</sup> )
Aislamiento galvánico	sí	sí
Alimentación	desde CPU	desde puerto USB
Protocolos soportados	PPI y ASCII (Freeport); 10/11 bits	PPI; 10/11 bits
Comunicación PPI	9,6 k; 19,2 k; 187,5 k	9,6 k; 19,2 k; 187,5 k
Ajuste de comunicación	interruptor DIP; RS 232 automático	no procede
LEDs indicadores	sí	sí
Software necesario	STEP 7-Micro/WIN V3.2 SP4 ó superior	STEP 7-Micro/WIN V3.2 SP4 ó superior

<sup>1</sup> RS 232 Smart Cable: para redes y módems externos (también GSM y GPRS); <sup>2</sup> los ajustes, p. ej. del módem, se almacenan de forma permanente;

<sup>3</sup> USB Smart Cable: Multimaster para USB

### Características técnicas

Módulo de E/S digitales	EM 223	EM 223	EM 223	EM 223	EM 223	EM 223
Número de entradas/salidas	4 ED (DC) / 4 SD (DC)	4 ED (DC) / 4 SD (rel.)	8 ED (DC) & 8 SD (DC)	8 ED (DC) & 8 SD (rel.)	16 ED (DC) & 16 SD (DC)	16 ED (DC) & 16 SD (rel.)
Número de <b>entradas</b>	4	4	8	8	16	16
Tipo de entrada	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC
Sumidero de corriente						
Fuente de corriente	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x
Tensión de entrada	24 V DC, máx. 30 V	DC 24 V, máx. 30 V	DC 24 V, máx. 30 V	DC 24 V, máx. 30 V	DC 24 V, máx. 30 V	DC 24 V, máx. 30 V
Aislamiento galvánico en grupos de	no	no	sí 4 entradas	sí 4 entradas	sí 8 entradas	sí 8 entradas
Número de <b>salidas</b>	4	4	8	8	16	16
Tipo de salida	24 V DC	relés	24 V DC	relés	24 V DC	relés
Salida de corriente	0,75 A conectables en paralelo para mayor potencia	2 A	0,75 A conectables en paralelo en grupos para mayor potencia	2 A	0,75 A conectables en paralelo en grupos para mayor potencia	2 A
Salida de tensión DC (rango admisible) AC	20,4–28,8 V	5–30 V	20,4–28,8 V	5–30 V	20,4–28,8 V	5–30 V
Aislamiento galvánico en grupos de	no	no	sí 4 salidas	sí 4 salidas	sí 4/4/8 salidas	sí 4 salidas
Regleta de conexión	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Dimensiones (A x A x P en mm)	46 x 80 x 62	46 x 80 x 62	71,2 x 80 x 62	71,2 x 80 x 62	137,3 x 80 x 62	137,3 x 80 x 62

Módulo de E/S analógicas	EM 231	EM 232	EM 235
Número de entradas/salidas	4 EA	2 SA	4 EA & 1 SA
Número de <b>entradas</b>	4	–	4
Tipo de entrada	0–10 V/0–20 mA	–	0–10 V/0–20 mA
Rangos de tensión	0–10 V, 0–5 V +/-5 V, +/-2,5 V	–	0–10 V, 0–5 V +/-5 V, +/-2,5 V y otros márgenes
Resolución	12 bits	–	12 bits
Aislamiento galvánico	no	–	no
Número de <b>salidas</b>	–	2	1
Tipo de salida	–	+/-10 V, 0–20 mA	+/-10 V, 0–20 mA
Resolución	–	12 bits tensión, 11 bits corriente	12 bits tensión
Aislamiento galvánico	–	no	no
Regleta de conexión desenchufable	no	no	no
Dimensiones (A x A x P en mm)	71,2 x 80 x 62	46 x 80 x 62	71,2 x 80 x 62



## Datos, datos, datos:

### Las características técnicas del sistema

#### Características técnicas

Módulos de medida de temperatura	EM 231 TC Termopares	EM 231 RTD Termorresistencias
Número de entradas/salidas	4 EA	2 EA
Número de <b>entradas</b>	4	2
Tipo de entrada	termopares tipo S, T, R, E, N, K, J tensión +/-80 mV	Pt 100, 200, 500, 1000 ohmios, Pt 10.000, Ni 10, 120, 1000 ohmios, R 150, 300, 600 ohmios
Resolución	15 bits + signo	15 bits + signo
Aislamiento galvánico	500 V AC	500 V AC
Compensación de uniones frías	sí	no corresponde
Cableado	a dos hilos	a dos, tres o cuatro hilos
Longitud de cable máx. al sensor	100 m	100 m
Regleta de conexión desenchufable	no	no
Dimensiones (A x A x P en mm)	71,2 x 80 x 62	71,2 x 80 x 62

Los valores de temperatura en grados centígrados o Fahrenheit están disponibles en el programa como valores con un decimal.

Número de <b>entradas</b>	5 puntos (RP, LMT-, LMT+, ZP, STP)	
Tipo de entradas	tipo P/tipo M (tipo 1, P según IEC, excepto ZP)	
Número de salidas integradas	6 puntos (4 señales)	
Tipo de salidas	P0+, P0-, P1+, P1- Driver RS 422 P0, P1+, DIS, CLR Open Drain	
Frecuencia de conmutación	P0+, P0-, P1+, P1- 200 kHz	
<b>Alimentación:</b>		
Tensión de alimentación L +	11 a 30 V DC	
Tensión de salida lógica	+5 V DC +/-10 %, máx. 200 mA	
Corriente de alimentación L +, carga 5 V DC		
Corriente de carga	<u>Entrada 12 V DC</u>	<u>Entrada 24 V DC</u>
0 mA (sin carga)	120 mA	70 mA
200 mA (carga nominal)	300 mA	130 mA
Dimensiones (A x A x P)	71,2 x 80 x 62	
Peso	0,190 kg	
Pérdidas	2,2 W	
Requisitos V DC		
+5 V DC	190 mA	
+24 V DC	70 mA	

Ampliaciones específicas



## Características técnicas

### SIWAREX MS

Interfaces de comunicación	Bus SIMATIC S7, RS 232, TTY
Propiedades de medición	
• Límite de error según DIN 1319-1 del fondo de escala a $20^{\circ} \pm 10$ K	0,05 %
• Resolución interna	65,535
Formato de datos de pesos	2 bytes (coma fija)
Número de mediciones/segundo	50 ó 30
Células de carga	Extensométricas conectadas a 4 ó 6 hilos
Sensibilidad de la célula	1 mV/V a 4 mV/V
Separación máx. de las células de carga	500 m
Homologaciones Ex y de seguridad	CE, ATEX 100, FM, UL, cUL <sub>US</sub> Haz. Loc. (todas en tramitación)
Grado de protección según DIN EN 60529; IEC 60529	IP20



# Datos, datos, datos:

## Las características técnicas del sistema

Características técnicas		
Paneles	TD 100C	TD 200
<b>Pantalla</b>		Pantalla LCD
Cantidad de líneas	4	2
Caracteres por línea (máx.)	10/16 (ASCII/cirílico), 8 (chino)	20 (ASCII/cirílico), 10 (chino)
Altura de carácter	3,34 mm	5 mm
Resolución	–	–
<b>Elementos de mando</b>	Teclado táctil	Teclado táctil
Teclas de función (programables)	14, configurable a voluntad	8
Teclas de sistema	–	5
Memoria integrada (útil para datos de usuario)	Datos de usuario en CPU	Datos de usuario en CPU
<b>Puertos</b>	1 PPI (RS 485); para montar una red con 126 estaciones/nodos	1 PPI (RS 485); para montar una red con 126 estaciones/nodos
<b>Funcionalidad</b>		
Mensajes (clases de mensaje definibles a voluntad)	40	80
Respaldo de mensajes (número de entradas)	–	–
Imágenes de proceso	32	64
Variables	208	864
Objetos gráficos	–	–
Numéricos/Alfa	• / –	• / –
Password	•	•
Idiomas online	1	5
Barras (gráficas)	–	•
Grado de protección (frontal/posterior)	IP65, IP20	IP65, NEMA4 / IP20
<b>Dimensiones</b>		
Panel frontal Ancho x Altura en mm	90 x 76	148 x 76
Profundidad del equipo en mm	36 (máx. 44 con sujeción)	27
Certificación	CE, cULus, FM, C-Tick, ATEX	CE, cULus, FM, C-Tick, ATEX
<b>Tensión de alimentación</b>	24 V DC (de S7-200)	24 V DC
<b>Condiciones de entorno</b>		
Temperatura en servicio		
• montaje vertical	0 °C a 60 °C	0 °C a 60 °C
• grado de inclinación máx.	0 °C a 60 °C	0 °C a 60 °C
Temperatura transporte/almacenamiento	–20 °C a 70 °C	–20 °C a 70 °C
<b>Peso</b>	0,12 kg	0,19 kg
<b>Configuración/Programación</b>	Micro/WIN 4.0 SP2	Micro/WIN 4.0

1) MTBF de la retroiluminación (a 25 °C): OP 73micro aprox. 100.000 h, TP 177micro aprox. 50.000 h

• posible  
– imposible



TD 200C	OP 73micro	TP 177micro <sup>2)</sup>
Pantalla LCD	Pantalla LCD 3" <sup>1)</sup> Blue Mode, 4 niveles de azul <sup>1)</sup>	Pantalla LCD 5,7", STN,
2	–	–
20 (ASCII/cirílico), 10 (chino)	–	–
5 mm	–	–
–	160 x 48 píxeles	320 x 240 píxeles (240 x 320 píxeles en configuración vertical TP 177micro)
Teclado táctil	Teclado táctil	Panel táctil
20 configurable a voluntad	4	–
	8	–
Datos de usuario en CPU	128 kBytes Flash	256 kBytes Flash
1 PPI (RS 485); para montar una red con 126 estaciones/nodos	1 x RS 485	1 x RS 485
80	250	500
–	128 (sin pilas de respaldo)	128 (sin pilas de respaldo)
64	250	250
864	500	250
Iconos	Bitmaps/Iconos/ Imágenes de fondo	Bitmaps/Iconos/ Imágenes de fondo
• / –	• / •	• / •
•	•	•
5	5	5
•	•	•
IP65, NEMA4 / IP20	IP65 (montado), NEMA4, NEMA4X, NEMA12 / IP20	IP65 (montado), NEMA, NEMA4X, NEMA12 / IP20
148 x 76	154 x 84	212 x 156
27	27	42
CE, cULus, FM, C-Tick, ATEX	en prep.: FM, cULus, CE, C-Tick	en prep.: FM, cULus, CE, C-Tick
24 V DC	24 V DC	24 V DC
0 °C a 60 °C	0 °C a 50 °C	0 °C a 50 °C
0 °C a 60 °C	0 °C a 40 °C	0 °C a 40 °C
–20 °C a 70 °C	–20 °C a 70 °C	–20 °C a 60 °C
0,2 kg	0,3 kg	0,7 kg
Micro/WIN 4.0	desde WinCC flexible Micro	desde WinCC flexible Micro

**Características técnicas**

Módulo de comunicaciones	EM 277, módulo PROFIBUS DP	CP 243-2, módulo maestro AS-Interface
Puerto	1 puerto de comunicación RS 485	AS-Interface
Protocolos soportados:	– esclavo en MPI – esclavo en PROFIBUS DP	AS-Interface
Velocidad de transferencia	9.600 baudios hasta 12 Mbaudios se ajusta automáticamente	– tiempo de ciclo máx. 5 ms con 31 esclavos – tiempo de ciclo máx. 10 ms con 62 esclavos
Estaciones conectables:	– visualizador de textos TD 200, V2.0 o superior – paneles de operador convencionales y táctiles – PG/PC con puerto MPI (descarga/estado de CPU vía Micro/WIN) – CPU S7-300/400 – maestro o esclavo PROFIBUS DP	máx. 62 esclavos AS-Interface
Indicadores de estado	error CPU, Power, error DP, modo DX	ind. de estado para esclavos, ind. de error
Dirección de estación	ajustable en el módulo (0–99)	no procede
Aislamiento galvánico	500 V AC	no
Longitud máx. de cable (sin repetidor)	1200 m (a 93,75 kbaudios)	100 m
Regleta de conexión desenchufable	no	sí
Dimensiones (A x A x P en mm)	71 x 80 x 62	71,2 x 80 x 62
Peso en g	175	210
Pérdidas en W	2,5	1,8

**Módulos de comunicación por módem****Módulo de módem EM 241****SINAUT MD720-3<sup>1</sup>****Conexión por teléfono:****Módem GPRS/GSM**

Aislamiento galvánico (línea telefónica resp. lógica y ...)	1500 V AC (galvánico)	–
Conector	RJ11 (6 puntos, 4 hilos)	SMA/50 ohmios (antena) RS 232, conector: D-SUB de 9 polos
Estándares módem	Bell 103, Bell 212, V.21, V.22, V.22 bis, V.23c, V.32, V.32 bis, V.34 (estándar)	GPRS/CSD/cuatribanda 850/900/1800/1900 MHz V.24/V.28 (estándar)
Características de seguridad	contraseña, callback	–
Procedimiento de marcado	impulsos o tonos	–
Protocolos de mensajes (SMS)	numérico TAP (alfanumérico) comandos UCP 1, 30, 51	Comandos SMS/AT –
Protocolos estándar de la industria	modo RTU, PPI, funciones integradas para intercambio de datos	–
Dimensiones (A x A x P)	71,2 x 80 x 62	114 mm x 22,5 mm x 99 mm
Peso	0,190 kg	0,150 kg
Pérdidas	2,1 W	5,5 W
Requisitos V DC		12–30 V DC (24 V DC nominal)
+5 V DC	80 mA	
+24 V DC	70 mA	

**Módulo de comunicación Ethernet****CP 243-1****CP 243-1 IT**

Velocidad de transmisión	10/100 Mbits/s	10/100 Mbits/s
Puertos (conexión a Industrial Ethernet)	RJ45	RJ45
Tensión de alimentación	24 V DC	24 V DC
Consumo desde el bus posterior / desde 24 V DC externo	55 mA/60 mA	55 mA/60 mA
Pérdidas con 24 V DC	1,75 W	1,75 W
Dimensiones (A x A x P)	71,2 x 80 x 62	71,2 x 80 x 62
Peso	150 g	150 g

**Comunicación S7/PG**

Número de conexiones posibles	8 conexiones S7 + 1 conexión PG	8 conexiones S7 + 1 conexión PG
Configuración	con STEP 7-Micro/WIN (V3.2 SP1 ó superior)	con STEP 7-Micro/WIN (V3.2 SP1 ó superior)

**Comunicación TI**

Número de conexiones a un servidor de e-mail	–	1
Cliente de e-mail	–	32 e-mails con máx. 1024 caracteres
Número de conexiones FTP/HTTP	–	1/4
Protección de acceso configurable	–	8 usuarios
Capacidad de memoria del sistema de archivos	–	8 Mbytes

<sup>1</sup> Requiere antena cuatribanda ANT 794-4 MR



Producto	Referencia
<b>CPU</b>	
CPU 221 DC/DC/DC (no ampliable)	6ES7 211-0AA23-0XB0
CPU 221 AC/DC/relé (no ampliable)	6ES7 211-0BA23-0XB0
CPU 222 DC/DC/DC	6ES7 212-1AB23-0XB0
CPU 222 AC/DC/relé	6ES7 212-1BB23-0XB0
CPU 224 DC/DC/DC	6ES7 214-1AD23-0XB0
CPU 224 AC/DC/relé	6ES7 214-1BD23-0XB0
CPU 224XP DC/DC/DC	6ES7 214-2AD23-0XB0
CPU 224XP AC/DC/relé	6ES7 214-2BD23-0XB0
CPU 226 DC/DC/DC	6ES7 216-2AD23-0XB0
CPU 226 AC/DC/relé	6ES7 216-2BD23-0XB0

### Módulos de ampliación

#### Ampliaciones digitales y analógicas

Módulo de entrada 8 x ED 24 V DC	6ES7 221-1BF22-0XA0
Módulo de entrada 8 x ED 120 / 230 V	6ES7 221-1EF22-0XA0
Módulo de entrada 16 x ED 24 V DC	6ES7 221-1BH22-0XA0
Módulo de salida 8 x SD 24 V DC	6ES7 222-1BF22-0XA0
Módulo de salida 8 x SD relé	6ES7 222-1HF22-0XA0
Módulo de salida 8 x SD 120 / 230 V	6ES7 222-1EF22-0XA0
Módulo de salida 4 x SD 24 V DC 5 A	6ES7 222-1BD22-0XA0
Módulo de salida 4 x SD relé 10 A	6ES7 222-1HD22-0XA0
Módulo de entrada/salida 4 x ED 24 V DC / 4 x SD 24 V DC	6ES7 223-1BF22-0XA0
Módulo de entrada/salida 4 x ED 24 V DC / 4 x SD relé	6ES7 223-1HF22-0XA0
Módulo de entrada/salida 8 x ED 24 V DC / 8 x SD 24 V DC	6ES7 223-1BH22-0XA0
Módulo de entrada/salida 8 x ED 24 V DC / 8 x SD relé	6ES7 223-1PH22-0XA0
Módulo de entrada/salida 16 x ED 24 V DC / 16 x SD 24 V DC	6ES7 223-1BL22-0XA0
Módulo de entrada/salida 16 x ED 24 V DC / 16 x SD relé	6ES7 223-1PL22-0XA0
Módulo de entrada analógica 4 EA 12 bits	6ES7 231-0HC22-0XA0
Módulo de entrada/salida analógica 4 EA / 1 SA 12 bits	6ES7 235-0KD22-0XA0
Módulo de salida analógica 2 SA 12 bits	6ES7 232-0HB22-0XA0

#### Ampliaciones específicas

Módulo de entrada analógica RTD, 2 EA, PT100/200/500/1000, Ni100/120/1000, Cu10, resist. 150/300/600 ohmios, 16 bits	6ES7 231-7PB22-0XA0
Módulo de entrada analógica TC, 4 EA, ± 80 mV y Termopares tipo J, K, S, T, R, E, N, 16 bits	6ES7 231-7PD22-0XA0
EM de posicionamiento, módulo de ampliación de posicionamiento <sup>1)</sup> , 200 kHz, para el control de motores paso a paso o servoaccionamientos, control en lazo abierto, parametrización vía Micro/WIN	6ES7 253-1AA22-0XA0
Módulo de pesaje SIWAREX MS Micro Scale	7MH4930-0AA01

#### Comunicación

Módulo PROFIBUS DP EM 277 <sup>1)</sup>	6ES7 277-0AA22-0XA0
Módulo maestro AS-Interface CP 243-2	6GK7 243-2AX01-0XA0
Módem-EM <sup>1)</sup> , módulo de ampliación de módem para redes telefónicas analógicas para tele-mantenimiento, señalización, comunicación CPU a CPU, CPU a PC	6ES7 241-1AA22-0XA0
Industrial Ethernet CP 243-1, conexión S7-200 a Industrial Ethernet	6GK7 243-1EX00-0XE0
Industrial Ethernet CP 243-1-IT función como CP 243-1, además: FTP, e-mail, HTML	6GK7 243-1GX00-0XE0
Módem GPRS SINAUT MD720-3	6NH9720-3AA00
Antena ANT 794-4 MR	6NH9860-1AA00

#### Manuales

Manual de sistema S7-200 (en español)	6ES7 298-8FA24-8DH0
Manual de OP 73micro/TP 177micro (en español)	6AV6 691-1DF01-0AE0
Manual de usuario de WinCC flexible Micro (en español)	6AV6 691-1AA01-0AE0
Manual del procesador de comunicaciones CP 243-2 (en español)	6GK7 243-2AX00-8DA0

Producto	Referencia
<b>Manejo y visualización</b>	
Visualizador de textos TD 100C con superficie de manejo individualizada, 4 líneas y accesorios de montaje, 187,5 kbaudios	6ES7 272-1BA10-0YA0
Visualizador de textos TD 200, 2 líneas con cable (2,5 m) y accesorios de montaje, 187,5 kbaudios	6ES7 272-0AA30-0YA0
Visualizador de textos TD 200C con superficie de manejo individualizada, 2 líneas con cable (2,5 m) y accesorios de montaje, 187,5 kbaudios	6ES7 272-1AA10-0YA0
Panel de operador OP 73micro, pantalla gráfica 3", configurable con WinCC flexible Micro	6AV6 640-0BA11-0AX0
Panel táctil TP 177micro, pantalla gráfica 5,7", configurable con WinCC flexible Micro	6AV6 640-0CA11-0AX0

#### Accesorios

Módulo de pila	6ES7 291-8BA20-0XA0
Módulo de memoria EEPROM (hasta CPU ... 22 0XB0)	6ES7 291-8GE20-0XA0
Data Logger Cartridge, 64 kbytes (desde CPU ... 23 0XB0)	6ES7 291-8GF23-0XA0
Data Logger Cartridge, 256 kbytes (desde CPU ... 23 0XB0)	6ES7 291-8GH23-0XA0
Módulo de reloj, incl. pila (221, 222 hasta ... 22 0XB0)	6ES7 297-1AA20-0XA0
Módulo de reloj, incl. pila (221,222 desde ... 23 0XB0)	6ES7 297-1AA23-0XA0
Cable de prolongación para módulos de ampliación, 0,8 m	6ES7 290-6AA20-0XA0
Cable PC/PPI, cable RS 232/485 para PC/laptop/módem/xxx a S7-200, máx. 187,5 kbits/s, Multimaster, ASCII, Freeport	6ES7 901-3CB30-0XA0
Cable PC/PPI, cable USB/485 para PC/laptop a S7-200, máx. 187,5 kbits/s, Multimaster	6ES7 901-3DB30-0XA0
Cable MPI	6ES7 901-0BF00-0AA0
TD 100C Cable de conexión con la CPU	6ES7 901-3EB10-0XA0
CP 5511: PCMCIA, tipo II, RS 485 (PPI/MPI/PROFIBUS) para PC/laptop con máx. 12 Mbits/s	6GK1 551-1AA00
CP 5611: tarjeta PCI, RS 485 (PPI/MPI/PROFIBUS) para PC/laptop con máx. 12 Mbits/s	6GK1 561-1AA00
Fuente de alimentación, SITOP power 24 V / 3,5 A	6EP1 332-1SH31
Pliegos de plantillas sin imprimir para el panel frontal del TD 100C (10 pliegos DIN A4, con 6 plantillas c/u, perforados)	6ES7 272 1BF00 7AA0
Pliegos de plantillas sin imprimir para el panel frontal del TD 200C (10 pliegos DIN A4, con 3 plantillas c/u, perforados)	6ES7 272-1AF00-7AA0
Cable de conexión SIWATool entre SIWAREX MS y PC	7MH4 702-8CA
Borne de puesta a tierra para módulo MS Modul 10 unidades/VPE	6ES5 728-8 MA11

#### Software

Software de programación STEP 7-Micro/WIN, V4, para Win 2000, XP, 6 idiomas, incl. documentación en CD; licencia individual	6ES7 810-2CC03-0YX0
Software de programación STEP 7-Micro/WIN, V4, para Win 2000, XP, 6 idiomas, incl. documentación en CD; actualización de Micro/DOS y Micro/WIN Vx.x a V4	6ES7 810-2CC03-0YX3
Add-on STEP 7-Micro/WIN: librería de comandos V1.1, control de accionamiento (protocolo USS) y transmisión de datos vía protocolo Modbus, para STEP 7-Micro/WIN, V4	6ES7 830-2BC00-0YX0
WinCC flexible 2005 Micro: licencia individual en CD-ROM, sin autorización: software de ingeniería para la configuración de los Micro Panels OP 73micro y TP 177micro	6AV6 610-0AA01-0AA0
S7-200 PC Access V1.0 (servidor OPC) (licencia individual)	6ES7 840-2CC01-0YX0
S7-200 PC Access V1.0 (servidor OPC) (licencia multicopias -15)	6ES7 840-2CC01-0YX1
Software de configuración SIWAREX MS	7MH4 930-0AK01
SINAUT Micro SC (licencia para 8 estaciones)	6NH9910-0AA10-0AA3

#### Oferta completa

Caja SIMATIC S7-200 para principiantes, con CPU 222, software STEP 7-Micro/WIN, V4 en CD inc. manual, iniciación en 1 hora, cable de transferencia PC/PPI, simulador, módulo de motor	6ES7 298-0AA20-0BA3
Paquete de iniciación OP 73micro (OP 73micro, WinCC flexible Micro, colección de manuales en CD-ROM, cable MPI 5 m)	6AV6 650-0BA01-0AA0
Paquete de iniciación TP 177micro (TP 177micro, WinCC flexible Micro, colección de manuales en CD-ROM, cable MPI 5 m)	6AV6 650-0DA01-0AA0

**Más información sobre SIMATIC S7-200****en Internet:** [www.siemens.de/s7-200](http://www.siemens.de/s7-200)

- Lista de instrucciones (Quick Reference Card)
- Consejos prácticos
- Software de demostración
- Actualizaciones de software gratuitas
- Manuales para descargar de Internet

**Más información sobre SIMATIC Panels****en Internet:** [www.siemens.de/panels](http://www.siemens.de/panels)**Más información sobre Micro Automation****Sets en Internet:** [www.siemens.de/microset](http://www.siemens.de/microset)**Infoservice, por correo o fax:**

Siemens AG, Infoservice, AD/Z 461

Postfach 23 48, D-90713 Fürth

**Fax: 09 11/9 78-33 21****Directamente por teléfono:**

Si necesita ayuda y no sabe a quién dirigirse, contacte con nuestra

**Helpline +49 (0) 180 50 50 111**

Para asistencia técnica por vía telefónica sobre la aplicación de productos y sistemas de automatización y accionamientos, contacte con nuestra

**Technical Support +49 (0) 180 50 50 222****Infoline Suiza (01) 495 48 84****Siemens AG**

Automation and Drives

Industrial Automation Systems

Postfach 48 48, 90327 NÜRNBERG

ALEMANIA

[www.siemens.de/s7-200](http://www.siemens.de/s7-200)

*SIMATIC® es una marca de Siemens. Las restantes designaciones que aparecen en este folleto pueden ser marcas cuyo uso por parte de terceros para sus fines puede violar los derechos de sus titulares.*

*Este prospecto contiene sólo descripciones generales o prestaciones que en el caso de aplicación concreto pueden no coincidir exactamente con lo descrito, o bien haber sido modificadas como consecuencia de un ulterior desarrollo del producto. Por ello, la presencia de las prestaciones deseadas sólo será vinculante si se ha estipulado expresamente al concluir el contrato.*

**ANEXO N. NORMAS ASTM E123-02 (APARATOS DE DETERMINACIÓN DE  
AGUA POR DESTILACIÓN)**



# Standard Specification for Apparatus for Determination of Water by Distillation<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation E 123; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

## 1. Scope

1.1 This specification covers apparatus used in Test Method D 95 and other similar ASTM test methods.

## 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*

D 95 Test Method for Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation<sup>2</sup>

## 3. Apparatus Assembly

3.1 Typical assemblies of the apparatus are shown in Fig. 1 and Fig. 2. The glass flask has been generally used for petroleum products, soaps, naval stores, etc., and the metal still for road materials and tars.

## 4. Glass Flask

4.1 The glass flask shall have nominal capacities of 500 mL or 1000 mL, as required, and shall be made of heat-resistant glass. Styles shall be as shown in Fig. 3 and Fig. 4 and as listed in the following table:

Style	Size, mL	Shape	Top Finish	Figure
A	500	round	with § joint	Fig. 3
B	500	round	with § joint	Fig. 3
C	1000	round	with § joint	Fig. 3
D	500	Erlenmeyer	with § joint	Fig. 4

## 5. Metal Still

5.1 The metal still shall have an approximate capacity of 1000 mL. It may be constructed of any suitable metal; but copper is recommended for the vessel, and copper or brass for the lid. Fig. 5 shows the essential dimensions and a satisfactory construction of vessel head and clamp. Other means of closure may be used that provide a tight seal of head to body.

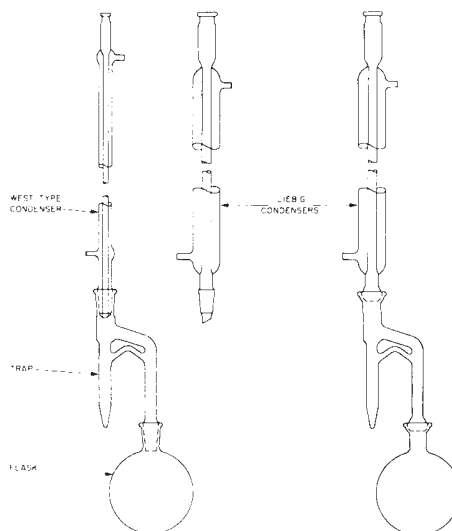
## 6. Heater

6.1 Any suitable gas burner or electric heater may be used with the glass still. With the metal still, a ring gas burner, having an inside diameter of 4¼ in. (108 mm) with holes in the inside periphery should be used.

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee E41 on Laboratory Apparatus and is the direct responsibility of Subcommittee E41.01 on Apparatus.

Current edition approved May 10, 2002. Published July 2002. Originally published as E 123 – 56 T. Last previous edition E 123 – 78 (1990).

<sup>2</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.01.



NOTE 1—Trap shall be 15 to 16 mm in inside diameter.

FIG. 1 Typical Assemblies with Glass Flask

## 7. Condenser

7.1 The condenser shall be a Liebig or West straight type with a jacket not less than 400 mm long. Fig. 6 shows the

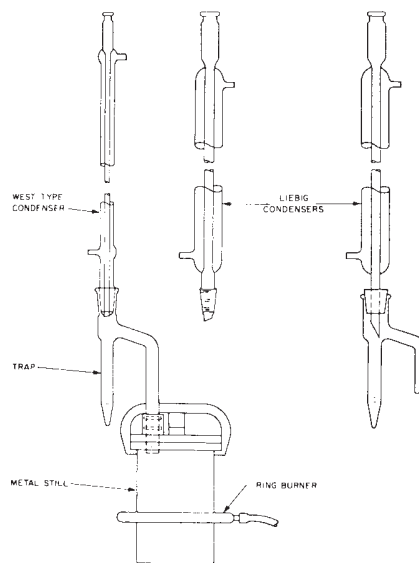
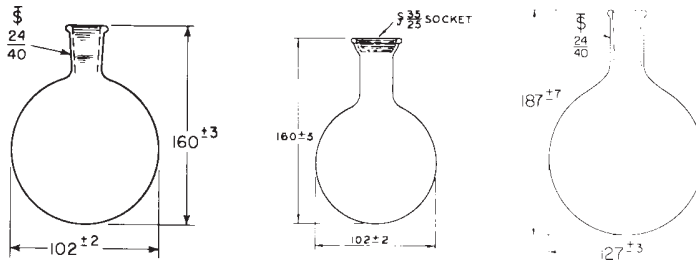


FIG. 2 Typical Assemblies with Metal Still



A. 500 mL with Taper Joint.

Note—All dimensions are in millimetres.  
B. 500 mL with Ball-and-Socket Joint.

C. 1000 mL with Taper Joint.

FIG. 3 Glass Flasks, Round-Bottom

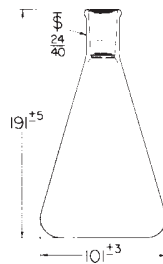


FIG. 4 Erlenmeyer Flask, 500-mL Capacity

general construction of suitable condensers.

8. Traps

8.1 The traps shall be of 5-mL, 10-mL, and 25-mL capacities. Six styles are provided as specified in Table 1 and shown in Figs. 7-11.

9. Keywords

9.1 apparatus; distillation.

TABLE 1 Dimensions and Sizes of Traps

Style	Description			Figure	Size of Trap, mL	Range, mL	Smallest Scale Division, mL	Scale Error, max, mL
	Top of Graduated Tube	Bottom of Graduated Tube	Bottom of Vapor Tube					
A	§ joint	conical	§ joint	7	10	0 to 1.0 over 1.0 to 10.0	0.1 0.2	0.05 0.1
B	§ joint	conical	§ joint	8		0 to 1.0	0.1	0.05
C	§ joint	conical	plain	9	25	over 1.0 to 25	0.2	0.1
D	plain	conical	plain	10				
E	§ joint	round	§ joint	11	5 10	0 to 5.0 0 to 10.0	0.1 0.1	0.05 0.1

ASTM E 123 - 02

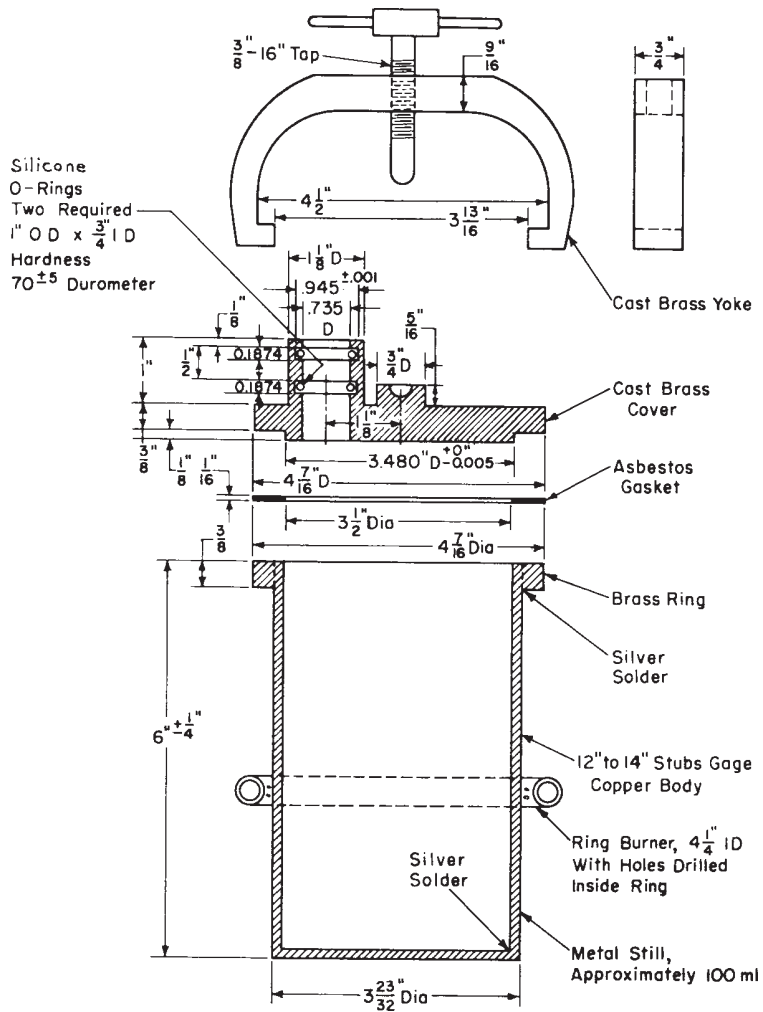
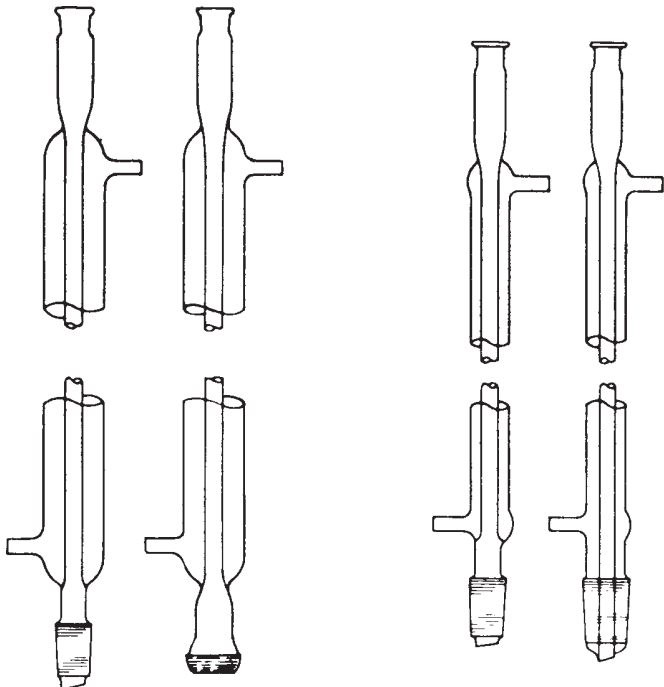


FIG. 5 Metal Still

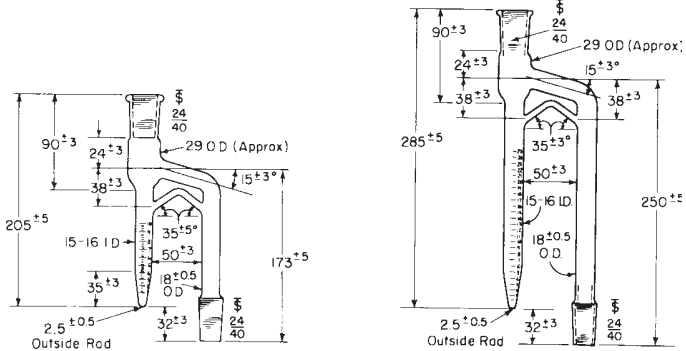


Liebig Condensers

West Condensers  
(Alternate Designs)

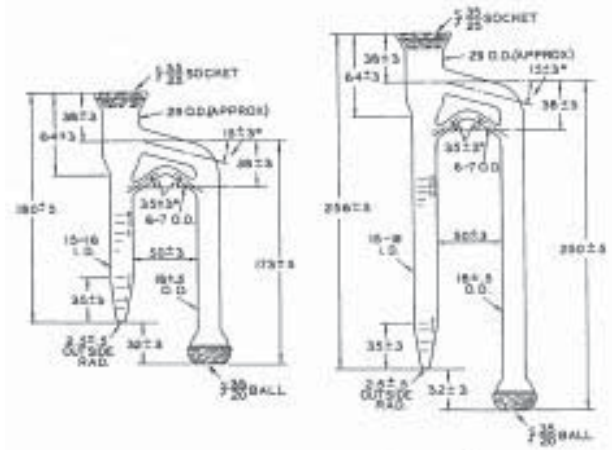
NOTE 1—Ends of connections to water supply and drain may vary in design. Connection may be on same or opposite sides of jacket.

FIG. 6 Condensers



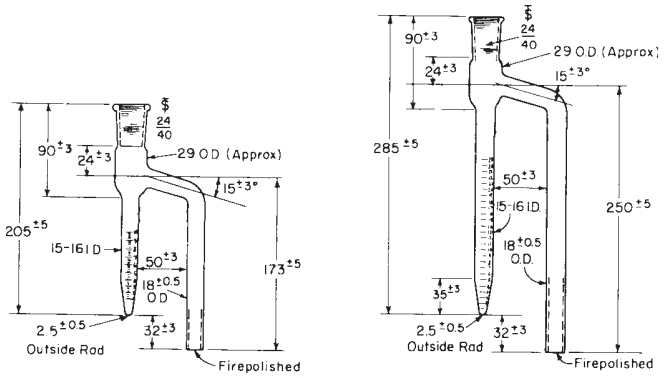
NOTE 1—All dimensions are in millimetres.

FIG. 7 Traps (Style A)



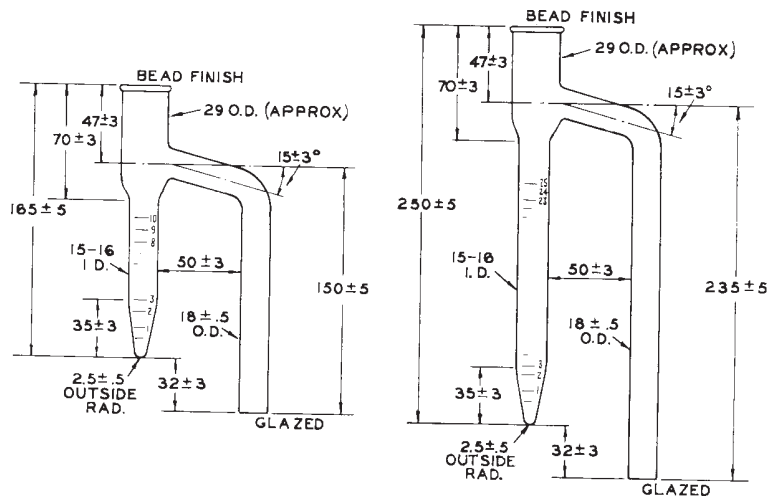
NOTE 1—All dimensions are in millimetres.

FIG. 8 Traps (Style B)

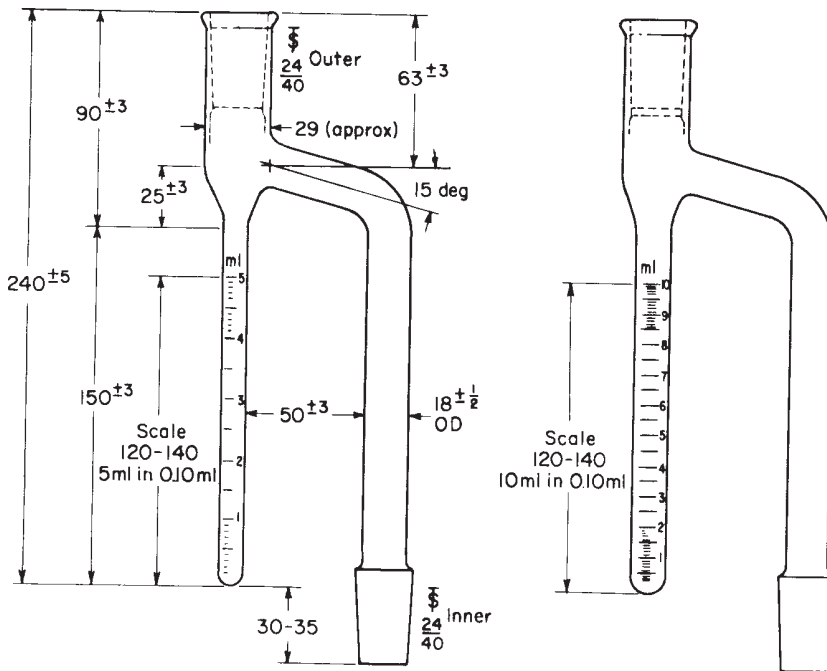


NOTE 1—All dimensions are in millimetres.

FIG. 9 Traps (Style C)



NOTE 1—All dimensions are in millimetres.  
**FIG. 10 Traps (Style D)**



**FIG. 11 Traps (Style E), 5-mL and 10-mL Capacities**

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).




**ANEXO O. MANUAL DE SOLID EDGE**

# SOLID EDGE V.17

## MANUAL DE INSTALACION

### INSTALACION DE SOLID EDGE V.17

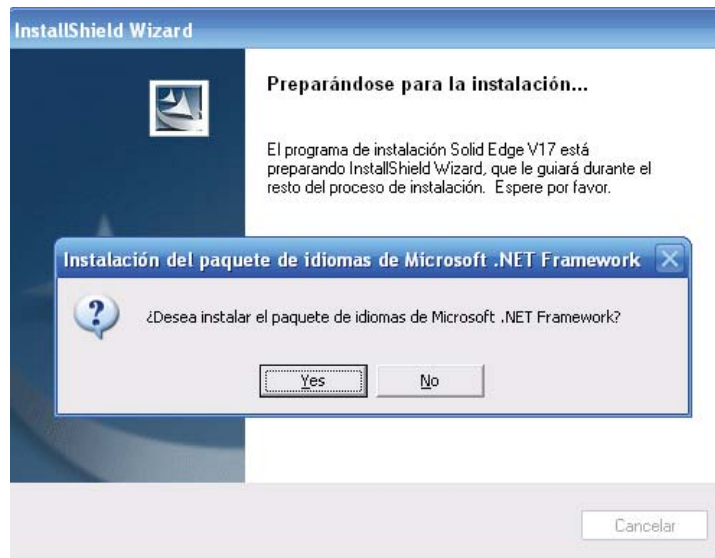
Con esta versión se trata de facilitar la instalación del sistema para que el usuario pueda realizar una perfecta instalación del software, ya que el CD instalador muestra una ventana emergente la cual indica todos los componentes que tiene el CD para que el usuario pueda realizar la operación que se desea. La

cual se mostrara al ingresar el CD o al darle clic  mostrando la siguiente ventana.

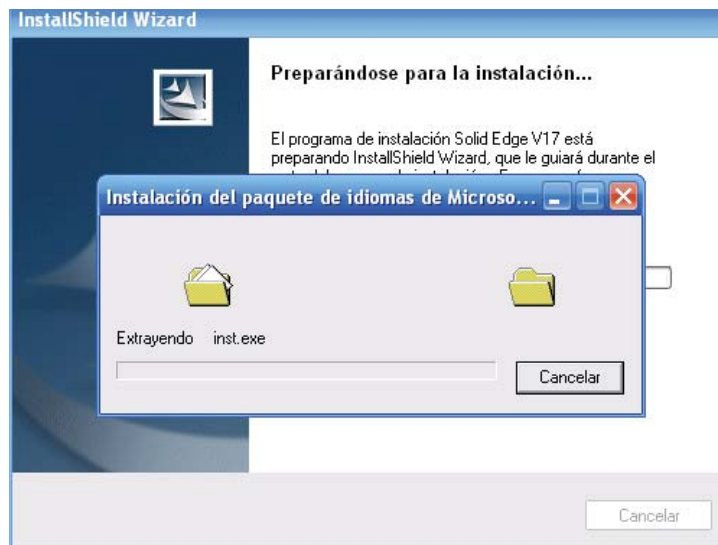


Los componentes instalables que contiene el CD se muestran mediante botones y son: Solid edge, Otros productos Solid Edge, Productos Voyager, Examinar CD, Contáctenos, Salir.

Solid Edge: Sirve para instalar el software normalmente con las propiedades básicas del sistema. Al seleccionarlo aparecerá la siguiente ventana.



Aceptando la instalación de idiomas comienza con la instalación e instala los paquetes seleccionados.



Con las siguientes ventanas le das aceptar para que los paquetes queden completamente bien instalados y al terminar comenzara la instalación del sistema operativo solid edge.

Es muy sencillo instalar este software, ya que todo está reducido en una única ventana que contiene las Condiciones de Licencia del software, las opciones de aceptación o no aceptación, Espacios vacíos de Nombre de usuario y Organización, La selección de las unidades de las plantillas que se utilizarán como predeterminadas, La ubicación del lugar en que se desea poner la instalación, la opción de ingresar o buscar la licencia del sistema.

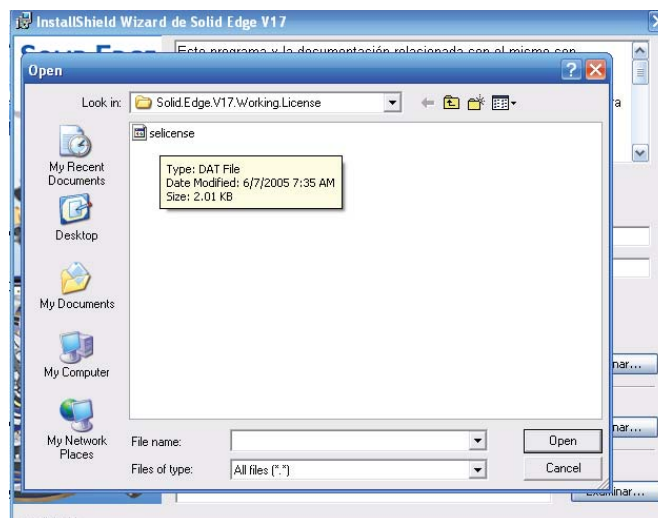


Condiciones de Licencia del software: Es el contrato que conlleva a la utilización del software.

Selección de plantillas predeterminadas: Son la unidades que el software va a tomar como predeterminadas, sin embargo se debe tener en cuenta que se pueden cambiar momentáneamente en el trascurso de algún diseño, pero al terminar se regresa a su medida predeterminada sin dañar lo realizado.

La ubicación de la instalación: Es el lugar en el cual va a quedar guardado la carpeta primaria de la instalación.

Archivos de licencia: Por medio de Examinar facilita la búsqueda de la licencia que se encuentra frecuentemente en el CD, pero también se puede tomar la opción de dejarlo en blanco y la instalación se realizara como prueba del software.

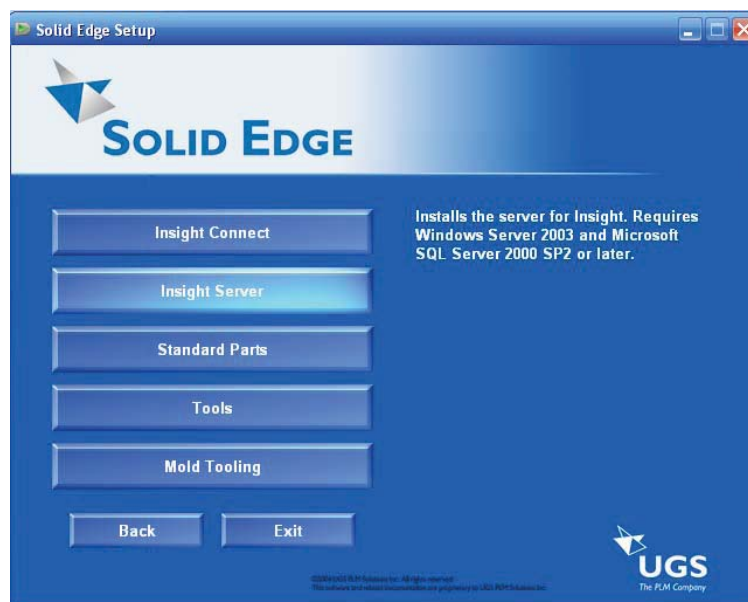


Para finalizar la instalación se da clic a instalar y se espera entre 5 a 8 minutos para que el sistema termine solo y para que no se presente ningún problema se recomienda reiniciar el computador para que guarde los cambios realizados en el sistema.



Al terminar le da finalizar para que complete a instalación.

Otros productos de solid edge: Indica otro tipo de propiedades como son los módulos de Mold Tooling o Standard Parts, o aplicaciones como Sentinel.



Si seleccionamos algunos de los primeros botones nos pide que agreguemos otro CD que contenga estas propiedades.



Si se pulsa el botón Estándar Parts nos guía a otra ventana que contiene otro grupo de propiedades como son:




Seleccionando la primera ventana nos guía a la instalación gratuita de partes o piezas estándar. Mostrando las siguientes ventanas las cuales deben ser aceptadas según sus instrucciones.

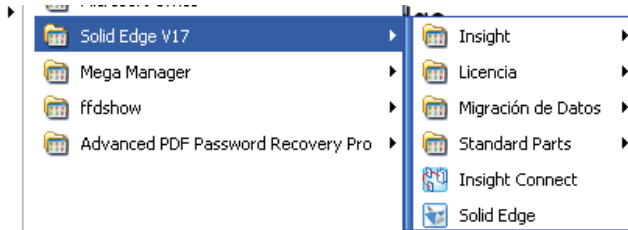
Productos Voyager: Nos guía a la página principal de los dueños del software mostrando una guía de cómo utilizar el sistema operativo de una buena manera.

Examinar CD: Es para revisar el estado del CD ingresando de una manera sencilla y rápido de la misma ventana de inicio del software.

## COMO UTILIZAR EL SISTEMA OPERATIVO SOLID EDGE V.17

### BUSQUEDA DEL SOFTWARE EN EL SISTEMA

Dirigirse a Inicio / Todos los programas / Solid Edge v.17 y buscar el icono Solid edge , al hacer click en este, se abrirá la ventana de inicio de solid edge.

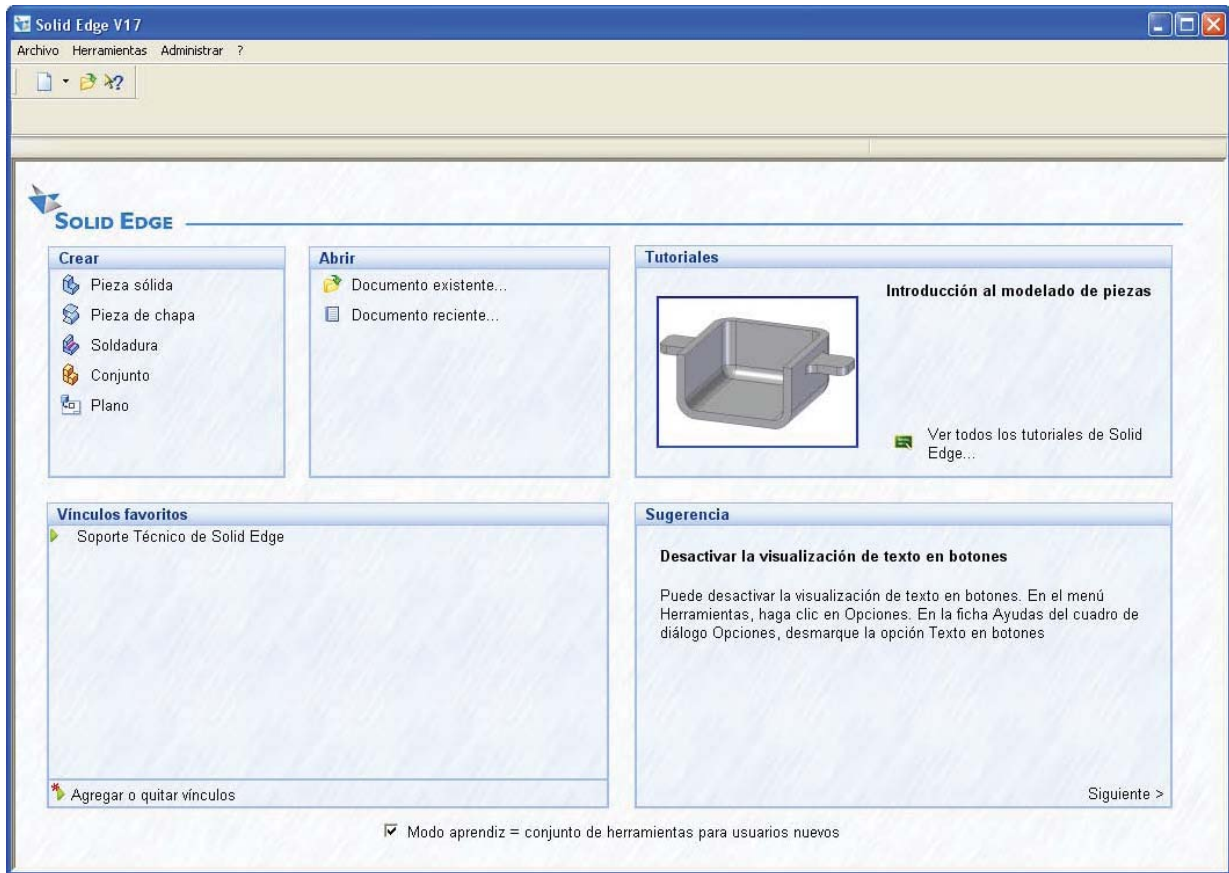


### VENTANA DE INICIO DE SOLID EDGE

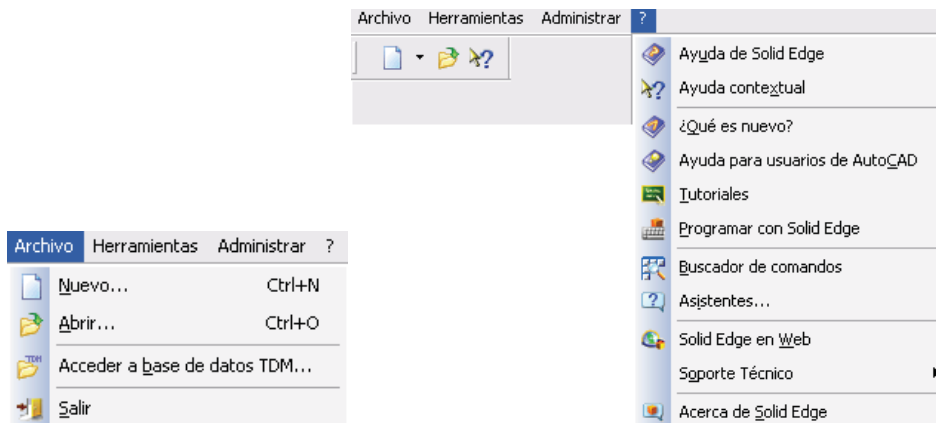
La ventana de inicio está realizada por un documento \*.html editable idéntico a como se realizan las páginas web y con la ayuda de botones de acceso se ingresa a los diferentes campos que tiene el sistema como son: Entornos, Manuales, Soportes o consejos y Tutoriales de solid edge. Muestra las dos siguientes páginas en la que la primera es una momentaria que le da paso a las propiedades o entornos del sistema.







Sin embargo no se debe olvidar que también constas del formato ordinario de Word que es Archivo, Herramienta, administrar, ayuda y uno de los más importantes la selección del software para novatos o expertos. Si está comenzando a conocer el software se recomienda dejar seleccionado Modo aprendizaje.





## MODO APRENDIZ

Esta es la mayor mejora en cuanto a la función de facilitar el aprendizaje y manejo de Solid Edge. El modo Aprendiz es un conjunto de herramientas que facilitaran el trabajo con Solid Edge a un usuario inexperto y optimizaran el trabajo de un usuario experto.

Para activar este modo aprendiz hay que activar una opción que está en el nuevo menú StartUp de Solid Edge. Esta situado en la parte inferior, exactamente debajo de los Links y de las Sugerencias.

La primera herramienta que se verá será el Asistente de comandos. Este asistente guiará al usuario dependiendo en que parte del proceso de diseño se encuentre. Así en un documento nuevo ofrecerá indicaciones para poder empezar a realizar una operación base, ofreciendo ayuda en todos y cada uno de los pasos de la operación, incluidos comandos de dibujo en el entorno perfil.

## BUSCADOR DE COMANDOS

El buscador de comandos es una herramienta muy practica ya que facilita el manejo de las propiedades ya que si no tiene claro una propiedad o no la encuentra solo con pasar el cursor por encima de los iconos de propiedades le aparecerá esta ventana la cual lo ayudara a encontrar lo que quiere, similar a la barra de búsqueda de PDF o WORD. Sin embargo se debe tener en cuenta que al utilizarlo solo funciona una vez al iniciar el ejecutable.



## Claves para uso con el teclado de las vistas

Ctrl+i= Pone la imagen en su posición normal

Ctrl+f= Pone la imagen frontal

Ctrl+l= Pone la imagen en su lado izquierdo

Ctrl+r= Pone la imagen al lado derecho

Ctrl+b= Pone la imagen por su parte inferior

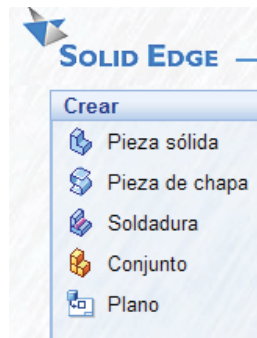
Ctrl+t= Pone la imagen por su parte superior

Ctrl+k= Pone la imagen en su parte trasera

Por medio del mouse tiene los iconos  de rotar y  vistas proporcionando un movimiento manual por el icono rotar y uno automático similar al del Ctrl+ j

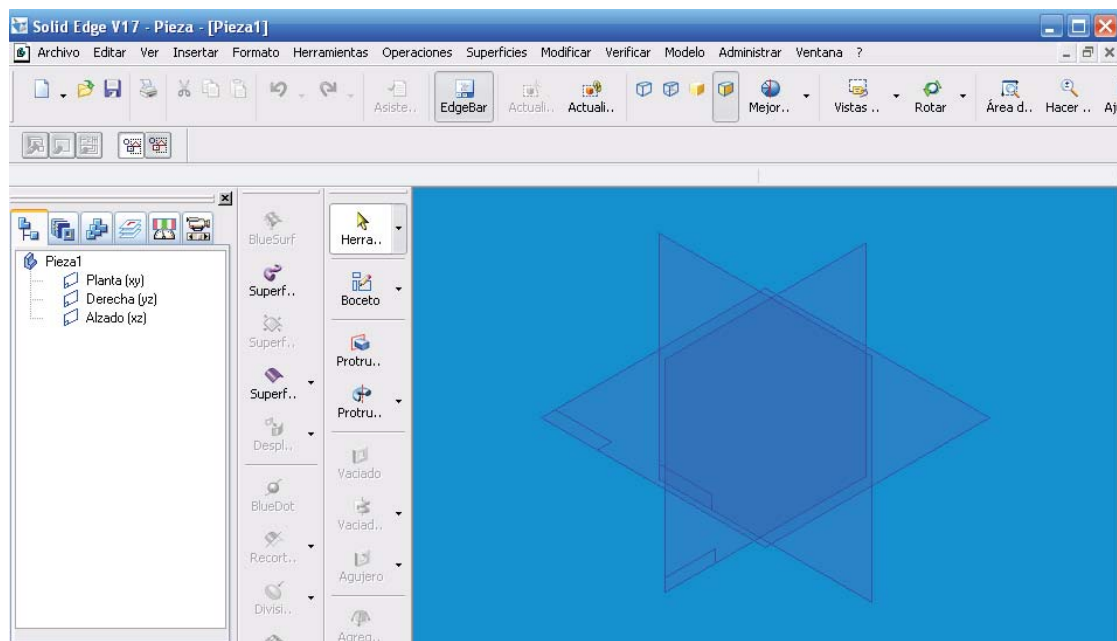
## TIPOS DE ENTORNOS

Como se observo en la pantalla de inicio presentaba una variedad de entornos los cuales se clasificaban Pieza Solida, Pieza de Chapa, Soldadura, Conjunto, Plano. Se debe recordar que este sistema puede ser trabajado tanto para formatos en 3D como en 2D, el formato de 2D está representado en la realización de planos y la de 3D en el resto de entornos pero para ir involucrándonos hay maneras de pasar de 2D a diseños en 3D utilizando algunas propiedades.

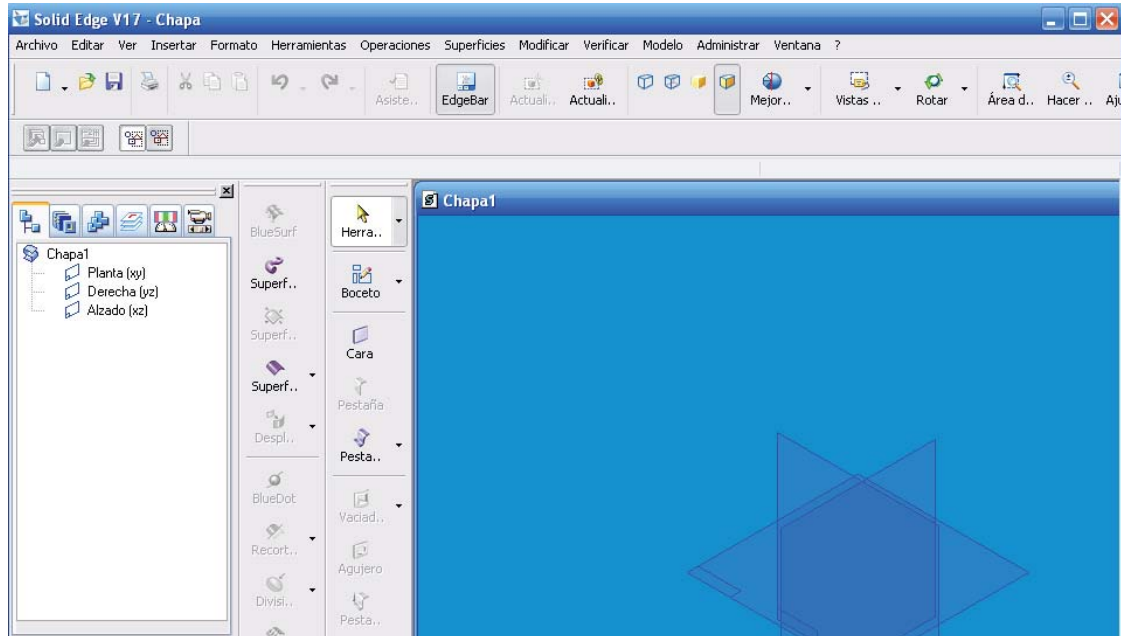


Ahora se define el tipo de entorno para su correspondiente utilidad pero se debe recordar que para cada entorno tiene su propio grupo de propiedades que pueden varias bastante o poco.

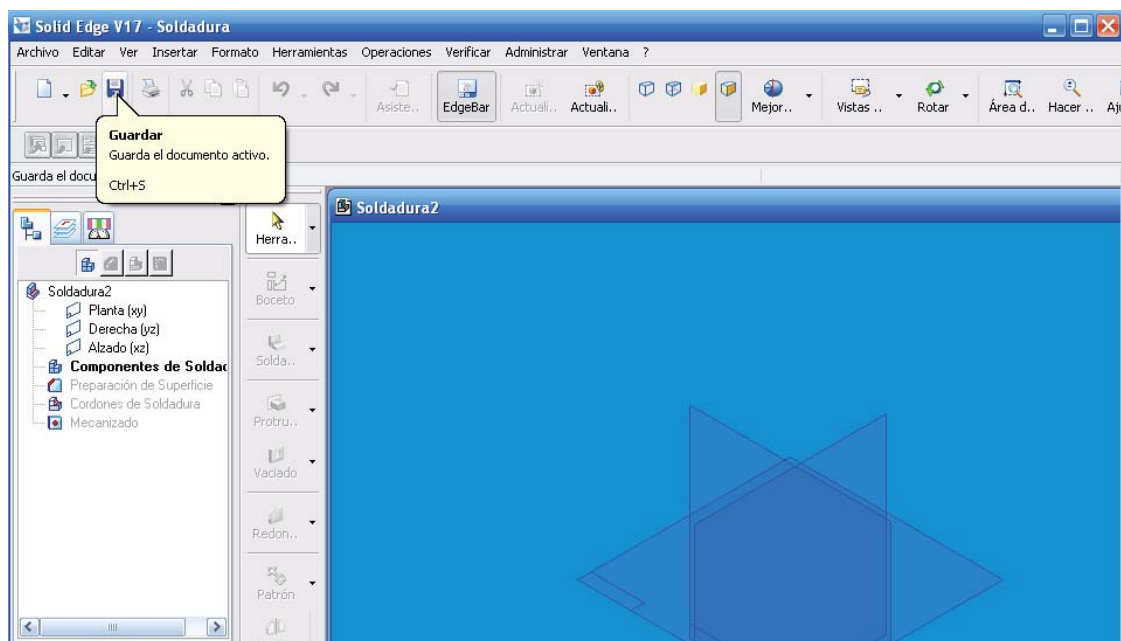
Pieza solida: Es muy útil para elementos sencillos como copas, dados etc. Diseños que mantengan una estructura compacta y no compuesta. Sin embargo este entorno es con el que se practica diseños en 2D y en 3D por lo tanto este es el entorno básico para el aprendizaje del usuario ya que todo está hecho de piezas.



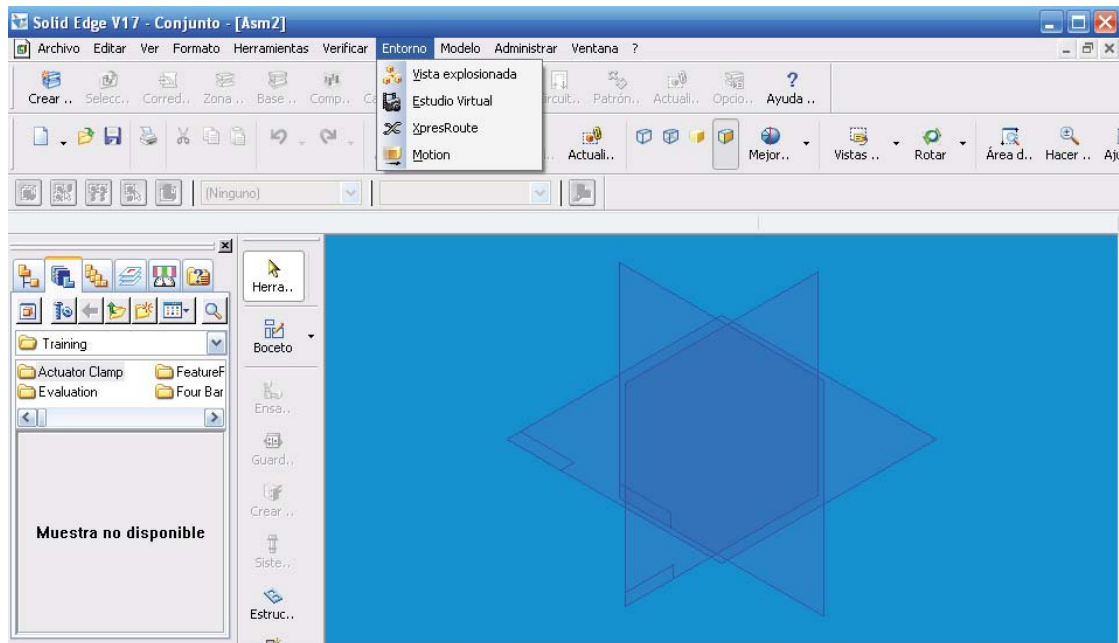
## Piezas de chapas:



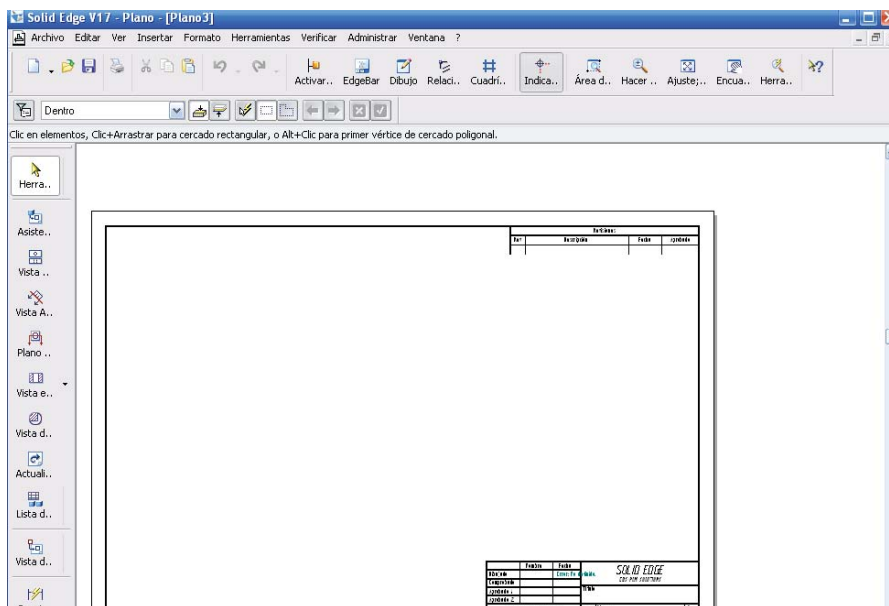
Soldadura: Es útil cuando sea utilizado el entorno conjunto ya que los elementos que se unen mediante este entorno son sujetos o pegados mediante soldadura para formar piezas compactas y mejorar su definición.



**Conjunto:** Con la utilización de piezas podemos ir agrupando varios tipos de elementos para formar una estructura más compleja como son carros, casas etc. El icono Entorno es una de las propiedades más importantes de este entorno, ya que con este podemos explotar unir por medio de cabe y otras cosas.



**Planos:** Es el entorno más importante porque por medio de este los diseños pueden salir del computador para ser fabricadas cada una de las piezas con precisión, exactitud y medidas exactas con las que se hizo el diseño así el fabricante pueda realizarlas perfectamente cada una de ellas.

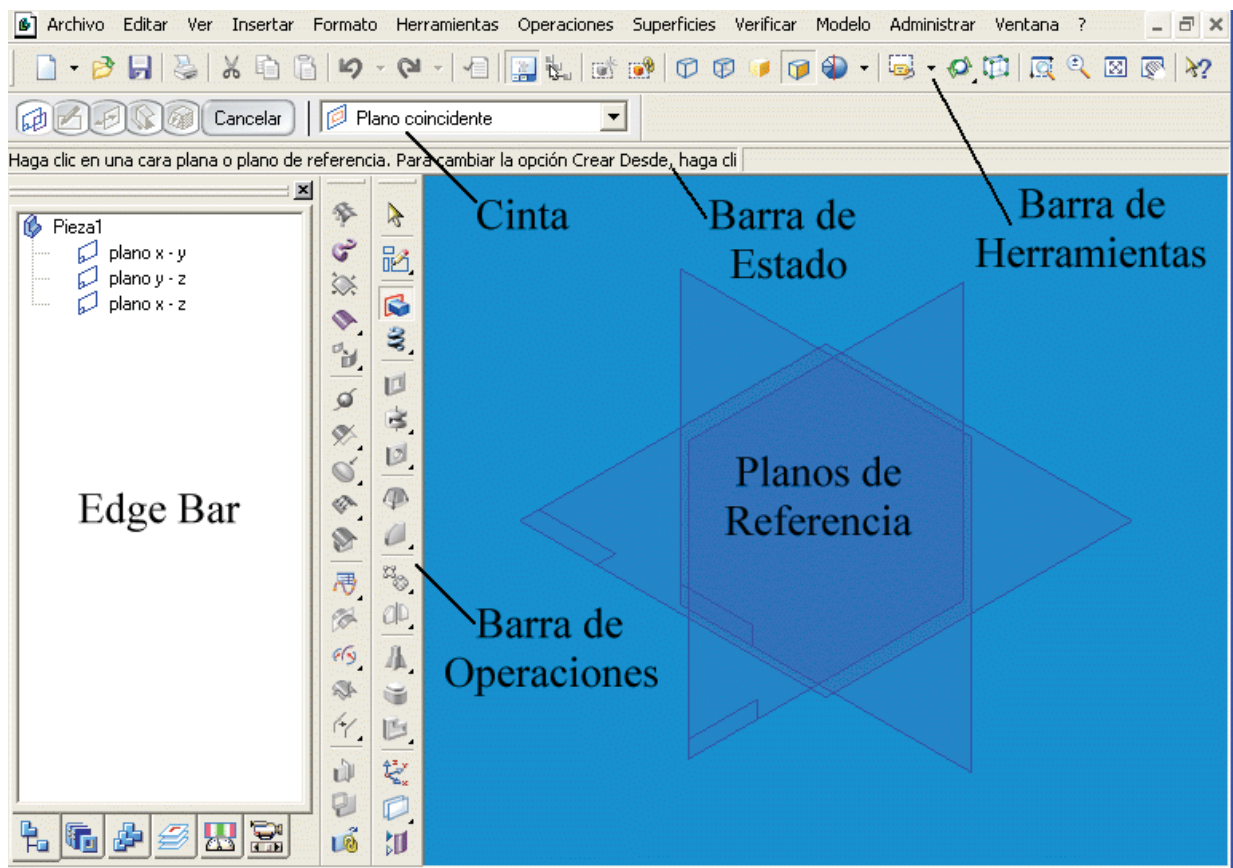



## CON QUE ENTORNO COMENZAR

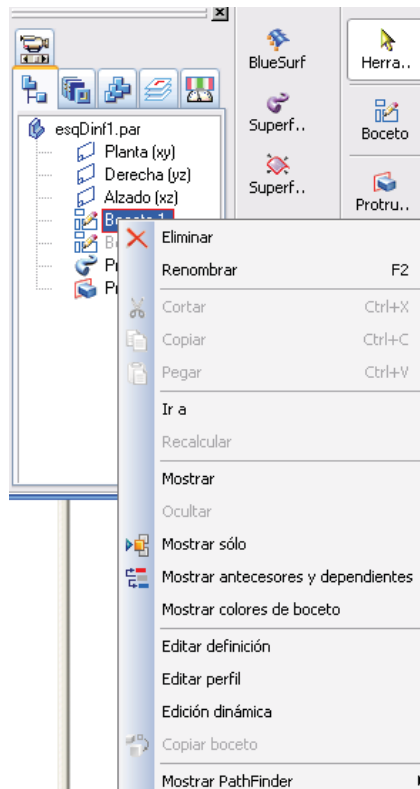
Como se ha mencionado este software maneja lo que es diseños en 2D y 3D, por lo tanto es recomendable comenzar con el entorno que maneje 2D para que el usuario se familiarice con la ubicación en el espacio y aprendida esta lección se podrá avanzar en el diseño en 3D.

## ENTORNO PIEZA SOLIDA

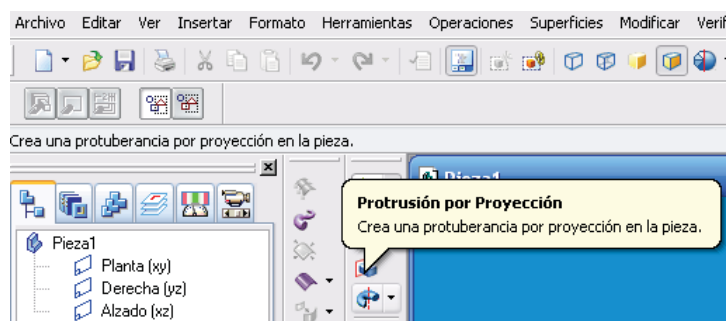
Su ventana inicial muestra una variedad de propiedades que facilitan el manejo y la visualización del entorno.



**Edge bar:** Es una ventana que sale inicialmente en la parte izquierda de la pantalla principal de cualquier entorno seleccionado. En esa ventana es donde se detalla o almacena cada uno de las piezas que se realizan también se puede modificar, eliminar si se indica alguna propiedad específica de la pieza realizada y tiene los planos en los que se va a trabajar los cuales pueden ser ocultados o escogidos ya que si se indican los planos el plano escogido se realiza el color. Esa ventana puede ser movida arrastrándola a otro lugar o también puede ser ocultada o vista por medio del icono .

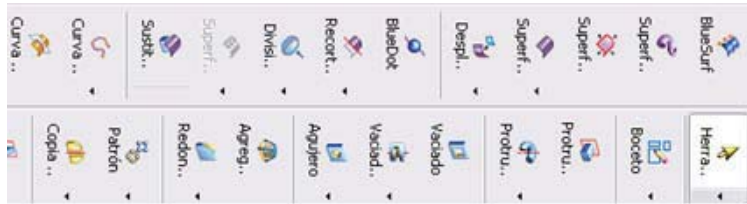


**Barra de estado:** Esta barra indica lo que cada icono indicado puede realizar con breves palabras permitiendo al usuario la selección de la operación correcta.



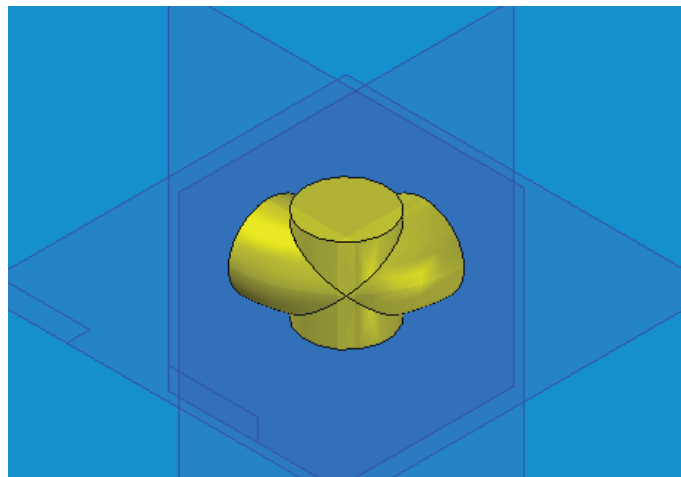
Sin embargo la barra de estado puede ser reemplazada por medio de mensajes que aparecen al pararse en algún icono.

**Barra de operaciones:** Según el entorno que se seleccione va aparecer una diferente barra de operaciones aun que algunas operaciones pueda ser las mismas pueden aumentar o disminuir las operaciones. Esta barra permite la realización de los diseños modificando cada una de las piezas.



Con respecto al uso de cada uno de las propiedades se ingresara un video con el diseño de cada una de las propiedades para que se puedan familiarizar con la utilización y práctica de cada uno.

**Planos de referencia:** Es donde se puede realizar y observar las figuras que se realizan trabajando en los planos que aparecen, se puede trabajar en 2D y 3D según la selecciones de los planos en cada pieza a desarrollar. Ya que estos planos constan con los ejes (X Y Z).



**Barra de herramientas:** Esta barra está compuesta por algunos iconos similares a los de Word pero también cuenta con otros específicos del software.



Los cuales son muy fáciles de usar ya que su titulo describe a la perfección su funcionamiento.

**ANEXO P. SUPPLEMENT TO GRAPHIC SYMBOLS FOR ELECTRICAL AND  
ELECTRONICS DIAGRAMS**





ANSI/IEEE Std 315A-1986  
(Supplement to ANSI Y32.2-1975,  
ANSI/IEEE Std 315-1975)

adopted by the  
DEPARTMENT  
OF DEFENSE  
United States of America

see inside front cover  
for acceptance notice

American National Standard  
IEEE Standard

**Supplement to  
Graphic Symbols for  
Electrical and Electronics  
Diagrams**

Published by  
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc  
345 East 47th Street, New York, NY 10017, USA

September 12, 1986

SH10744

ANSI/IEEE Std 315A-1986  
24 December, 1986  
(Supplement to  
ANSI Y32.2-1975,  
ANSI/IEEE Std 315-1975)

## Acceptance Notice

This non-Government standard was adopted on 24 December, 1986, and is approved for use by the DoD. The indicated industry group has furnished the clearance required by existing regulations. Copies of the document are stocked by DoD Single Stock Point, Naval Publications and Forms Center, Philadelphia, PA 19120, for issue to DoD activities only. Contractors and industry groups must obtain copies directly from the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 345 East 47th Street, New York, NY 10017.

Title of Document: IEEE Standard  
Supplement to Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams

Document No: ANSI/IEEE Std 315A-1986

Date of Specific Issue Adopted: 12 September, 1986

Releasing Industry Group: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc

Custodians:  
Army — AR  
Navy — SH  
Air Force — 16

Military Coordinating Activity:  
Army — AR  
Project DRPR-0285

Review Activities:  
Army — AV, ER, CR  
Navy — AS, OS, YD

User Activities:  
Army — ME, MI  
Navy — EC, MC

NOTICE: When reaffirmation, amendment, revision, or cancellation of this standard is proposed, the industry group responsible for this standard shall inform the military coordinating activity of the requested change and request participation.

**ANSI/IEEE Std 315A-1986**  
(Supplement to ANSI Y32.2-1975,  
ANSI/IEEE Std 315-1975)

**American National Standard  
IEEE Standard**

**Supplement to  
Graphic Symbols for  
Electrical and Electronics Diagrams**

Sponsor  
**IEEE Standards Coordinating Committee 11, Graphic Symbols  
Institute of Electrical and Electronics Engineers**

Approved September 19, 1985  
**Institute of Electrical and Electronics Engineers**

Approved November 15, 1985  
**American National Standards Institute**

© Copyright 1986 by

**The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc  
345 East 47th Street, New York, NY 10017, USA**

*No part of this publication may be reproduced in any form,  
in an electronic retrieval system or otherwise,  
without the prior written permission of the publisher.*

IEEE Standards documents are developed within the Technical Committees of the IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Board. Members of the committees serve voluntarily and without compensation. They are not necessarily members of the Institute. The standards developed within IEEE represent a consensus of the broad expertise on the subject within the Institute as well as those activities outside of IEEE which have expressed an interest in participating in the development of the standard.

Use of an IEEE Standard is wholly voluntary. The existence of an IEEE Standard does not imply that there are no other ways to produce, test, measure, purchase, market, or provide other goods and services related to the scope of the IEEE Standard. Furthermore, the viewpoint expressed at the time a standard is approved and issued is subject to change brought about through developments in the state of the art and comments received from users of the standard. Every IEEE Standard is subjected to review at least once every five years for revision or reaffirmation. When a document is more than five years old, and has not been reaffirmed, it is reasonable to conclude that its contents, although still of some value, do not wholly reflect the present state of the art. Users are cautioned to check to determine that they have the latest edition of any IEEE Standard.

Comments for revision of IEEE Standards are welcome from any interested party, regardless of membership affiliation with IEEE. Suggestions for changes in documents should be in the form of a proposed change of text, together with appropriate supporting comments.

Interpretations: Occasionally questions may arise regarding the meaning of portions of standards as they relate to specific applications. When the need for interpretations is brought to the attention of IEEE, the Institute will initiate action to prepare appropriate responses. Since IEEE Standards represent a consensus of all concerned interests, it is important to ensure that any interpretation has also received the concurrence of a balance of interests. For this reason IEEE and the members of its technical committees are not able to provide an instant response to interpretation requests except in those cases where the matter has previously received formal consideration.

Comments on standards and requests for interpretations should be addressed to:

Secretary, IEEE Standards Board  
345 East 47th Street  
New York, NY 10017  
USA

The individual symbols contained in this standard may be copied, reproduced, or employed in any fashion without permission of the IEEE. Any statement that the symbols used are in conformance with this standard shall be on the user's own responsibility.



## Foreword

(This Foreword is not a part of ANSI/IEEE Std 315A-1986, Supplement to Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams.)

This standard supplements ANSI/IEEE Std 315-1975 by providing symbols approved by the International Electrotechnical Commission since 1975, or for which there is now a greater need in the United States arising from international commerce. It is believed that immediate issue of this supplement is preferable to the inevitable delay that would occur if a complete and proper revision of ANSI/IEEE Std 315-1975 were undertaken.

Besides adding new symbols, some updating of the information in ANSI/IEEE Std 315-1975 has been undertaken. The updating includes references to other standards, IEC labels on symbols where a change has occurred, and correction of errors.

This supplement is based on IEC Publication 617, Parts 2 through 11 and Part 13 as published in 1983. IEC Publication 617, Part 12 is included in full in ANSI/IEEE Std 91-1984, IEEE Standard Graphic Symbols for Logic Functions.

When this standard was approved SCC 11.1 had the following membership:

C. J. Andrasco	G. A. Knapp	H. H. Seaman
I. M. Berger	J. M. Kreher	G. Shapiro
L. Burns	F. R. Misiewicz	J. W. Siefert
R. Coel	C. R. Muller	S. V. Soanes
J. B. Deam	C. McCarthy	R. M. Stern
L. Davis	R. Pinger	M. E. Taylor
A. C. Gannett	A. I. Rubin	R. J. Yuhas
	L. Schulz	

When this standard was approved the IEEE Standards Coordinating Committee on Letter and Graphic Symbols, SCC 11, had the following membership:

Robert B. Angus, Jr	Conrad R. Muller	S. V. Soanes
J. C. Brown	John B. Peatman	Roger M. Stern
John M. Carroll	J. William Siefert	Leter H. Warren
Gordon A. Knapp	Thomas R. Smith	Steven A. Wasserman

When the IEEE Standards Board approved this standard on September 19, 1985, it had the following membership:

**John E. May**, *Chairman*

**John P. Riganati**, *Vice Chairman*

**Sava I. Sherr**, *Secretary*

James H. Beall	Jay Forster	Lawrence V. McCall
Fletcher J. Buckley	Daniel L. Goldberg	Donald T. Michael*
Rene Castenschiold	Kenneth D. Hendrix	Frank L. Rose
Edward Chelotti	Irvin N. Howell	Clifford O. Swanson
Edward J. Cohen	Jack Kinn	J. Richard Weger
Paul G. Cummings	Joseph L. Koepfinger*	W. B. Wilkens
Donald C. Fleckenstein	Irving Kolodny	Charles J. Wylie
	R. F. Lawrence	

\*Member emeritus

Second Printing  
February 1989

# Contents

SECTION	PAGE	SECTION	PAGE
AA1 Purpose	7	4.36 Block Symbols for Motor Starters	20
AA2 Scope	7	4.37 Operating Devices for Electromechanical (all or nothing) Relays	20
AA3 Organization	7		
AA4 References	7		
<b>Section 1 Qualifying Symbols</b>		<b>Section 5 Graphic Symbols for Terminals and Connectors</b>	
1.1 Adjustability	9	5.3 Connector Disconnecting Device Jack Plug	22
1.2 Special-Property Indicators	9	5.6 Coaxial Connector Coaxial Junction	22
1.3 Radiation Indicators (electromagnetic and particulate)	9		
1.4 Physical-State Recognition Symbols	9		
1.7 Direction of Flow of Power, Signal, or Information	9		
1.8 Kind of Current	10		
1.10 Envelope Enclosure	10		
1.14 Operational Dependence On a Characteristic Quantity	10		
1.15 Signal Identifiers	10		
1.16 Signal Waveforms	10		
1.17 Control by Nonelectrical Quantities	10		
<b>Section 2 Graphic Symbols for Fundamental Items (not included in other sections)</b>		<b>Section 6 Graphic Symbols for Transformers, Inductors, and Windings</b>	
2.1 Resistor	11	6.1 Core	23
2.2 Capacitor	11	6.2 Inductor Winding Reactor Radio-Frequency Coil Telephone Retardation Coil	23
2.3 Antenna	11	6.4 Transformer Telephone Induction Coil Telephone Repeating Coil	23
2.4 Attenuator	12	6.6 Ferrite Cores — Symbol Elements	26
2.6 Delay Function Delay Line Slow-Wave Structure	12	6.7 Ferrite Cores	27
2.9 Pickup Head	12	6.8 Magnetic Storage Matrices (Topographical Representation)	27
2.10 Piezoelectric Crystal Unit	12		
2.17 Igniter Plug	13		
2.18 Ideal Circuit Elements	13		
2.19 Faults	13		
<b>Section 3 Graphic Symbols for Transmission Path</b>		<b>Section 7 Graphic Symbols for Electron Tubes and Related Devices</b>	
3.1 Transmission Path Conductor Cable Wiring	13	7.1 Electron Tube	28
3.2 Distribution Lines Transmission Lines	14	7.3 Typical Applications	29
3.6 Waveguide	14	7.4 Solion Ion-Diffusion Device	29
3.10 Pressure Tight Bulkhead Cable Gland Cable Sealing End	14	7.5 Coulomb Accumulator Electrochemical Step-Function Device.	29
		7.7 Nuclear-Radiation Detector Ionization Chamber Proportional Counter Tube Geiger-Müller County Tube	30
<b>Section 4 Graphic Symbols for Contacts, Switches, Contactors, and Relays</b>		<b>Section 8 Graphic Symbols for Semi- conductor Devices</b>	
4.1 Switching Function	15	8.2 Element Symbols	31
4.3 Basic Contact Assemblies	15	8.3 Special-Property Indicators	31
4.6 Switch	17	8.5 Typical Applications, Two-Terminal Devices	32
4.14 Limit Switch Sensitive Switch	17	8.6 Typical Applications, Three- (or more) Terminal Devices	33
4.21 Thermostat	17	8.10 Photon-Coupled Isolator	35
4.22 Flasher Self-Interrupting Switch	17	8.12 Ionizing Radiation Detectors	35
4.29 Contactor	17		
4.34 Multipole and Multiposition Switches	18		
4.35 Switchgear and Controlgear	20		
		<b>Section 9 Graphic Symbols for Circuit Protectors</b>	
		9.1 Fuse	36
		9.3 Lightning Arrester Arrester (electric surge) Gap	36
		9.4 Circuit Breaker	36
		9.6 Protective Relays — Block Symbols and Qualifying Symbol	37
		9.7 Examples of Protective Relays	37
		9.8 Other Relay Devices	38



SECTION	PAGE	SECTION	PAGE
<b>Section 10</b> Graphic Symbols for Acoustic Devices		<b>Section 16</b> Graphic Symbols for Composite Assemblies	
10.1 Audible-Signaling Device . . . . .	39	16.1 Circuit Assembly Circuit Subassembly Circuit Element . . . . .	49
<b>Section 11</b> Graphic Symbols for Lamps and Visual-Signaling Devices		16.2 Amplifier . . . . .	49
11.1 Lamp . . . . .	39	16.9 Gyro Gyroscope Gyrocompass . . . . .	49
11.3 Electromechanical Signal . . . . .	39	16.13 Changer, General Symbol — Converter General Symbol . . . . .	49
<b>Section 12</b> Graphic Symbols for Readout Devices		16.14 Galvanic Separator . . . . .	49
12.1 Meter Instrument . . . . .	40	16.15 Heat Source, General Symbol . . . . .	49
12.2 Electromagnetically Operated Counter Message Register . . . . .	40	16.16 Generator, General Symbol . . . . .	49
12.3 Indicating, Recording, and Integrating Instruments, General Symbols . . . . .	40	16.17 Sensors and Detectors . . . . .	50
12.4 Examples of Indicating Instruments . . . . .	40	16.18 Applications of Sensors . . . . .	50
12.5 Examples of Recording Instruments . . . . .	41	<b>Section 17</b> Graphic Symbols for Analog and Digital Logic Functions	
12.6 Examples of Integrating Instruments . . . . .	41	17.10 Analog Elements for Computations and Control . . . . .	51
12.7 Counting Devices . . . . .	41	<b>Section 18</b> Graphic Symbols for Digital Logic Functions	
12.8 Telemetering Devices . . . . .	42	No changes	
12.9 Electric Clocks . . . . .	42	<b>Section 19</b> Graphic Symbols for Special-Purpose Maintenance Diagrams	
<b>Section 13</b> Graphic Symbols for Rotating Machinery		No changes	
13.1 Rotating Machine . . . . .	42	<b>Section 20</b> Graphic Symbols Commonly Used on System Diagrams, Maps, and Charts (Communications Equipment)	
13.5 Applications: Alternating-Current Machines . . . . .	42	20.3 Exchange Equipment (Relocation of 20.3.2 and 20.3.3) . . . . .	53
13.6 Applications: Alternating-Current Machines with Direct-Current Field Excitation . . . . .	42	<b>Section 21</b> Graphic Symbols Commonly Used on System Diagrams, Maps, and Charts	
<b>Section 14</b> Graphic Symbols for Mechanical Functions		21.1 Generating Station . . . . .	54
14.2 Mechanical Motion . . . . .	43	21.2 Hydroelectric Generating Station . . . . .	54
14.3 Clutch Brake . . . . .	43	21.3 Thermoelectric Generating Station . . . . .	54
14.4 Manual Control . . . . .	43	21.4 Prime Mover . . . . .	54
14.5 Detents, Latching, and Blocking . . . . .	44	21.5 Substation . . . . .	54
<b>Section 15</b> Graphic Symbols Commonly Used in Connection with VHF, UHF, and SHF Circuits		21.6 Wind Generating Station . . . . .	54
15.2 Coupling . . . . .	45	21.7 Plasma Generating Station . . . . .	54
15.4 Hybrid Directionally Selective Transmission Devices . . . . .	45	<b>Section 22</b> Class Designation Letter	
15.5 Mode Transducer . . . . .	45	No changes	
15.6 Mode Suppressor . . . . .	45	<b>Section 23</b> Referenced Standards	
15.7 Rotary Joint . . . . .	45	See AA4 . . . . .	7
15.8 Nonreciprocal Devices . . . . .	45	<b>Section 24</b> Telecommunications Switching and Peripheral Equipment	
15.9 Resonator Tuned Cavity . . . . .	45	24.1 Switching Systems . . . . .	55
15.10 Resonator (Cavity-Type) Tube . . . . .	45	24.2 Block Symbols for Switching Equipment . . . . .	57
15.11 Magnetron . . . . .	46	24.3 Qualifying Symbols for Transducers, Recorders, and Reproducers . . . . .	57
15.12 Velocity-Modulation (Velocity-Variation) Tube . . . . .	46	24.4 Recorders and Reproducers . . . . .	57
15.13 Transmit-Receive (TR) Tube . . . . .	46		
15.14 Traveling-Wave-Tube . . . . .	47		
15.16 Filter . . . . .	48		
15.20 Multipoint Devices . . . . .	48		
15.21 Lasers and Masers . . . . .	48		

SECTION	PAGE	SECTION	PAGE
<b>Section 25 Telecommunications</b>			
<b>Transmission</b>			
25.1	Amplified Circuits . . . . . 58	25.7	Electronic Chopping Device . . . . . 59
25.2	Qualifying Symbols for Pulse Modulation . . . . . 58	25.8	Threshold Devices . . . . . 59
25.3	Signal Generator, Waveform Generator . . . . . 58	25.9	Terminating Sets . . . . . 60
25.4	Changers, Converter, General Symbol . . . . . 58	25.10	Modulator, Demodulator, Discriminator . . . . . 60
25.5	Filters . . . . . 59	25.11	Concentrators, Multiplexers . . . . . 60
25.6	Networks . . . . . 59	25.12	Frequency Spectrum Diagram Symbol Elements . . . . . 61
		25.13	Examples of Frequency Spectrum Diagrams . . . . . 61
		25.14	Fiber Optic Devices . . . . . 62



# American National Standard IEEE Standard

## Supplement to Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams

### AA1. Purpose

This supplement is intended to provide additional graphic symbols and information on internationally approved graphic symbols needed for use for electrical and electronics diagrams.

### AA2. Scope

This supplement provides graphic symbols for use on all electrical or electronics diagrams except for those required for

(1) Logic circuit diagrams. See ANSI/IEEE Std 91-1984 [4]<sup>1</sup>.

(2) Architectural plans. See ANSI Y32.9-1972 [2] and IEC Publication 617 (1983) [22] Part 11, ch IV.

(3) Street maps and building system layouts for cable TV application. See ANSI/IEEE Std 623-1976 [8] and IEC Publication 617 (1983) [22], Part 11, ch III.

### AA3. Organization

This supplement places the IEC Publication 617 new material in a practical sequence with related material in ANSI/IEEE Std 315-1975 [7]. Except where the nature of the revisions dictate otherwise (for reasons of clarity) existing ANSI/IEEE Std 315-1975 [7] text is not repeated.

<sup>1</sup>Numbers in brackets correspond to those of the references listed in Section AA4.

### AA4. References

This standard shall be used in conjunction with the following publications:

[1] ANSI Y1.1-1972 (R 1984), Abbreviations for Use On Drawings and In Text.<sup>2</sup>

[2] ANSI Y32.9-1972, American National Standard Graphic Symbols for Electrical Wiring and Layout Diagrams Used in Architecture and Building Construction.

[3] ANSI/IEEE Std C37.2-1979, IEEE Standard Electrical Power System Device Function Numbers.<sup>3</sup>

[4] ANSI/IEEE Std 91-1984, IEEE Standard Graphic Symbols for Logic Functions.

[5] ANSI/IEEE Std 260-1978, IEEE Standard Letter Symbols for Units of Measurement.

[6] ANSI/IEEE Std 280-1985, IEEE Standard Letter Symbols for Quantities Used in Electrical Science and Electrical Engineering.

[7] ANSI/IEEE Std 315-1975, Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams.

[8] ANSI/IEEE Std 623-1976, Graphic Symbols for Grid and Mapping Diagrams Used in Cable Television Systems.

<sup>2</sup>ANSI publications are available from the Sales Department, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018.

<sup>3</sup>IEEE publications are available from IEEE Service Center, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854.

[9] IEC Publication 27-1 (1971) Part 1: General. Letter Symbols to be Used in Electrical Technology.<sup>4</sup>

[10] IEC Publication 417 (1973), Graphic Symbols for Use on Equipment.

[11] IEC Publication 445 (1973), Identification of Apparatus Terminals and General Rules for a Uniform System of Terminal Marking, Using an Alphanumeric Notation.

[12] IEC Publication 617-1 (1985) Part 1: General Information, General Index. Cross-Reference Tables.

[13] IEC Publication 617-2 (1983) Part 2: Symbol Elements, Qualifying Symbols and Other Symbols Having General Application.

[14] IEC Publication 617-3 (1983) Part 3: Conductors and Connecting Devices.

[15] IEC Publication 617-4 (1983) Part 4: Passive Components.

[16] IEC Publication 617-5 (1983) Part 5: Semiconductors and Electron Tubes.

[17] IEC Publication 617-6 (1983) Part 6: Production and Conversion of Electrical Energy.

[18] IEC Publication 617-7 (1983) Part 7: Switchgear, Controlgear, and Protective Devices.

[19] IEC Publication 617-8 (1983) Part 8: Measuring Instruments, Lamps, and Signaling Devices.

[20] IEC Publication 617-9 (1983) Part 9: Telecommunications: Switching and Peripheral Equipment.

[21] IEC Publication 617-10 (1983) Part 10: Telecommunications: Transmission.

[22] IEC Publication 617-11 (1983) Part 11: Architectural and Topographical Installation Plans and Diagrams.

[23] IEC Publication 617-12 (1983) Part 12: Binary Logic Elements.


[24] IEC Publication 617-13 (1978) Part 13: Analog Elements.

[25] ISO 31, Parts 0-11 (1974-1980), Quantities, Units, Symbols, Conversion Factors, and Conversion Tables.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> IEC Publications are available in the United States from the Sales Department, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018, USA. The IEC publications are also available from International Electrotechnical Commission, 3, rue de varembe, Case postale 131, CH 1211—Geneva 20, Switzerland.

<sup>5</sup> ISO publications are available in the United States from the Sales Department, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018, USA. ISO publications are also available from the International Organization for Standardization, 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH 1211, Geneva 20, Switzerland.


1.1.1.2 Preset, general



Add:

Information on the conditions under which adjustment is permitted may be shown near the symbol.


1.1.1.2.1 Application: preset adjustment permitted only at zero current.




After 1.1.4.2

Add:


1.1.5 Automatic (inherent) control  
The controlled quantity may be indicated adjacent to the symbol.



1.1.5.1 Application: Amplifier with automatic gain control




1.2.1 Temperature dependence



Add:


OR




After 1.2.5

Add:


1.2.6 Thermal effect



1.2.7 Electromagnetic effect



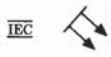
1.2.8 Magnetostrictive effect



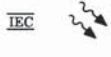
After 1.3.1

Add:

1.3.1.1 Coherent radiation, non-ionizing (for example coherent light)



1.3.2 Radiation, ionizing



Revise the NOTE to read as follows:

NOTE 1.3.2A: If it is necessary to show the specific type of ionizing radiation, the symbol may be augmented by the addition of symbols or letters such as the following:


Alpha particle	α
Beta particle	β
Gamma ray	γ
Deuteron	d
Proton	p
Neutron	n
Pion	π
K-meson	K
Muon	μ
X ray	X

Add:

IEC Designations


α = alpha particle  
β = beta particle  
γ = gamma ray  
δ = deuteron  
ρ = proton  
η = neutron  
π = pion  
κ = K meson  
μ = muon  
X = X ray

1.4.3 Solid



Add:

OR




See NOTE 1.4A


After 1.4.5

Add:

1.4.6 Material, semiconducting



1.4.7 Material, insulating




1.7 Direction of Flow of Power, Signal, or Information


Avoid conflict with symbols 9.5, 9.5.2, and 9.5.4 if used on the same diagram

1.7.1 One-way

NOTE 1.7.1A: The lower symbol is used if it is necessary to conserve space. The arrowhead in the lower symbol shall be filled.




OR




Add:

OR




See NOTE 1.7.1A

1.7.2 Either way (but not simultaneously)




OR




Add:

OR




See NOTE 1.7.1A

1.7.3 Both ways, simultaneously




OR



Add:

OR



See NOTE 1.7.1A


Avoid conflict with symbol 9.2 if used on the same diagram

After 1.7.5

Add:

1.7.6 Transmission


NOTE 1.7.6A: The dot may be omitted if the sense is unambiguously given by the arrowhead in combination with the symbol to which it is applied.






Qualifying Symbols


1.7.7 Reception  
See NOTE 1.7.6A




1.7.8 Energy flow from the busbars



1.7.9 Energy flow towards the busbars



1.7.10 Bidirectional energy flow




1.8.1  
Add:


The voltage may be indicated at the right of the symbol and the type of system at the left.

1.8.1.1 Application: Direct current, three conductors including midwire, 220 V (110 V between each outer conductor and midwire)

2M may be replaced by 2 + M



1.8.2 Alternating current




Add:

The numerical value of the frequency or the frequency range may be added at the right-hand side of the symbol.


The voltage may also be indicated to the right of the symbol.

The number of phases and the presence of a neutral may be indicated at the left-hand side of the symbol.

1.8.2.1 Application: Alternating current of 60 Hz

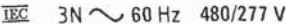


1.8.2.2 Application: Alternating current frequency range 100 kHz to 600 kHz




1.8.2.3 Application: Alternating current: three-phase with neutral, 60 Hz, 480 V (277 V between phase and neutral).


3N may be replaced by 3 + N



1.8.2.4 Neutral  
This symbol for neutral is given in IEC Publication 445 (1973) [11].




1.8.2.5 Midwire  
This symbol for midwire is given in IEC Publication 445 (1973) [11].



After 1.10.4  
Add:


1.10.5 Conductive coating on internal surface of envelope




Add:

1.14 Operational Dependence On a Characteristic Quantity


1.14.1 Operating when the characteristic quantity is higher than the setting value




1.14.2 Operating when the characteristic quantity is lower than the setting value




1.14.3 Operating when the characteristic quantity is either higher than a given high setting or lower than a given low setting



1.14.4 Operating when value of the characteristic quantity becomes zero




1.14.5 Operating when the value of the characteristic quantity differs from zero by an amount which is very small compared with the normal value




1.15 Signal Identifiers  
The symbol shall be used only when it is necessary to distinguish between analog and digital signals.

1.15.1 Identifier of analog signals




1.15.2 Identifier of digital signals




A time-sequence number (m) of bits may be denoted m #.

1.16 Signal Waveforms  
Each symbol represents an idealized shape of the waveform.


1.16.1 Positive-going pulse




1.16.2 Negative-going pulse




1.16.3 Pulse of alternating current




1.16.4 Positive-going step function



1.16.5 Negative-going step function




1.16.6 Sawtooth




1.17 Control by Nonelectrical Quantities  
Letter symbols from ANSI/IEEE Std 280-1985 [6], may be used to denote other operating quantities than those shown below (for example pressure or speed). They should be enclosed in a rectangle if ambiguity could otherwise arise.


1.17.1 Control by fluid level



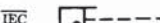
1.17.2 Control by number of events  
Control by a counter




1.17.3 Control by flow



1.17.3.1 Application: Control by gas flow




1.17.4 Control by relative humidity

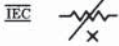


**After 2.1.4**  
**Add:**

2.1.4.1 Application: preset adjustable resistor

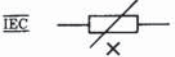


2.1.7 Magnetoresistor (intrinsic) (linear type shown)



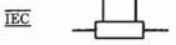
**Add:**

OR




**After 2.1.9**  
**Add:**

2.1.9.1 Shunt Resistor with separate current and voltage terminals




2.1.13 Symmetrical photoconductive transducer (resistive)



**Add:**

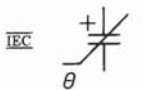
OR



**After 2.2.2**  
**Add:**


2.2.2.1 Temperature dependent polarized capacitor, where deliberate use is made of the temperature coefficient, for example, ceramic capacitor.

NOTE 2.2.2.1A:  $\theta$  may be replaced by  $t^\circ$ .




2.2.2.2 Voltage dependent polarized capacitor, where deliberate use is made of the voltage dependent characteristic, for example, semiconductor capacitor

NOTE 2.2.2.2A:  $U$  may be replaced by  $V$ .



**After 2.2.4**  
**Add:**

2.2.4A Capacitor with preset adjustment




2.2.4.1 With moving element indicated

**Revise NOTE 2.2.4.1A to read as follows:**


NOTE 2.2.4.1A: If it is desired to indicate the moving element, the common intersection of the moving element with the symbol for variability and the connecting line is marked with a dot.

See General Symbols 2.2.1 and NOTE 2.2B

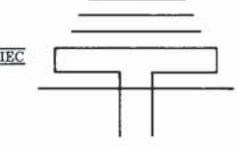


**After 2.3.2**  
**Add:**

2.3.2.1 Folded dipole

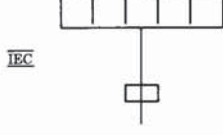


2.3.2.2 Folded dipole, shown with three directors and one reflector

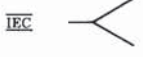


**After 2.3.3**  
**Add:**


2.3.3.1 Slot antenna, shown with rectangular waveguide feeder



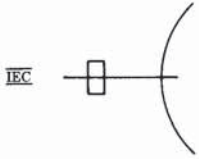
2.3.3.2 Horn antenna Horn feed




2.3.3.3 Cheese (box) reflector with horn feed, shown with rectangular waveguide feeder



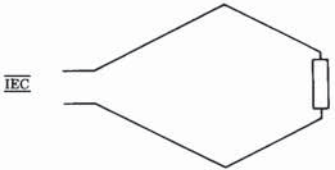
2.3.3.4 Paraboloidal antenna, shown with rectangular waveguide feeder



2.3.3.5 Horn-reflector antenna, shown with circular waveguide feeder

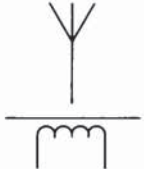


2.3.3.6 Rhombic antenna, shown terminated by a resistor



**2.3.3.7 Magnetic rod antenna, for example ferrite.**


If there is no risk of confusion, the general antenna symbol may be omitted.



IEC

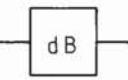
**2.4 Attenuator**

**2.4.1 Fixed attenuator**  $\bar{F}$ ; pad (general)



IEC


Add:



OR

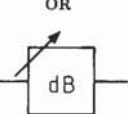
IEC

**2.4.4 Variable attenuator**  $\bar{F}$  (general)



IEC

Add:



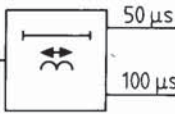
OR

IEC

**After 2.6.1**

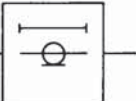
Add:

**2.6.1.1 Magnetostrictive delay line shown with one input and two outputs giving delays of 50  $\mu$ s and 100  $\mu$ s**



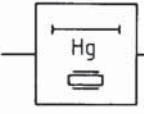
IEC

**2.6.1.2 Coaxial delay line**



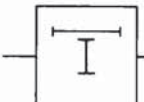
IEC

**2.6.1.3 Mercury delay line with piezoelectric transducers**




IEC

**2.6.1.4 Delay line comprising an artificial line**



IEC

**2.6.4 Slow-wave structure**




IEC

\* See NOTE 2.6.1A


Add:

**2.6.4.1 Open slow-wave structure** (arrow indicates direction of energy flow)




IEC

**2.6.4.2 Single electrode for electrostatic focusing along open slow-wave structure**



IEC

**2.6.4.3 Closed slow-wave structure, shown with envelope**




IEC

**2.6.5 Delay Line Circuits**

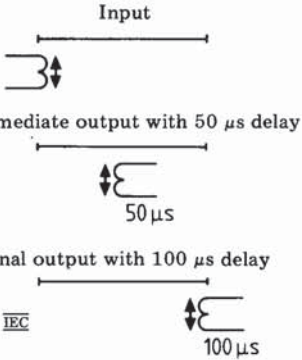
**2.6.5.1 Magnetostrictive delay line with windings; three windings shown in assembled representation**

NOTE 2.6.5.1A: The winding symbols may be oriented as required



IEC

**2.6.5.2 Magnetostrictive delay line with windings; one input and two outputs shown in detached representation**



Input

Intermediate output with 50  $\mu$ s delay


50  $\mu$ s

Final output with 100  $\mu$ s delay

100  $\mu$ s

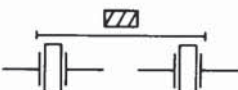
IEC

**2.6.5.3 Coaxial delay line**



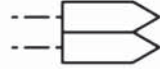
IEC

**2.6.5.4 Solid material delay line with piezoelectric transducers**



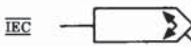
IEC

**2.9.6† Stereo**



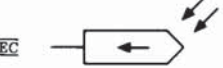
Add:

**2.9.6.1 Stylus-operated stereophonic head**




IEC

**2.9.7 Light sensitive reproducing (reading, playback) head, monophonic**



IEC

**2.10 Piezoelectric Crystal Unit (including Crystal Unit, Quartz  $\bar{F}$ )**



IEC

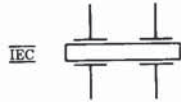


Add:

2.10.1 Piezoelectric crystal with three electrodes

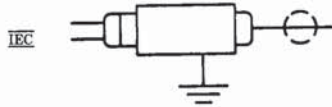


2.10.2 Piezoelectric crystal with two pairs of electrodes



Add:

2.17.1 Ignition unit, high energy



Add:

2.18 Ideal Circuit Elements

2.18.1 Ideal current source



2.18.2 Ideal voltage source



2.18.3 Ideal gyrator

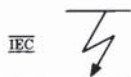


2.19 Faults

2.19.1 Fault (indication of assumed fault location)



2.19.2 Flashover Breakthrough



After 3.1.2.3

Add:

3.1.2.4 Flexible conductor



3.1.6 Junction of paths or conductors

After 3.1.6.3

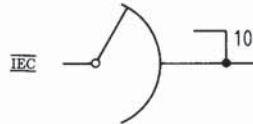
Add:

3.1.6.3A Connection common to a group of similar items



The total number of similar items may be indicated by a figure near the common connection symbol.

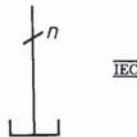
3.1.6.3A.1 EXAMPLE: Multiple unselector banks shown for 10 banks



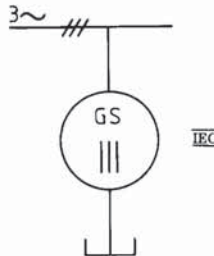
After 3.1.6.5

Add:

3.1.6.6 Neutral point in multiphase system, shown in single-line representation

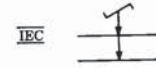


3.1.6.6.1 EXAMPLE: Synchronous generator, three-phase; both leads of each phase brought out, shown with external neutral point



3.1.7.2 Twisted (shown with two twisted conductors)

NOTE 3.1.7.2A: The asterisk is not part of the symbol. Always replace the asterisk by one of the following letters:  
P = Pair  
T = Triple



Add:

OR



OR



\*See NOTE 3.1.7.2A

After 3.1.8.6

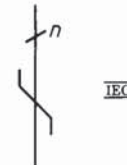
Add:

3.1.8.7

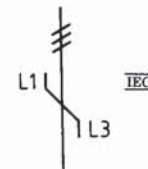
Interchange of conductors; change of phase sequence or inversion of polarity, shown for  $n$  conductors in single-line representation.

The interchanged conductors may be indicated.

For the identification of the conductors, IEC Publication 445 (1973) [11] applies.



3.1.8.7.1 EXAMPLE: Change of phase sequence



Graphic Symbols for  
Transmission Path

After 3.2.6.2  
Add:

3.2.7 Duct or pipe

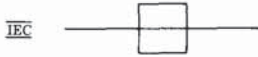


NOTE 3.2.7A: The number of ducts, the cross-section dimensions or other particulars, such as duct occupancy, may be shown above the line representing the duct route.

3.2.7.1 EXAMPLE: Line of six-way duct

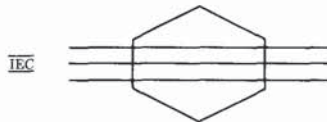


3.2.8 Line with manhole, giving access to jointing chamber



3.2.9 Straight-through joint box, shown with three conductors:

Multiline representation

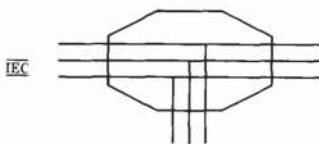


3.2.9.1 Single-line representation

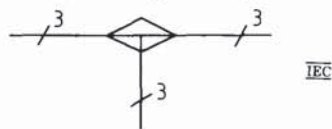


3.2.10 Junction box, shown with three conductors, with T-connections:

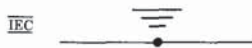
Multiline representation



3.2.10.1 Single-line representation



3.2.11 Line with buried jointing point



3.2.12 Line with gas or oil block



3.2.13 Line with gas or oil stop valve



3.2.14 Line with gas or oil block by-pass



3.2.15 Power feeding

3.2.15.1 Power feeding (ac) on telecommunication lines



3.2.15.2 Power feeding (dc) on telecommunication lines



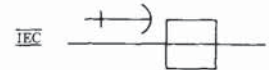
3.2.16 Anticreepage device

Anticreepage device for cable

NOTE 3.2.16A: The symbol should be shown on the creepout side of the manhole.



3.2.16.1 EXAMPLE: Manhole equipped with anticreepage device for cable (Creepage to the left is prevented)



3.2.17 Overground, weatherproof enclosure, general symbol

NOTE 3.2.17A: Qualifying symbols or designations may be used to indicate the apparatus contained in the enclosure.



3.2.17.1 EXAMPLE: Amplifying point in a weatherproof enclosure



3.2.18 Crossconnection point

NOTE 3.2.18A: Inlets and outlets may be oriented as required.



3.2.19 Line concentrator  
Automatic line connector



3.2.19.1 EXAMPLE: Line concentrator on a pole



3.2.20 Protective anode

NOTE 3.2.20A: The type of anode material may be indicated by adding its chemical letter symbol.



3.2.20.1 EXAMPLE: Magnesium protective anode



After 3.6.7

Add:

3.6.8 Optical fiber

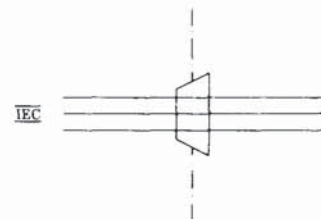


After 3.10

Add:

3.10.1 Pressure-tight bulkhead cable gland; shown with three cables

NOTE 3.10.1A: The high-pressure side is the longer side of the trapezoid thus retaining gland in bulkhead.





**4.1 Switching Function**

NOTE 4.1A: Switching function symbols are suitable for use on *detached contact diagrams*, but may be used in other applications.

*Add:*

**4.1A Qualifying Symbols for Contacts (IEC Publication 617-7 (1983) [18])**

**4.1A.1 Contactor function**



**4.1A.2 Circuit-breaker function**



**4.1A.3 Disconnecter (isolator) function**



**4.1A.4 Switch-disconnector (isolating-switch) function**



**4.1A.5 Automatic release function**



**4.1A.6 Position switch function  
Limit switch function**

NOTE 4.1A.6A: This qualifying symbol can be applied to simple contact symbols to indicate position or limit switches if there is no need to show the means of operating the contact. In complicated cases, where it is desirable to show the means of operation, symbols 14.4.16 to 14.4.16.3 should be used instead.

NOTE 4.1A.6B: This symbol is placed on both sides of the contact symbol when the contact is mechanically operated in both directions.



**4.1A.7 Spring return function**

NOTE 4.1A.7A: This symbol may be used to indicate spring return function. When this convention is invoked its use should be appropriately referenced.

NOTE 4.1A.7B: This symbol should not be used together with qualifying symbols 4.1A.1, 4.1A.2, 4.1A.3, and 4.1A.4. In many cases, symbol 14.5.1 may be used.



**4.1A.8 Nonspring return (stay put) function**

NOTE 4.1A.8A: This symbol may be used to indicate nonspring return function. When this convention is invoked, its use should be appropriately referenced.

NOTE 4.1A.8B: This symbol should not be used together with qualifying symbols 4.1A.1, 4.1A.2, 4.1A.3, and 4.1A.4. In many cases, symbol 14.5.2 may be used.



**4.3 Basic Contact Assemblies**

The standard method of showing a contact is by a symbol indicating the circuit condition it produces when the actuating device is in the de-energized or nonoperated position. The actuating device may be of a mechanical, electrical, or other nature, and a clarifying note may be necessary with the symbol to explain the proper point at which the contact functions; for example, the point where a contact closes or opens as a function of changing pressure, level, flow, voltage, current, etc. In cases where it is desirable to show contacts in the energized or operated condition and where confusion may result, a clarifying note shall be added to the drawing.

For designations of auxiliary switches or contacts for circuit breakers, etc, see ANSI/IEEE C37.2-1979 [3].

*Add:*

**4.3A IEC Publication 617-7 (1983) [18] Coordinated System**

This section provides preferred symbols for contact units and switchgear. Each symbol depicts the function of a contact or a switching device, without necessarily being related to the construction of the device it represents.

A small circle, open or filled in, representing the hinge-point may be added to most of the symbols for contacts, switches, and controlgear. See for example 4.3A.1.1.1.

For clarity this symbol must be shown on some symbols, see for example 4.3A.1.4.

**4.3A.1 Contacts with two or three positions**

**4.3A.1.1 Make contact**

NOTE 4.3A.1.1A: This symbol is also used as the general symbol for a switch.



Form 1

**4.3A.1.1.1**



Form 2

**4.3A.1.2 Break contact**



**4.3A.1.3 Change-over break before make contact**



**4.3A.1.4 Two-way contact with center-off position**

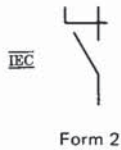


**4.3A.1.5 Changeover make before break contact (bridging)**

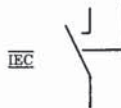


Form 1

4.3A.1.5.1



4.3A.1.6 Contact with two makes



4.3A.1.7 Contact with two breaks



4.3A.2 Passing contacts with two positions

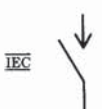
4.3A.2.1 Passing make contact closing momentarily when its operating device is actuated



4.3A.2.2 Passing make contact closing momentarily when its operating device is released



4.3A.2.3 Passing make contact closing momentarily when its operating device is actuated or released



4.3A.3 Early and late operating contacts

4.3A.3.1 Make contact (of a multiple contact assembly) which is early to close relative to the other contacts of the assembly



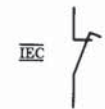
4.3A.3.2 Make contact (of a multiple contact assembly) which is late to close relative to the other contacts of the assembly



4.3A.3.3 Break contact (of a multiple contact assembly) which is late to open relative to the other contacts of the assembly

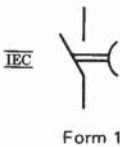


4.3A.3.4 Break contact (of a multiple contact assembly) which is early to open relative to the other contacts of the assembly

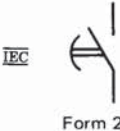


4.3A.4 Examples of contacts with intentional delay

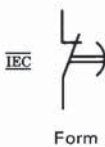
4.3A.4.1 Make contact delayed when closing (operating device actuated)



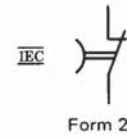
4.3A.4.2



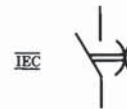
4.3A.4.3 Break contact delayed when reclosing (operating device released)



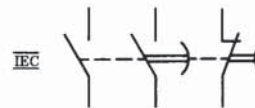
4.3A.4.4



4.3A.4.5 Make contact delayed when closing and opening



4.3A.4.6 Contact assembly with one make contact not delayed, one make contact delayed when reopening and one break contact delayed when opening

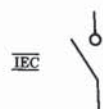


4.3A.5 Examples of spring return and nonspring return (stay put) contacts

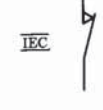
4.3A.5.1 Make contact with spring return



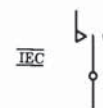
4.3A.5.2 Make contact without spring return (stay put)



4.3A.5.3 Break contact with spring return



4.3A.5.4 Two-way contact with center-off position with spring return from the left-hand position but not from the right-hand one (stay put)



**Add:**

4.3B ANSI/IEEE Std 315-1975 [7] System

4.3.1 Closed contact (break)

⋮

4.3.8.3 No change in existing symbols but IEC approval will be withdrawn in the future.

**Add:**

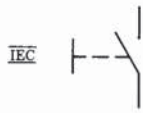
4.6.3 Indication of operating method

*Former 4.6.3 is now 4.6.3.5*


Devices with *push* or *pull* operation normally have spring return. It is therefore not necessary to show the automatic return symbol (14.5.1). On the other hand, a detent symbol (14.5.2) should be shown in the exceptional cases where locking exists.

Devices operated by turning do not usually have automatic return. It is therefore not necessary for the detent symbol (14.5.2) to be shown. On the other hand, the automatic return symbol (14.5.1) should be shown in those cases where an automatic return exists.

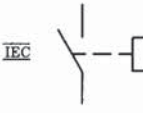
4.6.3.1 Manually operated switch; general symbol



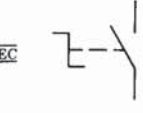
4.6.3.2 Push-button switch (non-locking)




4.6.3.3 Pull-switch (nonlocking)




4.6.3.4 Turn-switch (locking)



4.6.3.5 Knife switch  $\overline{\text{E}}$ , general




4.14.5.3 Normally closed



**Add:**

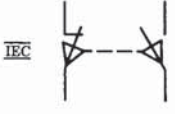
OR




**After 4.14.5.4**

**Add:**

4.14.5.5 Position or limit switch mechanically operated in both directions with two separate circuits



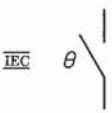
4.21.1 Closes on rising temperature




See NOTE 4.21A

**Add:**

OR




4.21.2 Opens on rising temperature




See NOTE 4.21A

**Add:**


OR



4.22 Flasher Self-Interrupting Switch

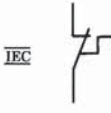


OR




**Add:**

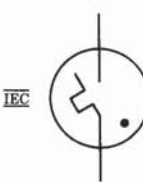
4.22.1 Self-operating thermal switch, break contact



NOTE 4.22.1A: It is important to distinguish between a contact as shown and a contact of a thermal relay, which in detached representation may be shown as follows:




4.22.2 Gas discharge tube with thermal element Starter for fluorescent lamp



**Revise 4.29.1 to read as follows:**

4.29.1 Manually operated 3-pole contactor



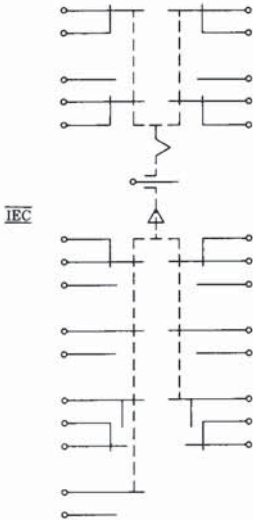


After 4.33  
Add:

**4.34 Multipole and Multiposition Switches (IEC Publication 617-7 (1983) [18])**

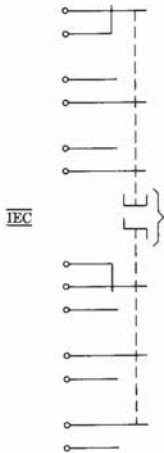
4.34.1 Key operated lever or turn switches (compare with 4.12 items)

4.34.1.1 Three position lever-operated switch, locking in the upper position and with spring return from the lower position to the middle one, shown with terminals

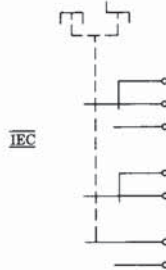


4.34.1.2 Button-operated switch in which one set of contacts is operated by pushing the button (nonlocking) and another set by turning it (locking), shown with terminals

The bracket indicates that there is only one actuator

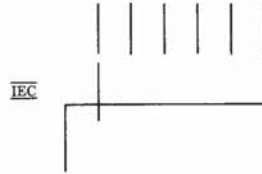


4.34.1.3 Button-operated switch in which the same set of contacts may be operated in two different ways; either by turning (with locking) or pushing (with spring return), shown with terminals



**4.34.2 Multiposition Switches**

4.34.2.1 Single-pole n-position switch, shown for  $n = 6$

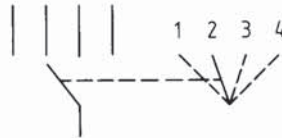


4.34.2.2 Single-pole n-position switch, alternative for use when  $n$  is small, shown for  $n = 4$

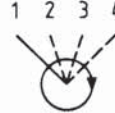


4.34.2.3 Example with position diagram

NOTE 4.34.2.3A: It is sometimes convenient to indicate the purpose of each switch position by adding text to the position diagram. It is also possible to indicate limitations of movement of the operating device as in the examples which follow:



The operating device (for example handwheel) can be turned only from positions 1 to 4 and back.

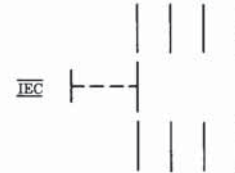


The operating device can be turned in the clockwise direction only.

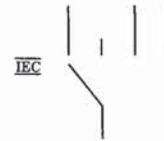


The operating device can be turned in the clockwise direction without limitation and may be turned in the counter-clockwise direction only between positions 3 and 1.

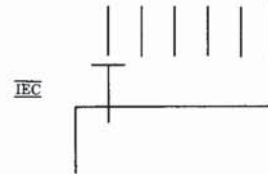
4.34.2.4 Four-position switch, manually operated, having four independent circuits



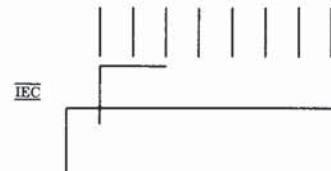
4.34.2.5 Single-pole, four-position switch in which position 2 cannot be connected



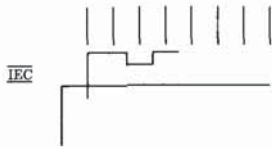
4.34.2.6 Single-pole, six-position switch with a wiper that bridges only while passing from one position to the next



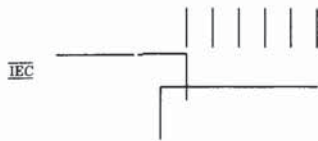
4.34.2.7 Single-pole multiposition switch with a wiper that bridges three consecutive terminals in each switch position



4.34.2.8 Single-pole multiposition switch with a wiper that bridges four terminals but omits one intermediate terminal in each switch position

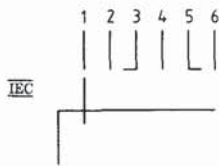


4.34.2.9 Single-pole multiposition switch for cumulative parallel switching



4.34.2.10 One pole of a six-position multipole switch

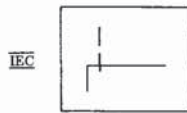
The pole shown makes earlier than the other poles when the wiper moves from position 2 to 3 and breaks later than the other poles when the wiper moves from position 5 to 6. When the wiper moves in the opposite direction the early make becomes a late break and vice versa



4.34.3 Block Symbols for Complex Switches

There are many ways in which complex switching functions can be achieved mechanically, for example by rotary wafer switches, slide switches, drum controllers, cam-operated contact assemblies, etc. There are also many ways in which the switching functions may be symbolized on circuit diagrams. Study has shown that there is no unique system of symbolization which is superior in every application. The system employed should be chosen with due regard to the purpose of the diagram and the degree of complexity of the switching device it is desired to symbolize. This section therefore presents one possible method of symbolizing complex switches. The method shown here uses a general symbol for a complex switch which must be supplemented by a table of connections. Two examples are shown.

4.34.3.1 Complex switch, general symbol



4.34.3.2 EXAMPLES: 18-position rotary wafer switch with six terminals, here designated A to F, constructed as shown in the bottom diagram (switch shown in position 1)

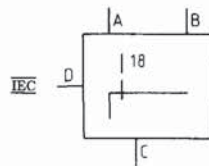
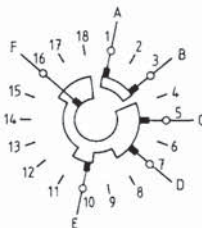


Table of connections

Position	Interconnections of terminals					
	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						



4.34.3.3 EXAMPLE: Six-position rotary drum switch with five terminals, constructed as shown in the bottom diagram

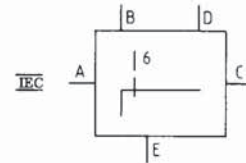
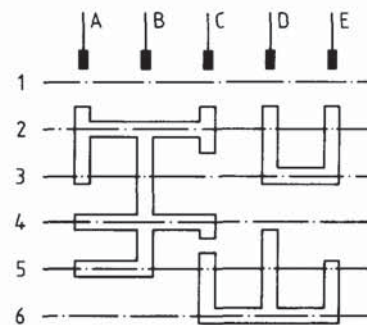


Table of connections

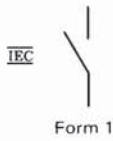
Position	Interconnections of terminals				
	A	B	C	D	E
1					
2	+		+	○	○
3	+	+	+	○	○
4	+	+	+	○	○
5	+	+	+	○	○
6					



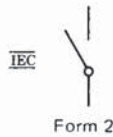
The symbols + - and O indicate the terminals that are connected together at any position (rest-position or intermediate position) of the switch, that is, terminals having the same indicating symbol for example, + are interconnected

NOTE 4.34.3.3A: Where additional symbols are required, the characters available on a typewriter should be used, for example, x, =.

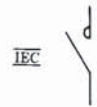
4.35 Switchgear and Controlgear  
4.35.1 Switch (mechanical)



OR



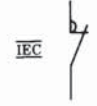
4.35.2 Contactor (contact open in the unoperated position)



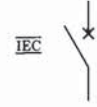
4.35.3 Contactor with automatic release



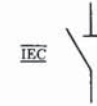
4.35.4 Contactor (contact closed in the unoperated position)



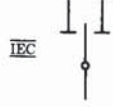
4.35.5 Circuit breaker



4.35.6 Disconnecter (isolator)



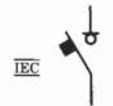
4.35.7 Two-way disconnector (isolator) with center-off position



4.35.8 Switch-disconnector (on-load isolating switch)



4.35.9 Switch-disconnector with automatic release



4.35.10 Disconnecter (isolator) with blocking device, manually operated



4.36 Block Symbols for Motor Starters

4.36.1 Motor starter, general symbol

NOTE 4.36.1A: Qualifying symbols may be shown inside the general symbol to indicate particular types of starters. See symbols 4.36.5, 4.36.7, and 4.36.8.



4.36.2 Starter operated in steps

NOTE 4.36.2A: The number of steps may be indicated.



4.36.3 Starter-regulator



4.36.4 Starter with automatic release



4.36.5 Direct on line contactor starter Full voltage contactor starter for reversing motor



4.36.6 Star-delta starter



4.36.7 Autotransformer starter

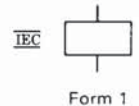


4.36.8 Starter-regulator with thyristors



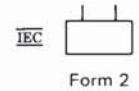
4.37 Operating Devices for Electro-mechanical (all or nothing) Relays

4.37.1 Operating device, general symbol



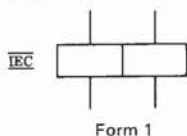
4.37.2

NOTE 4.37.2A: Operating devices with several windings may be indicated by inclusion of the appropriate number of inclined strokes or by repeating symbol 4.37.1 or 4.37.2.

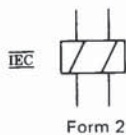




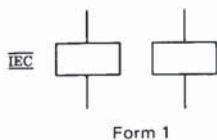
4.37.3 *EXAMPLES:* Operating device with two separate windings, assembled representation



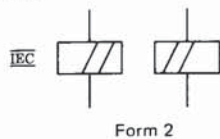
4.37.4



4.37.5 Operating device with two separate windings, detached representation



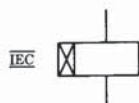
4.37.6



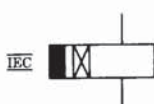
4.37.7 Relay coil of a slow-releasing relay



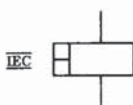
4.37.8 Relay coil of a slow-operating relay



4.37.9 Relay coil of a slow-operating and slow-releasing relay



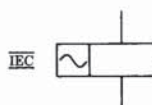
4.37.10 Relay coil of a high-speed relay (fast operating and fast releasing)



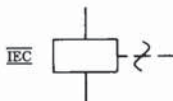
4.37.11 Relay coil of a relay unaffected by alternating current



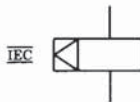
4.37.12 Relay coil of an alternating current relay



4.37.13 Relay coil of a mechanically resonant relay



4.37.14 Relay coil of a mechanically latched relay



4.37.15 Relay coil of a polarized relay

NOTE 4.37.15A: Dots may be used to indicate the relationship between the direction of the current through the winding of a polarized relay and the movement of the contact arm.

When the winding terminal identified by the polarity dot is positive with respect to the other winding terminals, the contact arm moves or tends to move towards the position marked with the dot.



4.37.16 *EXAMPLES:* Polarized relay, self restoring, operating for only one direction of current in the winding



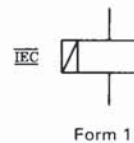
4.37.17 Polarized relay with neutral position, self restoring, operating for either direction of current in the winding



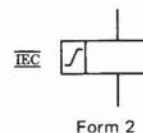
4.37.18 Polarized relay with two stable positions





4.37.19 Relay coil of a remanent relay



4.37.20



**5.3 Connector  
Disconnecting Device**  
Jack   
Plug 

The contact symbol is not an arrow-head. It is larger and the lines are drawn at a 90° angle.

**5.3.1 Female contact**



Add:

OR



**5.3.2 Male contact**



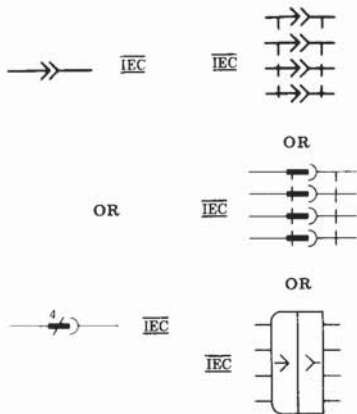
Add:

OR

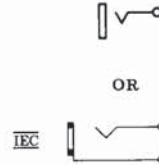


Revise 5.3.4.1 to read as follows:

5.3.4.1 Application: engaged 4-conductors (male plug - female receptacle shown)



**5.3.5.1 2-conductor (jack)**



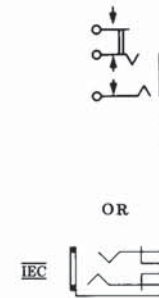
**5.3.5.2 2-conductor (plug)**

Add:



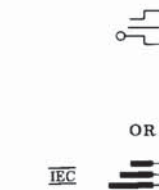
**5.3.5.3‡ 3-conductor (jack) with 2 break contacts (normals) and 1 auxiliary make contact**

Add:



**5.3.5.4 3-conductor (plug)**

Add:



**5.3.5.5 Break or isolating jack, telephone type**



*After 5.3.6.4*

Add:

**5.3.7 Adapter**

5.3.7.1 Plug and socket-type connector, for example U-link: male-male.



**5.3.7.2 Male-female**



**5.3.7.3 Male-male with socket access**



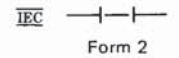
**5.3.8 Butt-connector**



**5.3.9 Connecting link, closed**



**5.3.9.1**



**5.3.9.2 Connecting link, open**



*After 5.6.1*

Add:


**5.6.1A Coaxial plug and socket**

NOTE 5.6.1A: If the coaxial plug or socket is connected to a coaxial pair, the tangential line(s) should be appropriately extended.

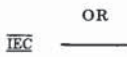




**6.1.2** Magnetic core of inductor or transformer  
Not to be used unless it is necessary to identify a magnetic core.

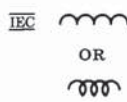


Add:



Revise 6.2.1 to read as follows:

**6.2.1** General  
NOTE 6.2.1A: This symbol is deprecated and should not be used on new schematics.




OR

See NOTE 6.2.1A


Add:

**6.2.1A** Choke Reactor

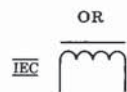


See NOTE 6.4.1A

**6.2.2** Magnetic-core inductor  
Telephone loading coil  
If necessary to show a magnetic core.




Add:




OR

**6.2.2.1** Inductor with gap in magnetic core




Add:

**6.2.4.1** Inductor with moving contact, variable in steps



After 6.2.5  
Add:


**6.2.5A** Variometer




**6.2.9** See new 11.3.3

After 6.2.9  
Add:

**6.2.10** Coaxial choke with magnetic core



**6.2.11** Ferrite bead, shown on a conductor




See also 15.18.1

Revise NOTE 6.4.1A to read as follows:

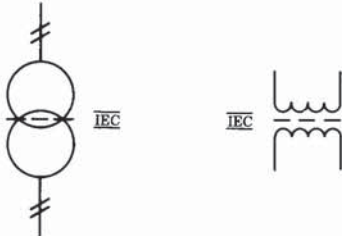
NOTE 6.4.1A: This symbol is the preferred single-line symbol in IEC Publication 617-6 (1983) [17]. It should be used on schematics for equipments having international usage, especially when the equipment will be marked using this symbol (in accordance with IEC Publication 417 (1973) [10]).

**6.4.2.3** Application: transformer with magnetic core shown and with an electrostatic shield between windings. The shield is shown connected to the frame.




Add:

**6.4.2.3A** Single-phase transformer with two windings and screen.




Revise 6.4.4 to read as follows:

**6.4.4** One winding with adjustable inductance



OR




See NOTE 6.4.4A

See NOTE 6.4.1A

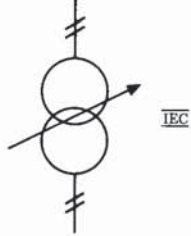
NOTE 6.4.4A: The former right-hand symbol has been deleted. It is no longer recommended for use on complete diagrams.

**6.4.6** Adjustable mutual inductor; constant-current transformer




Add:

OR



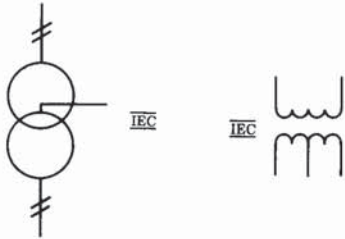
**6.4.7** With taps, 1-phase



Graphic Symbols for  
Transformers, Inductors, and Windings

Add:

6.4.7A Transformer with center tapping on one winding



Revise 6.4.8 to read as follows:

6.4.8 Autotransformer, 1-phase



OR



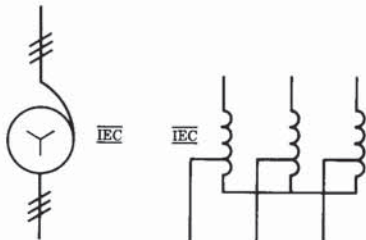
IEC

See NOTE 6.4.4A

See NOTE 6.4.1A

Add:

6.4.8A Autotransformer, three-phase, star connection

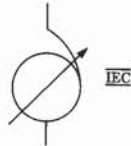


Revise 6.4.9 to read as follows:

6.4.9 Adjustable



OR



IEC

See NOTE 6.4.4A

See NOTE 6.4.1A

Revise 6.4.12 to read as follows:

6.4.12 1-phase induction voltage regulator(s)

Number of regulators may be written adjacent to the symbol.



OR



OR



IEC

See NOTE 6.4.4A

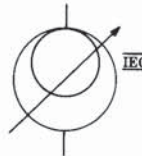
See NOTE 6.4.1A

Revise 6.4.14 to read as follows:

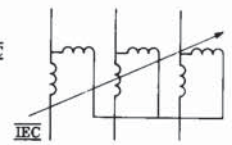
6.4.14 3-phase induction voltage regulator



OR



IEC



IEC

See NOTE 6.4.4A

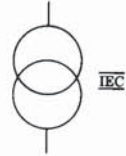
See NOTE 6.4.1A

Revise 6.4.15 to read as follows:

6.4.15 1-phase, 2-winding transformer



OR



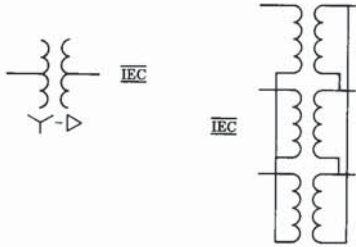
IEC

See NOTE 6.4.4A

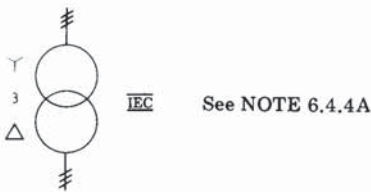
See NOTE 6.4.1A

Revise 6.4.15.1 to read as follows:

6.4.15.1 Application: 3-phase bank of 1-phase, 2-winding transformers with wye-delta connections



OR

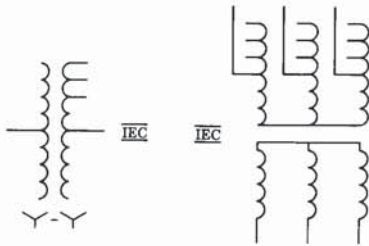


See NOTE 6.4.1A

The alternate symbol has been corrected to conform to IEC Publication 617-6 (1983) [17]. Shown outside the symbol is Y. Reason: Three separate transformers.

Revise 6.4.15.2 to read as follows:

6.4.15.2 Three-phase transformer with 4 taps with wye-wye connections

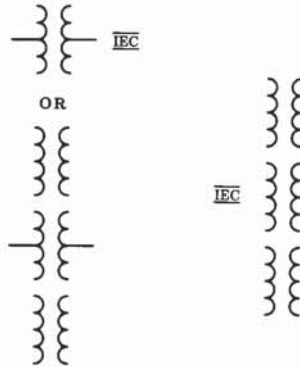


OR



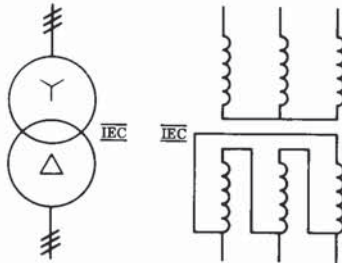
See NOTE 6.4.1A

6.4.16 Polyphase transformer



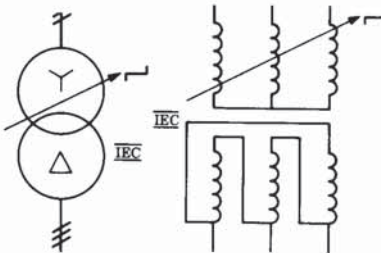
Add:

6.4.16A.1 Three-phase transformer, connection star-delta

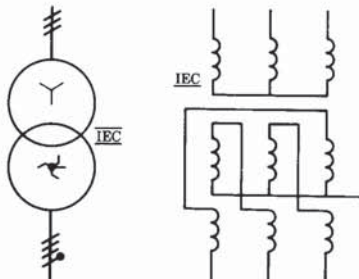


6.4.16A.2 See 6.4.15.2

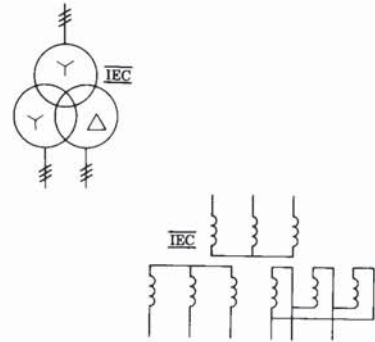
6.4.16A.3 Three-phase transformer with on-load tap changer, connection star-delta



6.4.16A.4 Three-phase transformer, connection star-zigzag

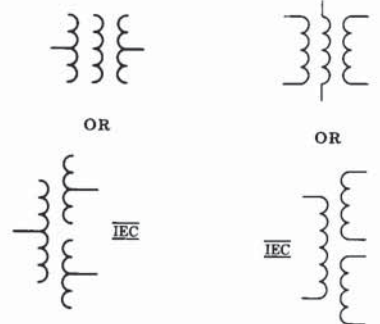


6.4.16A.5 Three-phase transformer, connection star-star-delta



Revise 6.4.17 to read as follows:

6.4.17 1-phase, 3-winding transformer



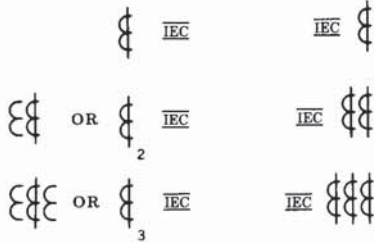
OR



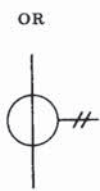
See NOTE 6.4.1A

6.4.18 Current transformer(s)

Avoid conflict with symbol 3.2.5 if used on the same diagram.



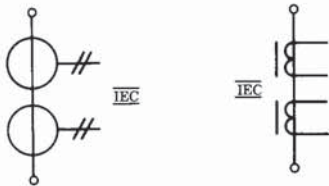
Add:



6.4.18.1 Current transformer with two cores and two secondary windings

The terminal symbols shown at each end of the primary circuit indicate that only a single device is represented.

NOTE 6.4.18.1A: In the right-hand symbol core symbols may be omitted.



6.4.18.2 Current transformer with two secondary windings on one core.

NOTE 6.4.18.2A: In the right-hand symbol the core symbol shall be drawn.



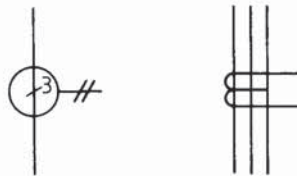
6.4.18.3 Current transformer with one secondary winding with three tapings



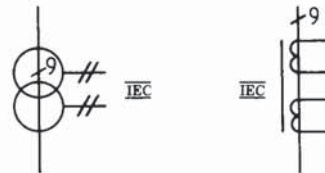
6.4.18.4 Current transformer where the primary conductor forms five winding turns



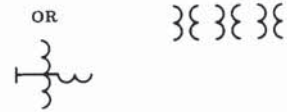
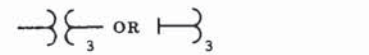
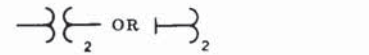
6.4.18.5 Pulse or current transformer with one permanent winding and three threaded windings



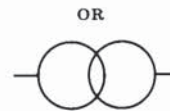
6.4.18.6 Pulse or current transformer with two permanent windings on the same core and with nine threaded windings



6.4.20 Potential transformer(s)



Add:



After 6.5

Add:

6.6 Ferrite Cores—Symbol Elements (IEC Publication 617-4 (1983) [15])

6.6.1 Ferrite core



6.6.2 Flux/current direction indicator

This symbol indicates that a horizontal line drawn at a right angle through a core symbol represents a core winding, and it also gives the relative directions of current and flux.

NOTE 6.6.2A: This symbol is not applicable for topographical representation.

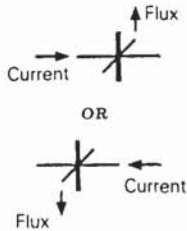




6.6.3 Ferrite core with one winding



The oblique line may be regarded as a reflector that relates the directions of current and flux as shown below.



For drawing convenience, lines representing conductors are often shown crossing core symbols even though there is no winding on the magnetic circuit. Except in topographical representation the use of the oblique stroke is mandatory in all cases where a line through the core symbol represents a winding.

EXAMPLE:

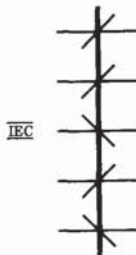


\* Conductor crossing the core symbol  
\*\* Winding on the core

6.7 Ferrite Cores (IEC Publication 617-4 (1983) [15])

6.7.1 Ferrite core with five windings

NOTE 6.7.1A: Information on the direction of current, its relative amplitude and the logic conditions imposed by the state of the magnetic remanence may be added.

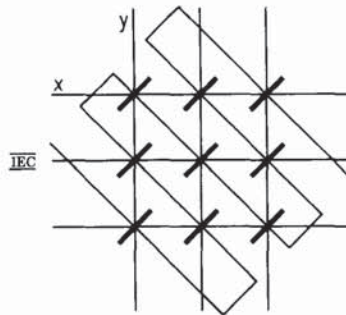


6.7.2 Ferrite core with one winding of  $m$  turns

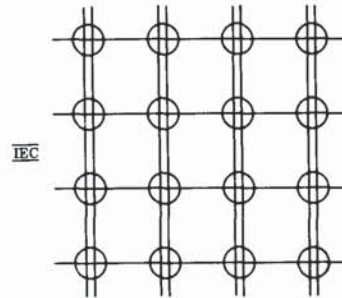


6.8 Magnetic Storage Matrices (Topographical Representation)


6.8.1 Ferrite core matrix with  $x$  and  $y$  windings and a readout winding. The symbol of a ferrite core, 6.6.1, is shown at  $45^\circ$  to the horizontal.



6.8.2 Matrix arrangement comprising thin sheet magnetic stores, located between thin sheet wiring layers.




**7.1.1.1 Directly heated (filamentary) cathode**  
NOTE 7.1.1.1A: Leads may be connected in any convenient manner to ends of the  $\wedge$  provided the identity of the  $\wedge$  is retained.




IEC  $\wedge$   
See NOTE 7.1.1.1A

Add:



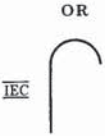
OR  
IEC  $\cup$

**7.1.1.2 Indirectly heated cathode**  
Lead may be connected to either extreme end of the  $\sqcap$  or, if required, to both ends, in any convenient manner.



IEC  $\sqcap$


Add:



OR  
IEC  $\sqcap$


After 7.1.1.6  
Add:

**7.1.1.7 Photoemissive electrode**



IEC  $\text{---}\triangle$


**7.1.2.1 Grid** IEC  
Beam-confining or beam-forming electrodes



IEC  $\text{---}\text{---}$

Add:

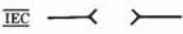
**7.1.2.1.1 Grid with secondary emission**



IEC  $\text{---}\text{---}$


Revise 7.1.2.2 to read as follows:

**7.1.2.2 Deflecting electrodes (used in pairs)**



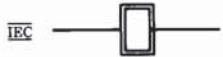
IEC  $\text{---}\text{---}$

OR



IEC  $\text{---}\text{---}$


**7.1.2.2A Radial deflecting electrodes, one pair of electrodes shown**



IEC  $\text{---}\text{---}$

After 7.1.2.4  
Add:


**7.1.2.5 Ion diffusion barrier**



IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.2.6 Intensity modulating electrode**


NOTE 7.1.2.6A: Symbol 7.1.2.1 may be used if no confusion will arise.



IEC  $\text{---}\text{---}$

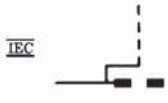
**7.1.2.7 Focusing electrode with aperture**  
Beam-forming plate

See NOTE 7.1.2.6A



IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.2.8 Beam-splitting electrode internally connected to the final focusing electrode of the electron gun**




IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.2.9 Cylindrical focusing electrode**  
Drift space electrode


Electronic lens element

See NOTE 7.1.2.6A



IEC  $\text{---}\text{---}$


**7.1.2.10 Cylindrical focusing electrode with grid**



IEC  $\text{---}\text{---}$


**7.1.2.11 Multiaperture electrode**

See NOTE 7.1.2.6A




IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.2.12 Quantizing electrode**  
Sampling electrode



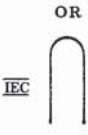
IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.5 Heater**



IEC  $\wedge$   
See NOTE 7.1.1.1A


Add:



OR  
IEC  $\cup$


After 7.1.8  
Add:

**7.1.9 Storage electrodes**  
7.1.9.1 Storage electrode




IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.9.2 Photoemissive storage electrode**




IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.9.3 Storage electrode with secondary emission in the direction of the arrow**




IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.9.4 Photoconductive storage electrode**




IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.10 Symbol elements for microwave tubes**  
7.1.10.1 Electron gun assembly, shown with envelope



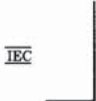
IEC  $\text{---}\text{---}$   
Simplified Form

**7.1.10.2 Reflector**  
Repelling electrode (used in velocity modulated tubes)



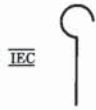
IEC  $\text{---}\text{---}$

**7.1.10.3 Nonemitting sole for open slow-wave structure**

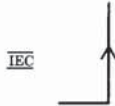


IEC  $\text{---}\text{---}$

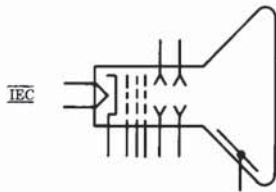
7.1.10.4 Nonemitting sole for closed slow-wave structure



7.1.10.5 Emitting sole (arrow indicates direction of electron flow)

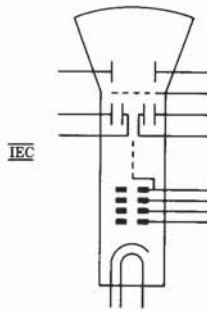


7.3.6.1 With electric-field (electrostatic) deflection



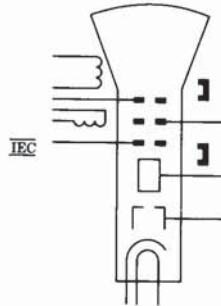
Add:

7.3.6.1.1 Double-beam cathode-ray tube, split-beam type with:  
Electrostatic deflection  
Indirectly heated cathode



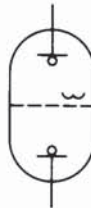
Add:

7.3.6.2.3 Cathode-ray tube with electromagnetic deviation, with:  
— Permanent magnet focusing and ion trap  
— Intensity modulating electrode  
— Indirectly heated cathode  
For example, television picture tube



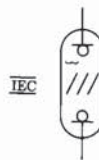
7.4 Solion  
Ion-Diffusion Device

7.4.1 Diode solion



Add:

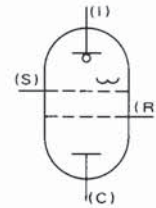
OR



7.4.2 Tetrode solion

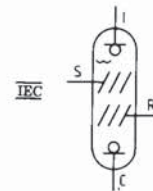
NOTE 7.4.2A: Letters in parentheses are not part of the symbol.

I Input  
S Shield  
R Readout  
C Common



Add:

OR



See NOTE 7.4.2A

7.5 Coulomb Accumulator  
Electrochemical Step-Function  
Device

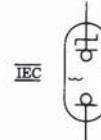
NOTE 7.5A: Letters in parentheses are not part of the symbol, but are for explanation only. For a precharged cell, with + polarity applied to P, the cell internal resistance and voltage drop will remain low until the designed coulomb quantity has passed; then the internal resistance will rise to its high value.



See NOTE 7.5A

Add:

OR



Revise 7.7.1 to read as follows:

7.7.1 General



See NOTE 7.7A

Revise 7.7.2 to read as follows:

7.7.2 Application: metal enclosure, having one collector connected to the enclosure

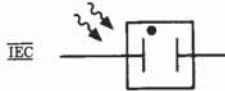


See NOTE 7.7A

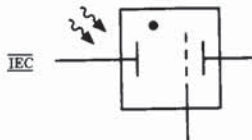
After 7.7.2

Add:

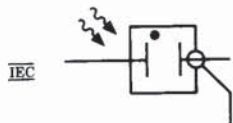
7.7.3 Ionizing radiation detectors  
7.7.3.1 Ionization chamber



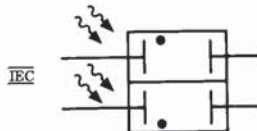
7.7.3.2 Ionization chamber with grid



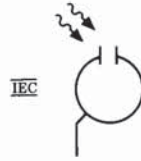
7.7.3.3 Ionization chamber with guard ring



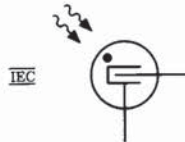
7.7.3.4 Ionization chamber, compensated type



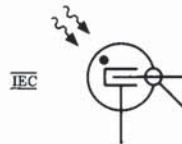
7.7.3.5 Faraday cup



7.7.3.6 Counter tube




7.7.3.7 Counter tube with guard ring






*Revise 8.2.2 to read as follows:*

8.2.2 Rectifying junction or junction which influences a depletion layer

Arrowheads (  ) shall be half the length of the arrow away from the semiconductor base region.

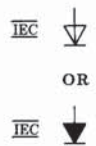
See item 8.6

The equilateral (  ) triangle shall be filled and shall touch the semiconductor base-region symbol.

NOTE 8.2.2A: The triangle points in the direction of the forward (easy) current as indicated by a direct-current ammeter, unless otherwise noted adjacent to the symbol. Electron flow is in the opposite direction.

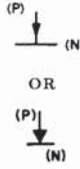
*Add:*

8.2.2A Rectifying junction




*Revise:*

8.2.2.1 P region on N region

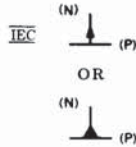


*Add:*




*Revise:*

8.2.2.2 N region on P region




*Add:*



8.2.3 Enhancement-type semiconductor region with plurality of ohmic connections and a rectifying junction


Portions of the interrupted channel line having ohmic contacts shall be of equal length and drawn significantly longer than the center-channel section. Channel gaps shall be of equal length and approximately equal to the center-channel length.



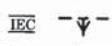
*Add:*

8.2.3A Indication of the conductivity type of the channel for insulated gate field effect transistors (IGFET)


8.2.3A.1 N-type channel on P-type substrate, shown for a depletion type IGFET



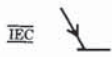
8.2.3A.2 P-type channel on an N-type substrate, shown for an enhancement type IGFET




8.2.4.1 P emitter on N region



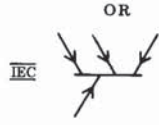
*Add:*




8.2.4.1.1 Plurality of P emitters on N region



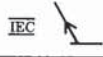
*Add:*




8.2.4.2 N emitter on P region



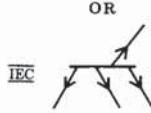
*Add:*



8.2.4.2.1 Plurality of N emitters on P region



*Add:*




**CORRECTION:** *Symbol was omitted in some printings.*

8.2.9.2 Gate (no external connection)

For application, see symbol 8.5.9


Because there is no external connection to the gate, this lead shall not extend to the envelope symbol, if any.

Style 3 

See NOTE 8.2.9A


8.3.1 Breakdown

Do not rotate or show in mirror-image form.


Style 1 

*Add:*


8.3.1A Bidirectional breakdown effect



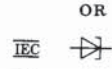
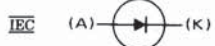
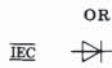











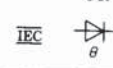


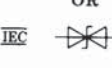



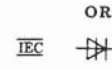

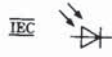
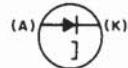

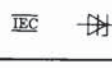




8.3.3 Backward


Style 1 

*Add:*




<p>After 8.3.4 Add:</p> <p>8.3.5 Schottky effect</p> 	<p>Add:</p> 	<p>Add:</p> 
<p>8.5.1 Semiconductor diode; semiconductor rectifier diode; metallic rectifier</p>  <p>Add:</p> 	<p>8.5.6.1 Unidirectional diode; voltage regulator</p> <p>Style 1</p>  <p>OR</p> 	<p>8.5.7.2 Backward diode; tunnel rectifier</p> <p>For this application, NOTE 8.2.2A does not apply.</p> <p>Style 1</p>  <p>OR</p> 
<p>8.5.2 Capacitive diode (varactor)</p> <p>Style 1</p>  <p>Add:</p> 	<p>*Style 2</p>  <p>Add:</p> <p>*Note conflict with 8.3.1A</p> 	<p>Style 2</p>  <p>Add:</p> 
<p>8.5.3 Temperature-dependent diode</p> <p>Style 2</p>  <p>Add:</p> 	<p>8.5.6.2 Bidirectional diode</p> <p>Style 1</p>  <p>Style 2</p>  <p>Add:</p> 	<p>8.5.8 Thyristor, reverse-blocking diode-type</p> <p>8.5.8.1 General</p> <p>Style 1</p>  <p>OR</p>  <p>Style 3</p>  <p>Add:</p> 
<p>8.5.4.1 Photosensitive type</p>  <p>Add:</p> 	<p>8.5.7 Tunnel and backward diodes</p> <p>8.5.7.1 Tunnel diode</p> <p>For this application, NOTE 8.2.2A does not apply.</p> <p>Style 1</p>  <p>OR</p> 	<p>After 8.5.8.2 Add:</p> <p>8.5.8.3 Reverse conducting diode thyristor</p> 
<p>8.5.4.2 Photoemissive type</p> <p>See also item 11.1.1</p> 	<p>Style 2</p> 	

8.5.9 Thyristor, bidirectional diode type; bi-switch  
See also symbol 8.6.15



Add:


OR



Add:

8.5.11 Current regulator

\*




\*Note conflict with 8.3.3

8.6 Typical Applications, Three- (or more) Terminal Devices

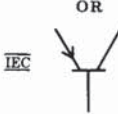
8.6.1 PNP transistor (also PNIP transistor, if omitting the intrinsic region will not result in ambiguity)

NOTE 8.6.1A: See ANSI/IEEE Std 315-1975 [7], paragraph A4.11 of the Introduction.




Add:

OR




8.6.2 NPN transistor (also NPIN transistor, if omitting the intrinsic region will not result in ambiguity)

See NOTE 8.6.1A




Add:

8.6.2A NPN transistor with collector connected to the envelope




After 8.6.2.1  
Add:

8.6.2.2 NPN avalanche transistor




8.6.3 NPN transistor with transverse-biased base

See NOTE 8.6.1A




Add:

OR




8.6.4 PNIP transistor with ohmic connection to the intrinsic region

See NOTE 8.6.1A




Add:

OR




8.6.6 PNIN transistor with ohmic connection to the intrinsic region

See NOTE 8.6.1A




Add:

OR




8.6.8 Unijunction transistor with N-type base

See NOTE 8.6.1A




Add:

OR




8.6.9 Unijunction transistor with P-type base

See NOTE 8.6.1A



Add:

OR

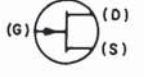


8.6.10 Field-effect transistor with N-channel (junction gate and insulated gate)


8.6.10.1 N-channel junction gate

If desired, the junction-gate symbol element may be drawn opposite the preferred source.

See NOTE 8.6.1A

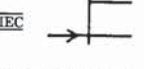


OR




Add:

OR



NOTE 8.6.10.1A: The gate and source connections shall be drawn in line.





Graphic Symbols for  
Semiconductor Devices

**8.6.10.2** N-channel insulated-gate, depletion-type, single-gate, passive-bulk (substrate), three-terminal device

*Add:*

OR

**8.6.10.2A** IGFET enhancement-type, single-gate, N-type channel without substrate connection

**8.3.10.3** N-channel insulated-gate, depletion-type, single-gate, active-bulk (substrate) internally terminated to source, three-terminal device

*Add:*

**8.6.10.3A** IGFET enhancement-type, single-gate, N-type channel with substrate internally connected to source

**8.6.10.4** N-channel insulated-gate, depletion-type, single-gate, active-bulk (substrate) externally terminated, four-terminal device

**8.6.10.4.1** Application: N-channel insulated-gate, depletion-type, two-gate, five-terminal device

*Add:*

OR

**8.6.11** Field-effect transistor with P-channel (junction gate and insulated gate)

**8.6.11.1** P-channel junction gate

See NOTE 8.6.1A

OR

*Add:*

OR

**8.6.11.2** P-channel insulated-gate, depletion-type, single-gate, passive-bulk (substrate), three-terminal device

*Add:*

OR

**8.6.11.2A** Insulated-gate field-effect transistor (abridged IGFET) enhancement type, single gate. P-type channel without substrate connection

NOTE 8.6.11.2A: For an example with multiple gates, see symbol 8.6.10.4.1.

**8.6.11.5** P-channel insulated-gate, enhancement-type, single-gate, active-bulk (substrate) externally terminated, four-terminal device

*Add:*

OR

**8.6.12.1** General

Style 1

Style 3

*Add:*

OR

**8.6.12.2** Gate turn-off type

Style 3

*Add:*

OR

**8.6.13.1** General

Style 1

Style 3

*Add:*

OR

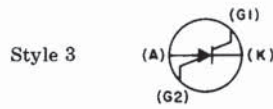
**8.6.13.2** Gate turn-off type

Style 3

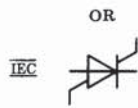
*Add:*

OR

8.6.14 Thyristor, reverse-blocking tetrode-type; semiconductor controlled switch

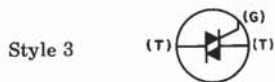


Add:

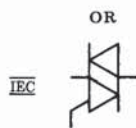


8.6.15 Thyristor, bidirectional triode-type; triac; gated switch

See also symbol 8.5.9

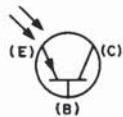


Add:

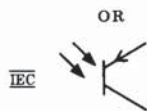


8.6.16 Phototransistor (PNP-type)

See also symbol 8.5.10, for 2-terminal device



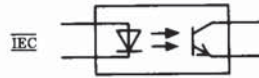
Add:



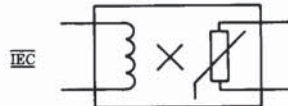
After 8.10.4

Add:

8.10.5 Optical coupling device  
Opto isolator  
Shown with light emitting diode and phototransistor



8.10.6 Magnetic coupling device  
Magnetic isolator



After 8.11.2

Add:

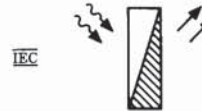
8.12 Ionizing Radiation Detectors  
8.12.1 Detector, semiconductor type



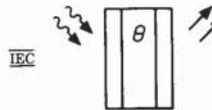
8.12.2 Scintillator detector



8.12.3 Cerenkov detector



8.12.4 Thermoluminescence detector



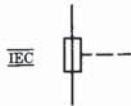
9.1 Fuse (one-time thermal current-overload device)

9.1.1 General



Add:

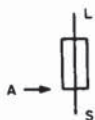
9.1.1A Fuse with mechanical linkage (striker fuse)



Revise:

9.1.2 Fuse with alarm contact

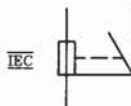
NOTE 9.1.2A: When fuse blows, alarm bus A is connected to power supply bus S. The letters S (supply), L (load), and A (alarm circuit) are for explanation only, and are not part of the symbol.



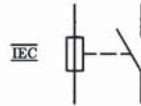
See NOTE 9.1.2A

Add:

9.1.2.1 Fuse with alarm contact, three terminals



9.1.2.2 Fuse with separate alarm circuit



Add:

9.1.3.1 Fuse-switch



9.3 Lightning Arrester  $\square$  Arrester (electric surge, etc) Gap

See also symbol 8.5.6

9.3.1 General

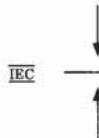


Add:

OR



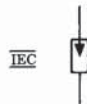
9.3.1.1 Double spark-gap



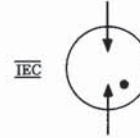
After 9.3.9

Add:

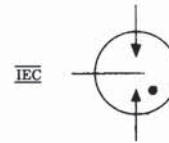
9.3.10 Surge arrester (Lightning arrester)



9.3.11 Protective gas discharge tube



9.3.12 Symmetric protective gas discharge tube



Revise 9.4 to read as follows:

9.4 Circuit Breaker  $\square$

If it is desired to show the condition causing the breaker to trip, the relay protective-function symbols in item 9.5.1 may be used alongside the breaker symbol.

9.4.1 General



9.4.2 Air circuit breaker, if distinction is needed; for alternating-current circuit breakers rated at 1500 volts or less and for all direct-current circuit breakers.



9.4.3 Network protector



9.4.4 Circuit breaker, other than covered by symbol 9.4.1

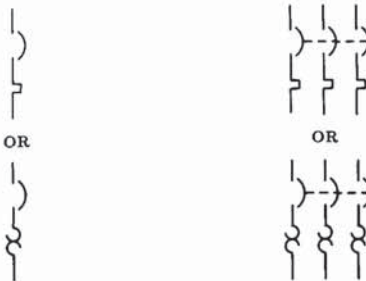
The symbol in the right column is for a 3-pole breaker.

NOTE 9.4.4A: On a power diagram, the symbol may be used without other identification. On a composite drawing where confusion with the general circuit element symbol (item 16.1) may result, add the identifying letters CB inside or adjacent to the square.



See NOTE 9.4.4A

9.4.5 Application: 3-pole circuit breaker with thermal-overload device in all 3 poles



9.4.6 Application: 3-pole circuit breaker with magnetic-overload device in all 3 poles



9.4.7 Application: 3-pole circuit breaker, drawout type



After 9.5.12.20  
Add:

9.6 Protective Relays (IEC Publication 617-7 (1983 [18]) Block Symbol and Qualifying Symbol

9.6.1 Measuring relay or related device

The asterisk must be replaced by one or more letters or qualifying symbols indicating the parameters of the device, in the following order; characteristic quantity and its mode of variation; direction of energy flow; setting range; resetting ratio; delayed action; value of time delay

NOTE 9.6.1A: Letter symbols for characteristic quantities should be in accordance with established standards, for example ISO 31, 0-11 (1974-1980) [25], IEC Publication 27 [9], ANSI/IEEE Std 260-1978 [5], and ANSI/IEEE Std 280-1985 [6].

Symbols 9.6.2, 9.6.4, and 9.6.7 show how letter and qualifying symbols may be combined.

NOTE 9.6.1B: A figure giving the number of similar measuring elements may be included in the symbol as shown in example 9.7.5.

NOTE 9.6.1C: The symbol may be used as a functional symbol representing the whole of the device, or as a symbol representing only the actuating element of the device.



9.6.2 Voltage failure to frame (frame potential in case of fault)

NOTE 9.6.2A:  $U$  may be replaced by  $V$ .

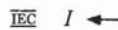


9.6.3 Residual voltage

The NOTE with symbol 9.6.2 is applicable



9.6.4 Reverse current



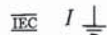
9.6.5 Differential current



9.6.6 Percentage differential current



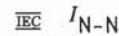
9.6.7 Earth fault current



9.6.8 Current in the neutral conductor



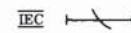
9.6.9 Current between neutrals of two polyphase systems



9.6.10 Power at phase angle  $\alpha$

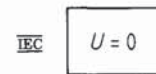


9.6.11 Inverse time-lag characteristic

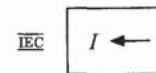


9.7 Examples of Protective Relays (IEC Publication 617-7 (1983) [18])

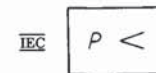
9.7.1 No voltage relay



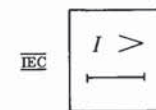
9.7.2 Reverse current relay



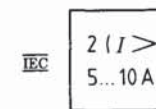
9.7.3 Underpower relay



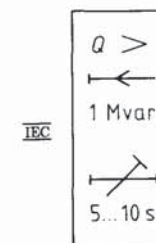
9.7.4 Delayed overcurrent relay



9.7.5 Overcurrent relay with two current elements and a setting range from 5 A to 10 A



9.7.6 Maximum reactive power relay:  
- Energy-flow towards the busbars  
- Operating value 1 Mvar  
- Time-lag adjustable from 5 s to 10 s

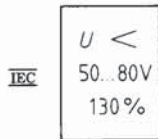




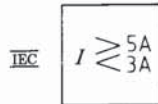
Graphic Symbols for  
Circuit Protectors

9.7.7 Undervoltage relay:

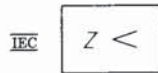
- Setting range from 50 V to 80 V
- Resetting ratio 130%



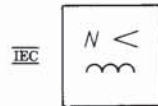
9.7.8 Current relay operating above 5 A and below 3 A



9.7.9 Under-impedance relay



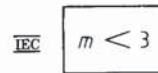
9.7.10 Relay detecting interturn short-circuits



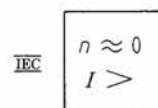
9.7.11 Divided-conductor detection relay



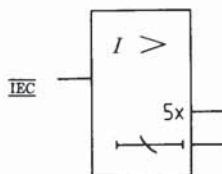
9.7.12 Phase-failure detection relay in a three-phase system



9.7.13 Locked-rotor detection relay operating by current sensing

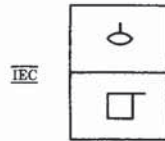


9.7.14 Overcurrent relay with two outputs, one active at current above five times the setting value, the other with inverse time-lag characteristic

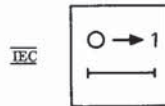


9.8 Other Relay Devices

9.8.1 Buchholz protective device (gas relay)



9.8.2 Auto-reclose device





Section 10

Graphic Symbols for  
Acoustic Devices

10.1.2 Buzzer 



Add:

OR

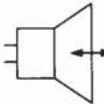


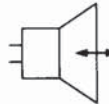
OR



See NOTE 10.1.1A

Revise:

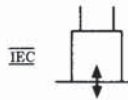
10.1.3.3 Loudspeaker-microphone   
Underwater sound transducer, two-way



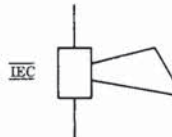
After 10.1.4

Add:

10.1.5 Hydrophone (supersonic transmitter-receiver)



10.1.6 Horn



10.1.7 Siren



10.1.8 Whistle, electrically operated



Section 11

Graphic Symbols for  
Lamps and  
Visual-Signaling Devices

After NOTE 11.1.1C  
Add:

11.1.1A Lamp (IEC Publication 617-8 (1983) [19])

11.1.1A.1 Lamp, general symbol  
Signal lamp, general symbol



If it is desired to indicate the color, a notation according to the following code is placed adjacent to the symbol:

- RD = red
- YE = yellow
- GN = green
- BU = blue
- WH = white

If it is desired to indicate the type of lamp, a notation according to the following code is placed adjacent to the symbol:

- Nc = neon
- Xe = xenon
- Na = sodium vapor
- Hg = mercury
- I = iodine
- IN = incandescent
- EL = electroluminescent
- ARC = arc
- FL = fluorescent
- IR = infrared
- UV = ultraviolet
- LED = light-emitting diode

11.1.1A.2 Signal lamp, flashing type

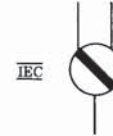


After 11.2.8  
Add:

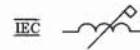
11.3 Electromechanical Signal  
11.3.1 Indicator, electromechanical  
Annunciator, element



11.3.2 Electromechanical position indicator with one de-energized (shown) and two operated positions



11.3.3 Coil operated flag indicator



(Relocated from 6.2.9)

12.1 Meter  
Instrument

Add:

Note that IEC Publication 617-8 (1983) [19]

- Distinguishes symbolwise between indicating, recording, and integrating instruments (see 12.3)
- Carefully follows the lettering style (uppercase, lowercase) specified for the SI system of measurement (see 12.4 through 12.6)

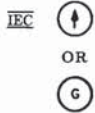
NOTE 12.1A: The asterisk is not part of the symbol. Always replace the asterisk by one of the following letter combinations, depending on the function of the meter or instrument, unless some other identification is provided in the circle and explained on the diagram.



See NOTE 12.1A

12.1.1 Galvanometer  $\square$

Avoid conflict with symbols 4.5 and 13.1.2 if used on the same diagram.



12.2 Electromagnetically Operated Counter Message Register  
See also 12.7

12.2.1 General



12.2.2 With make contact



Add:

12.3 Indicating, Recording and Integrating Instruments, General Symbols (IEC Publication 617-8 (1983) [19])

NOTE 12.3A: The asterisk within the symbols of this section shall be replaced with one of the following:

- The letter symbol for the *unit* of the quantity measured, or a multiple or sub-multiple thereof (see examples 12.4.1 and 12.4.7)
- The letter symbol for the *quantity* measured (see examples 12.4.5 and 12.4.6)
- A chemical formula (see example 12.4.13)
- A graphic symbol (see example 12.4.8)

The symbol or formula used should be related to the information displayed by the instrument regardless of the means used to obtain the information.

NOTE 12.3B: Letter symbols for *units* and for *quantities* shall be selected from one of the parts of IEC Publication 27 [9], ANSI/IEEE Std 260-1978 [5], and ANSI/IEEE Std 280-1985 [6].

Provided IEC Publication 27 [9], ANSI/IEEE Std 260-1978 [5], ANSI/IEEE Std 280-1985 [6], or the letter symbols for chemical elements, do not apply, other letter symbols may be used, if they are explained on the diagram or in referenced documents.

NOTE 12.3C: If the letter symbol for the *unit* of the quantity measured is used, it may be necessary to show the letter symbol for the *quantity* as supplementary information. It should be placed below the unit letter symbol (see example 12.4.2).

Supplementary information concerning the quantity measured, and any necessary qualifying symbol may be shown below the quantity letter symbol.

NOTE 12.3D: If more than one quantity is indicated or recorded by an instrument, the appropriate symbol outlines shall be placed attached in line, horizontally or vertically (see examples 12.5.2 and 12.6.14).

12.3.1 Indicating instrument

The asterisk shall be replaced in accordance with the rules given in NOTE 12.3A



12.3.2 Recording instrument

The asterisk shall be replaced in accordance with the rules given in NOTE 12.3A



12.3.3 Integrating instrument  
Energy meter

The asterisk shall be replaced in accordance with the rules given in NOTE 12.3A

NOTE 12.3.3A: The symbol may also be used for a remote instrument which repeats a reading transmitted from an integrating meter. For example, see symbol 12.6.11.

NOTE 12.3.3B: The outline may be combined with that for a recording instrument to represent a combined instrument. For example, see symbol 12.6.14.

NOTE 12.3.3C: Symbols from 1.7 may be used to specify the direction of energy flow. For examples, see symbols 12.6.4 to 12.6.7.

NOTE 12.3.3D: The number of rectangles at the top of the symbol indicates the number of different summations by a multirate meter. For example, see symbol 12.4.8.



12.4 Examples of Indicating Instruments (IEC Publication 617-8 (1983) [19])

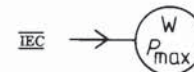
12.4.1 Voltmeter



12.4.2 Reactive current ammeter



12.4.3 Maximum demand indicator actuated by an integrating meter



12.4.4 Varmeter



12.4.5 Power-factor meter



12.4.6 Phase meter



12.4.7 Frequency meter



12.4.8 Synchronoscope



12.4.9 Wavemeter



12.4.10 Oscilloscope



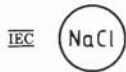
12.4.11 Differential voltmeter



12.4.12 Galvanometer

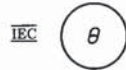


12.4.13 Salinity meter

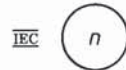


12.4.14 Thermometer  
Pyrometer

NOTE 12.4.14A:  $\theta$  may be replaced by  $t^\circ$ .



12.4.15 Tachometer



12.5 Examples of Recording Instruments (IEC Publication 617-8 (1983) [19])

12.5.1 Recording wattmeter



12.5.2 Combined recording wattmeter and varmeter

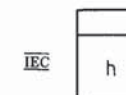


12.5.3 Oscillograph

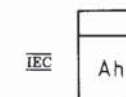


12.6 Examples of Integrating Instruments (IEC Publication 617-8 (1983) [19])

12.6.1 Hour meter



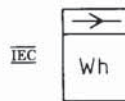
12.6.2 Ampere-hour meter



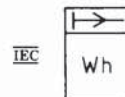
12.6.3 Watthour meter



12.6.4 Watthour meter, measuring energy transmitted in one direction only



12.6.5 Watthour meter, measuring the energy flow from the busbars



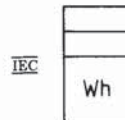
12.6.6 Watthour meter, measuring the energy flow towards the busbars



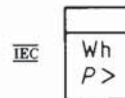
12.6.7 Import-export watthour meter



12.6.8 Multirate watthour meter, two-rate shown



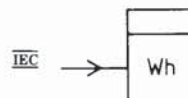
12.6.9 Excess watthour meter



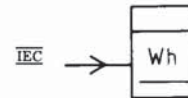
12.6.10 Watthour meter with transmitter



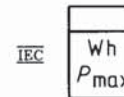
12.6.11 Remote meter (repeater) actuated by a watthour meter



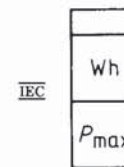
12.6.12 Remote meter (repeater) with printing device, actuated by a watthour meter



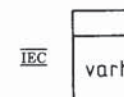
12.6.13 Watthour meter with maximum demand indicator



12.6.14 Watthour meter with maximum demand recorder



12.6.15 Varhour meter

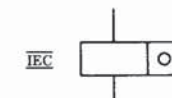


12.7 Counting Devices (IEC Publication 617-8 (1983) [19])

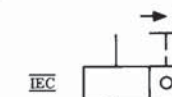
12.7.1 Counting function of a number of events, qualifying symbol



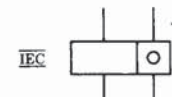
12.7.2 Pulse meter (electrically-operated counting device)



12.7.3 Pulse meter manually preset to  $n$  (reset if  $n = 0$ )



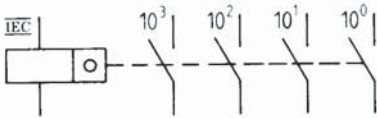
12.7.4 Pulse meter electrically reset to 0



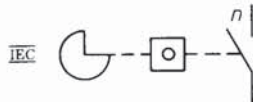


12.7.5 Pulse meter with multiple contacts

Respective contacts close once at every unit ( $10^0$ ), ten ( $10^1$ ), hundred ( $10^2$ ), thousand ( $10^3$ ) events registered by the counter



12.7.6 Counting device, cam driven and closing a contact for each  $n$  events



12.8 Telemetering Devices

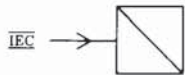
12.8.1 Signal translator, general symbol



12.8.2 Telemetering transmitter



12.8.3 Telemetering receiver



12.9 Electric Clocks

12.9.1 Clock, general symbol  
Secondary clock



12.9.2 Master clock



12.9.3 Clock with switch



Section 13

Graphic Symbols for  
Rotating Machinery

Add:

13.1.5A Brush (on slip-ring or commutator)

NOTE 13.1.5A: Brushes are shown only if necessary.

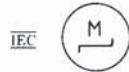


Add:

13.1.7 Linear motor, general symbol

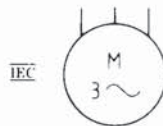


13.1.8 Stepping motor, general symbol

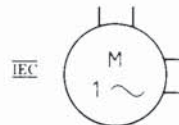


Add:

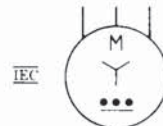
13.5.1.1 Induction motor, three-phase, squirrel cage



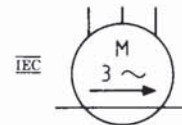
13.5.1.2 Induction motor, single-phase, squirrel cage, leads of split phase brought out



13.5.1.3 Induction motor, three-phase, star-connected, with automatic starter in the rotor

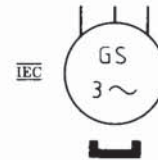


13.5.1.4 Linear induction motor, three-phase, movement limited to one direction




Add:

13.6.1.1 Synchronous generator, three-phase, permanent magnet




**14.2 Mechanical Motion**  
14.2.1 Translation, one direction




**Add:**

14.2.1A Rectilinear force or motion in the direction of the arrow




14.2.2 Translation, both directions

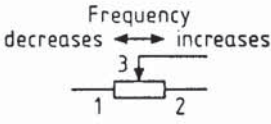


**Add:**

14.2.2A Bidirectional rectilinear forces or motion




**EXAMPLE:** Frequency is increased when wiper 3 is moved towards terminal 2




**After 14.2.4**  
**Add:**

14.2.4A Bidirectional rotation, limited in both directions




14.2.4.1 Alternating or reciprocating  
For application see symbol 2.3.7.7



**Add:**


OR



**After 14.2.6**  
**Add:**


14.2.7 Delayed action  
14.2.7.1 Delayed action

**NOTE 14.2.7.1A:** Delayed action in the direction of movement from the arc towards its center.



Form 1

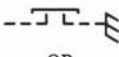
14.2.7.2



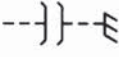
Form 2

**Revise 14.3.3 to read as follows:**

14.3.3 Brake applied when operating means (not shown) is energized

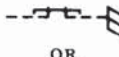


OR

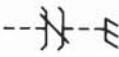


**Revise 14.3.4 to read as follows:**

14.3.4 Brake released when operating means (not shown) is energized




OR

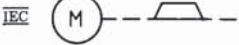


**Add:**

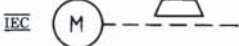
14.3.5 Brake (IEC Publication 617 (1983) [13])



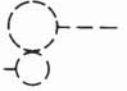
14.3.5.1 **EXAMPLE:** Electric motor with brake applied.



14.3.5.2 **EXAMPLE:** Electric motor with brake released.

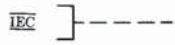


14.3.6 Gearing



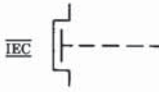
**After 14.4.2**  
**Add:**

14.4.2A Operating by pulling.

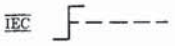


**Add:**


14.4.4 Manually operated control with restricted access




14.4.5 Operated by turning




14.4.6 Operated by proximity effect



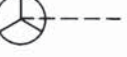
14.4.7 Operated by touching




14.4.8 Emergency switch (mushroom-head safety feature)



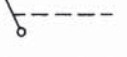
14.4.9 Operated by handwheel




14.4.10 Operated by pedal




14.4.11 Operated by lever




14.4.12 Operated by removable handle




14.4.13 Operated by key



14.4.14 Operated by crank

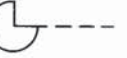


14.4.15 Operated by roller




14.4.16 Operated by cam


**NOTE 14.4.16A:** If desired, a more detailed drawing of the cam may be shown. This applies also to a profile plate.



14.4.16.1 **EXAMPLE:** Cam profile



14.4.16.2 Profile plate  
Cam profile (developed representation)

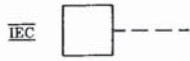


14.4.16.3 Operated by cam and roller



14.4.17 Operated by stored mechanical energy

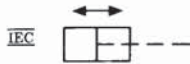
NOTE 14.4.17A: Information showing the form of stored energy may be added in the square.



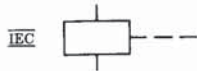
14.4.18 Operated by pneumatic or hydraulic control, single acting



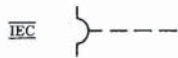
14.4.19 Operated by pneumatic or hydraulic control, double acting



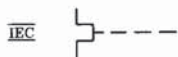
14.4.20 Operated by electromagnetic actuator



14.4.21 Operated by electromagnetic overcurrent protection



14.4.22 Operated by thermal actuator, for example thermal relay, thermal overcurrent protection



14.4.23 Operated by electric motor



14.4.24 Operated by electric clock



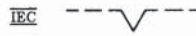
14.5 Detents, Latching, and Blocking

14.5.1 Automatic return

NOTE 14.5.1A: The triangle is pointed in the return direction.



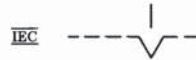
14.5.2 Detent  
Nonautomatic return  
Device for maintaining a given position



14.5.3 Detent, disengaged



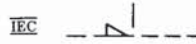
14.5.4 Detent, engaged



14.5.5 Mechanical interlock between two devices



14.5.6 Latching device, disengaged



14.5.7 Latching device, engaged



14.5.8 Blocking device



14.5.9 Blocking device engaged, movement to the left is blocked




**15.2 Coupling**

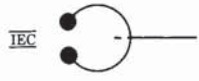
Commonly used in coaxial and waveguide diagrams.

*Add:*


15.2A Coupler (or feed) type unspecified, general symbol



15.2A.1 EXAMPLE: Coupler to a cavity resonator



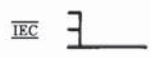
15.2A.2 EXAMPLE: Coupler to a rectangular waveguide




*After 15.2.7*

*Add:*

15.2.8 Slow-wave coupler




15.2.9 Helical coupler



*After 15.4.4.2*

*Add:*

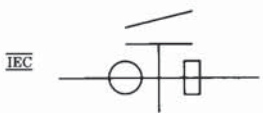
15.4.4.3 Quadrature hybrid junction



*After 15.5.3*

*Add:*


15.5.4 Taper transition from circular to rectangular waveguide




**15.6 Mode Suppressor**

Commonly used in coaxial and waveguide transmission.

15.6.1 General



OR




The asterisk shall be replaced by the indication of the mode suppressed

15.7 Rotary Joint (radio-frequency rotary coupler [E])


*Add:*

15.7A Rotatable joint, with symmetrical connectors



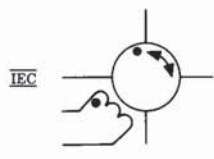
15.8.4.1 Reversible direction

Current entering the coil at the end marked with the dot causes the energy in the circulator to flow in the direction of the arrowhead marked with the dot.




*Add:*

OR



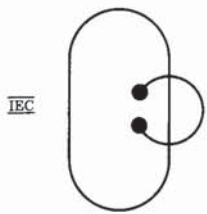
15.9.1 General

Commonly used for coaxial and waveguide transmission.

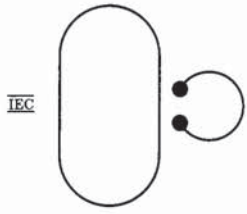


*Add:*

15.9.1.1 Cavity resonator forming an integral part of tube



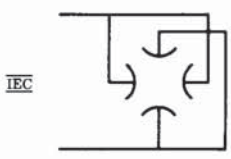
15.9.1.2 Cavity resonator, partly or wholly external to tube




*After 15.9.4*

*Add:*

15.9.5 Tetrapole



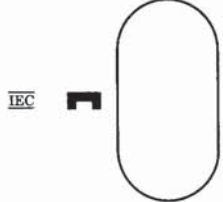
15.9.5.1 Tetrapole with loop coupler



*After 5.10.3*

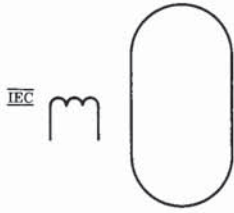
*Add:*

15.10.4 Permanent magnet producing a transverse field (in a crossed field or magnetron type tube)



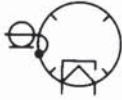


15.10.5 Electromagnet producing a transverse field (in a crossed field or magnetron type tube)



15.11 Magnetron

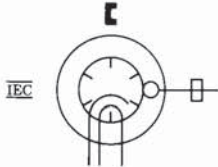
15.11.1 Resonant type with coaxial output



Add:

15.11.1A Magnetron oscillator tube with:

- Indirectly heated cathode
- Closed slow-wave structure with dc connection by way of a waveguide
- Permanent field magnet
- Window-coupler to rectangular waveguide



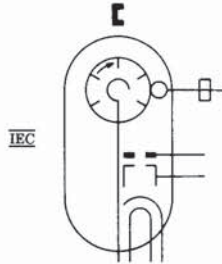
15.11.1A.1



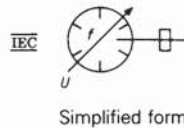
After 15.11.3  
Add:

15.11.4 Backward (traveling) wave oscillator tube (voltage tunable magnetron) with:

- Indirectly heated cathode
- Intensity modulating electrode
- Beam-forming plate
- Closed slow-wave structure with dc connection by way of waveguide
- Nonemitting sole
- Permanent field magnet
- Window-coupler to rectangular waveguide

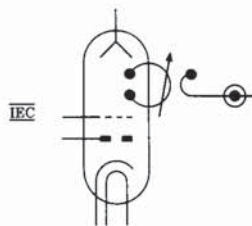


15.11.4.1

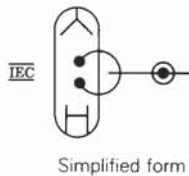


After 15.12.1  
Add:

- 15.12.1A Reflex klystron with:
- Indirectly heated cathode
  - Beam-forming plate
  - Grid
  - Tunable integral cavity resonator
  - Reflector
  - Loop coupler to coaxial output

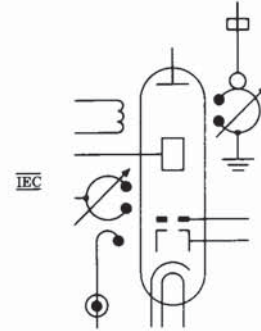


15.12.1A.1

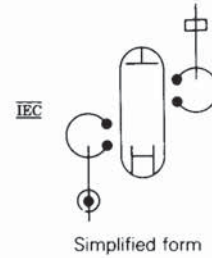


After 15.12.2  
Add:

- 15.12.3 Klystron with:
- Indirectly heated cathode
  - Intensity modulating electrode
  - Beam-forming plate
  - External tunable input cavity resonator
  - Drift space electrode
  - External tunable output cavity resonator with dc connection
  - Collector
  - Focusing coil
  - Input loop coupler to coaxial waveguide
  - Output window coupler to rectangular waveguide



15.12.3.1



After 15.13  
Add:

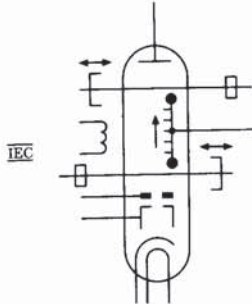
15.13.1 T-R tube





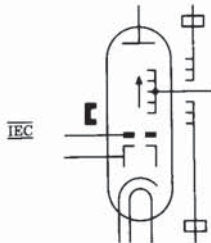
After 15.14.8  
Add:

- 15.14.9 O-type forward traveling wave amplifier tube with:
- Indirectly heated cathode
  - Intensity modulating electrode
  - Beam-forming plate
  - Slow-wave structure with dc connection
  - Collector
  - Focusing coil
  - Probe-couplers to rectangular waveguides each with sliding short



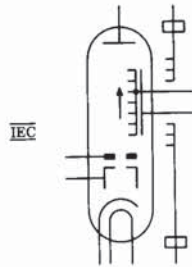
For a simplified form see symbol 15.14.11.1.

- 15.14.10 O-type forward traveling wave amplifier tube with:
- Indirectly heated cathode
  - Intensity modulating electrode
  - Beam-forming plate
  - Slow-wave structure with dc connection
  - Collector
  - Permanent focusing-magnet
  - Slow-wave couplers to rectangular waveguides



For a simplified form see symbol 15.14.11.1.

- 15.14.11 O-type forward traveling wave amplifier tube with:
- Indirectly heated cathode
  - Intensity modulation electrode
  - Beam-forming plate
  - Slow-wave structure with dc connection
  - Electrostatic focusing electrode
  - Collector
  - Slow-wave couplers to rectangular waveguides



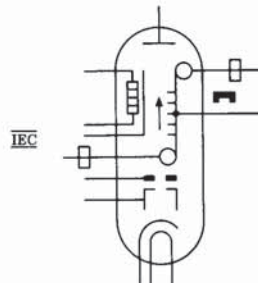
For a simplified form see symbol 15.14.11.1.

- 15.14.11.1 O-type forward traveling wave amplifier tube, simplified representation (simplified form for symbols 15.14.9, 15.14.10, and 15.14.11)

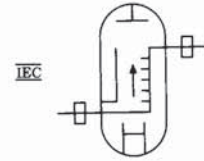


Simplified Form

- 15.14.12 M-type forward traveling wave amplifier tube with:
- Indirectly heated cathode
  - Intensity modulating electrode
  - Beam-forming plate
  - Preheated nonemitting sole
  - Slow-wave structure with dc connection
  - Collector
  - Permanent transverse field magnet
  - Window couplers to rectangular waveguides

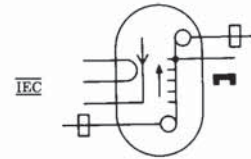


15.14.12.1

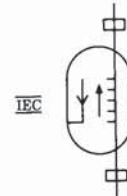


Simplified form

- 15.14.13 M-type backward (traveling) wave amplifier tube with:
- Filament-heated emitting sole
  - Slow-wave structure with dc connection
  - Permanent transverse field magnet
  - Window-couplers to rectangular waveguides

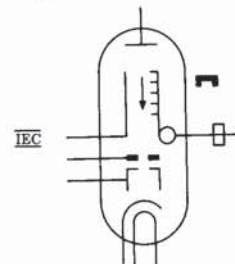


15.14.13.1

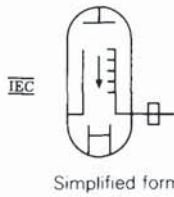


Simplified form

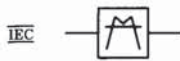
- 15.14.14 M-type backward (traveling) wave oscillator tube with:
- Indirectly heated cathode
  - Intensity modulating electrode
  - Beam-forming plate
  - Nonemitting sole
  - Slow-wave structure with dc connection by way of waveguide
  - Collector
  - Permanent transverse field magnet
  - Window-coupler to rectangular waveguide



15.14.14.1

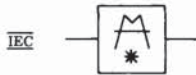


15.16 Filter  
15.16.1 Mode filter



Add:

OR

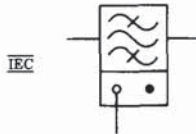


The asterisk shall be replaced by the indication of the mode suppressed.

After 15.16.2

Add:

15.16.3 Bandpass filter switched by gas discharge

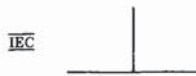


After 15.19

Add:

15.20 Multiport Devices  
15.20.1 Three-port junction

NOTE 15.20.1A: The type of coupling, power division proportions, reflection coefficients, etc, may be indicated as shown below. The angles between the ports may be drawn as convenient.



15.20.1.1 EXAMPLE: Series T, E-plane T



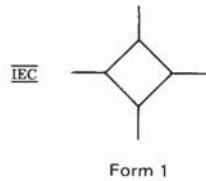
15.20.1.2 EXAMPLE: Shunt T, H-plane T



15.20.1.3 EXAMPLE: Power divider:  
Power divided into ratio 6:4

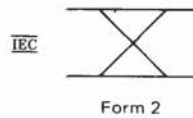


15.20.2 Four-port junction



15.20.2.1

NOTE 15.20.2.1A: The convention is that the power entering at one port is conveyed only to the two directly connected ports and thence away from the device.



15.21 Lasers and Masers

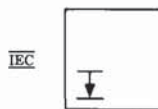
15.21.1 Maser, general symbol

NOTE 15.21.1A: The symbol  $\bar{I}$  represents the transition from one energy level to a lower one. It is drawn preferably in the lower left-hand quarter of the square.

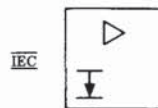
NOTE 15.21.1B: Pumping by light may be shown by placing symbol 1.3.1 (  $\nabla$  ) above

(a) An appropriate symbol chosen from 1.4, or  
(b) The chemical symbol for the material

For example of application, see symbol 15.21.2.2

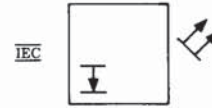


15.21.1.1 EXAMPLE: Maser used as an amplifier

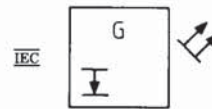


15.21.2 Laser (optical maser), general symbol

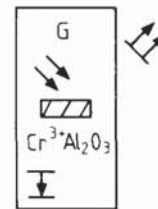
The NOTES with symbol 15.21.1 apply.



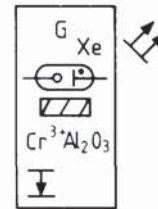
15.21.2.1 EXAMPLES: Laser used as a generator



15.21.2.2 Ruby laser generator



15.21.2.3 Ruby laser generator, shown with xenon lamp as pumping source



After 16.1.1  
Add:

16.1.1A Item  
Equipment  
Functional unit

NOTE 16.1.1A: Suitable symbols or legends shall be inserted in or added to the symbol outline to indicate the item, equipment, or function.



Form 1

OR



Form 2

OR



Form 3

Revise 16.1.1.1 to read as follows:

16.1.1.1 Accepted abbreviations from ANSI Y1.1-1972 (R 1984) [1] may be used in the rectangle.

After 16.2.8  
Add:

16.2.9 Negative impedance both-way amplifier



16.2.10 Amplifier with bypass used for signaling or power feeding, or both



16.2.11 Amplifier with external direct-current control

NOTE 16.2.11A: The controlled quantity may be indicated beside the arrowhead.



Revise 16.9 to read as follows:

16.9 Gyro  
Gyroscope  
Gyrocompass



Add:

16.9.1 Gyro



Add:

16.13 Changer, General Symbol  
Converter, General Symbol

If the direction of change is not obvious, it may be indicated by an arrowhead on the outline of the symbol.

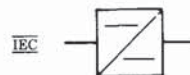
A symbol or legend indicating the input or output quantity, waveform, etc may be inserted in each half of the general symbol to show the nature of the change.

See IEC Publication 617-6 (1983) [17], Production and Conversion of Electrical Energy, and IEC Publication 617-10 (1983) [21], Telecommunications: Transmission.

The diagonal line from this symbol is used in the form of a solidus to show a converting function.



16.13.1 DC converter



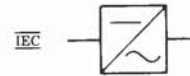
16.13.2 Rectifier



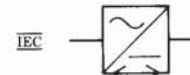
16.13.3 Rectifier in full wave (bridge) connection



16.13.4 Inverter



16.13.5 Rectifier/inverter



16.14 Galvanic Separator



NOTE 16.14A: If necessary, indication of the way of separation may be given below the qualifying symbol.

For example: X//Y

Galvanic separation by opto-coupler

16.15 Heat Source, General Symbol



16.15.1 Radioisotope heat source



16.15.2 Combustion heat source

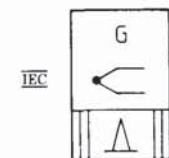


16.16 Generator, General Symbol



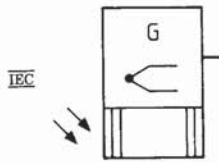
NOTE 16.16A: For a rotating generator, use symbol See 13.1

16.16.1 Thermoelectric generator, with combustion heat source

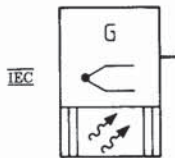




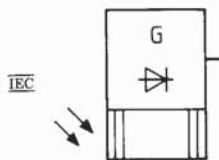
16.16.2 Thermoelectric generator with nonionizing radiation heat source



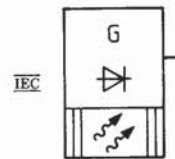
16.16.3 Thermoelectric generator with radioisotope heat source



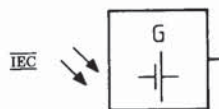
16.16.4 Thermionic diode generator with nonionizing radiation heat source



16.16.5 Thermionic diode generator with radioisotope heat source



16.16.6 Photovoltaic generator

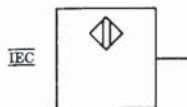


16.17 Sensors and Detectors  
16.17.1 Proximity sensor

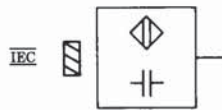


16.17.2 Proximity sensing device, block symbol

NOTE 16.17.2A: The method of operating may be indicated.



16.17.2.1 EXAMPLE: Capacitive proximity detector operating on the approach of solid material

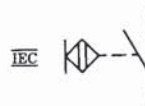


16.17.3 Touch sensor



16.18 Applications of Sensors

16.18.1 Touch sensitive switch, make contact



16.18.2 Proximity switch, make contact



16.18.3 Proximity switch, operated on the approach of a magnet, make contact



16.18.4 Proximity switch, operated on the approach of iron, break contact



NOTE 17A: The existing Section 17, symbols 17.1 through 17.9 (inclusive) filled a need for programming operations using general purpose computers equipped with removable programming (patch) panels. IEC Publication 617-13 (1978) [24] provides a more sophisticated system.

**17.10 Analog Elements**  
(IEC Publication 617-13 (1978) [24])  
**for Computation and Control**

**17.10.1 General Rules**

(1) In many figures lowercase letters appear that are not part of the symbols and are added only for the purpose of identification of inputs and outputs as referenced in the description.

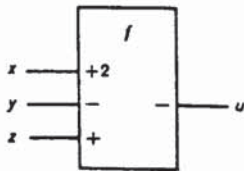
(2) The symbols for sign indication are + and -. They are placed inside the outline of the symbol adjacent to each relevant input and output.

(3) Weighting factors applied to the input signals are each indicated by a sign indicator in combination with a numerical value placed inside the outline of the symbol adjacent to the relevant input.

In this standard  $w_1, w_2, \dots, w_n$  which are understood to include the proper sign, will be used to denote the values of the weighting factors. When the weighting factor is +1 or -1, the number 1 may be omitted.

(4) The symbol  $f$  is used to denote the function of an analog element.  $f$  may be replaced by a symbol or a graph denoting the actual function.

(5) **EXAMPLE:**



Element in which:

$$u = -f(2x, -y, z)$$

**17.10.2 Qualifying symbols for signal identification**

See 1.15

**17.10.3 Qualifying symbols for amplifiers**

(1) When an element performs a specific function in addition to amplification,  $f$  may be replaced by the appropriate qualifying symbol (see symbols 17.10.3.1 to 17.10.3.4) or may be omitted if no confusion can arise.

(2) In particular cases, for example integrating amplifiers, special purpose inputs may be defined using symbols 17.10.3.5 to 17.10.3.11. If these symbols are not sufficient, controlling inputs should be labelled  $C_1, C_2, \dots$  etc, and the effects of these should be defined in an associated table.

**17.10.3.1 Summing**

$$\sum$$

**17.10.3.2 Integrating**

$$\int$$

**17.10.3.3 Differentiating**

$$\frac{d}{dt}$$

**17.10.3.4 Logarithmic**

$$\log$$

**17.10.3.5 Frequency compensation**

$$F$$

**17.10.3.6 Initial condition, analog value of integration**

$$I$$

**17.10.3.7 Control: the defined 1-state allows integration**

$$C$$

**17.10.3.8 Hold: the defined 1-state holds last value**

$$H$$

**17.10.3.9 Reset: the defined 1-state resets the output condition to zero**

$$R$$

**17.10.3.10 Set: the defined 1-state sets to initial condition**

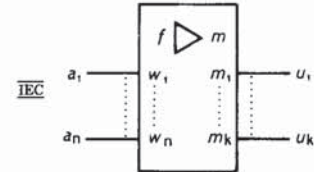
$$S$$

**17.10.3.11 Supply voltage** (to be used if special requirements exist). Any necessary identification of the supply (numeric) or polarity (+ or -) follows the letter  $U$

$$U$$

**17.10.4 Amplifiers**

**17.10.4.1 Amplifier for analog computation. General symbol.**



$w_1 \dots w_n$  represent the signed values of the weighting factors.

$m_1 \dots m_k$  represent the signed values of the amplification factors.

$$u_i = m_i \cdot f(w_1 \cdot a_1, w_2 \cdot a_2, \dots, w_n \cdot a_n)$$

where:

$$i = 1, 2, \dots, k$$

The sign of the amplification factor is to be maintained at each of the outputs, except for those being digital in nature.

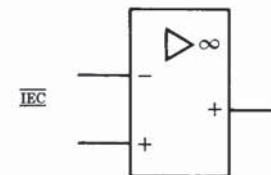
When there is only one amplification factor for the whole element, or there is a common factor resulting from weighting factors and amplification factors, the  $m$  in the qualifying symbol may be replaced by the absolute value.

When  $m = 1$ , the number 1 may be omitted. Signs should always be maintained at analog outputs.

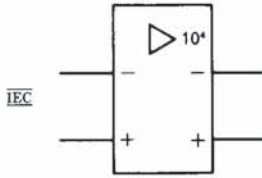
The use of the sign  $\infty$  as an amplification factor is recommended where the nominal open loop gain is very high and the knowledge of its exact value is not of particular concern.

**EXAMPLES:**

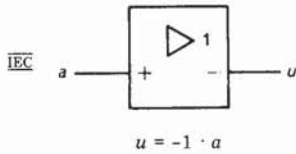
**17.10.4.2 High gain differential amplifier (operational amplifier)**



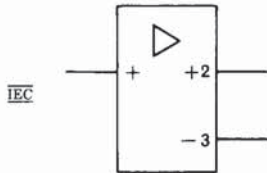
17.10.4.3 High gain amplifier with a nominal amplification of 10 000 and two complementary outputs



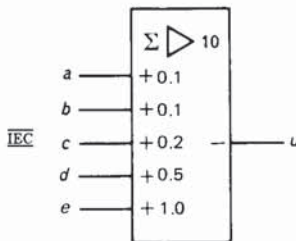
17.10.4.4 Inverting amplifier with an amplification of 1



17.10.4.5 Amplifier with two outputs, the upper, noninverting, has an amplification of 2, the lower, inverting output, has an amplification of 3



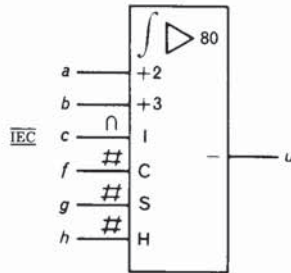
17.10.4.6



Summing amplifier

$$u = -10 (0.1a + 0.1b + 0.2c + 0.5d + 1.0e) = -(a + b + 2c + 5d + 10e)$$

17.10.4.7 Integrating amplifier (integrator)

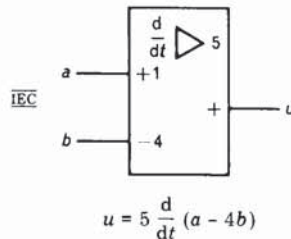


If  $f = 1$ ,  $g = 0$ , and  $h = 0$ , then

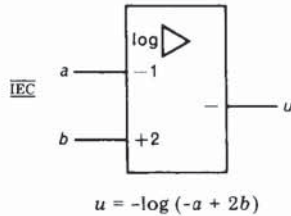
$$u = -80 \left[ c_{(t=0)} + \int_0^t (2a + 3b) dt \right]$$

NOTE: The symbols for signal identification ( $\cap$  and  $\#$ ) may be omitted if no ambiguity arises.

17.10.4.8 Differentiating amplifier (differentiator)

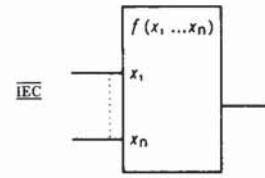


17.10.4.9 Logarithmic amplifier



17.10.5 Function generators

17.10.5.1 Function generator, general symbol



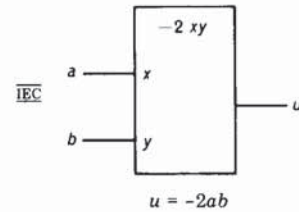
$x_1 \dots x_n$  represent the arguments of the function and may each be replaced by an appropriate indication, provided that no ambiguity can arise. All weighting factors are assigned the value +1 and are therefore omitted.

$f(x_1 \dots x_n)$  shall be replaced by an appropriate indication of, or reference to, the function (see for example, IEC Publication 27-1 (1971) [9]).

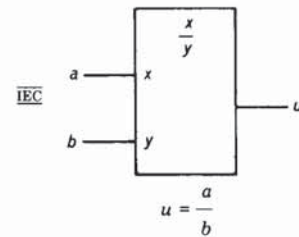
NOTE 17.10.5.1A: the graphic "f" shall not be used for the indication of the division because of ambiguity with the symbols for the level converter and the code converter.

EXAMPLES:

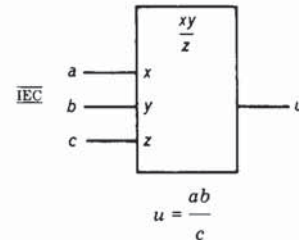
17.10.5.2 Multiplier with weighting factor of -2



17.10.5.3 Divider

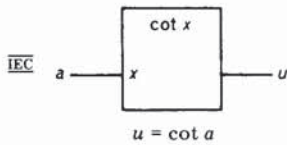


17.10.5.4 Multiplier-divider

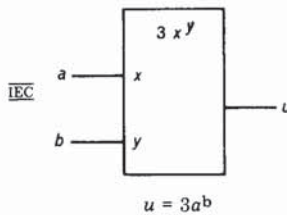




17.10.5.5 Cotangent function

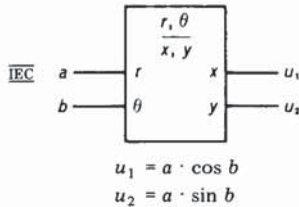


17.10.5.6 Exponential function

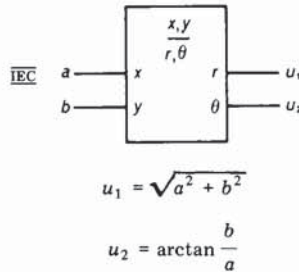


17.10.6 Coordinate converters

17.10.6.1 Coordinate converter, polar to rectangular



17.10.6.2 Coordinate converter, rectangular to polar

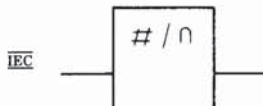


17.10.7 Signal convertors

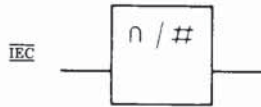
(1) The indication of the specific relation between inputs and outputs may be shown inside the outline.

(2) If the digital information is serial, the most significant bit is presented first unless otherwise indicated.

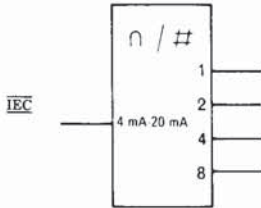
17.10.7.1 Digital to analog converter. General symbol.



17.10.7.2 Analog to digital converter. General symbol.



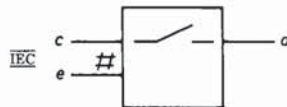
17.10.7.3 Analog to digital converter that converts the input range 4 mA-20 mA into a 4-bit weighted binary code.



17.10.8 Electronic switches

NOTE: Electronic switches are being considered in connection with binary logic elements. The results of this work may be published as a supplement to IEC Publication 617-12 (1983) [23]. See ANSI/IEEE Std 91-1984 [4].

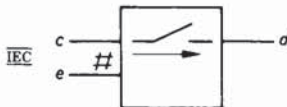
17.10.8.1 Bidirectional switch (make), general symbol



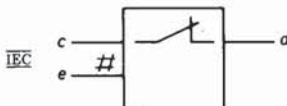
The analog signal can pass in either direction between *c* and *d* as long as the digital input *e* stands at its defined 1-state.

NOTE 17.10.8.1A: An arrow may be added to indicate an unidirectional switch (make).

17.10.8.2 EXAMPLE: The analog signal can pass only in the direction indicated by the arrow as long as the digital input *e* stands at its defined 1-state.



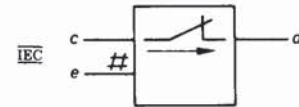
17.10.8.3 Bidirectional switch (break), general symbol



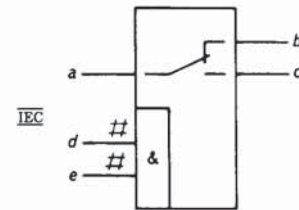
The analog signal can pass in either direction between *c* and *d* as long as the digital input *e* stands at its defined 0-state.

NOTE 17.10.8.3A: An arrow may be added to indicate an unidirectional switch (break).

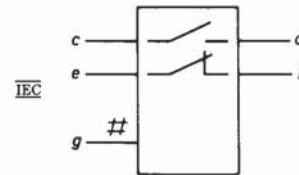
17.10.8.4 EXAMPLE: The analog signal can pass only in the direction indicated by the arrow as long as the digital input *e* stands at its defined 0-state.



17.10.8.5 Bidirectional transfer switch operated by the AND function of two digital inputs.

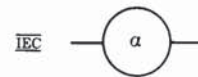


17.10.8.6 Two independent bidirectional switches (one make and one break), both operated by the same binary input.



17.10.9 Coefficient scaler

NOTE 17.10.9A: The value of the coefficient may be shown adjacent to and outside the outline of the symbol.



Section 20

Communications Equipment

Relocate:

20.3.2 Relocate to 24.2.1

20.3.3. Relocate to 24.2.2

Graphic Symbols  
Commonly Used on System Diagrams,  
Maps, and Charts

21.1 Generating Station

NOTE 21.1A: Symbols for "planned" applications appear at the left; symbols for "in service" applications appear at the right.

NOTE 21.1B: The preferred symbol is the square, but if necessary, a rectangle may be used.

NOTE 21.1C: Relative sizes of symbols are shown. Symbol size may be reduced for small-size diagrams. See also paragraph A4.5 of the Introduction.

21.1.1 General  
See NOTE 21.1A



Add:

21.1.2 Combined electric and heat generating station



Revise to read as follows:

21.2 Hydroelectric Generating Station  
See NOTE 21.1A

21.2.1 General



21.2.2 Run of river



21.2.3 With storage



21.2.4 With pumped storage



▲  
PLANNED

▲  
IN SERVICE

21.3 Thermoelectric Generating Station  
See NOTE 21.1A

21.3.1 General



21.3.2 Coal or lignite fueled



21.3.3 Oil or gas fueled



21.3.4 Nuclear-energy fueled



21.3.5 Geothermic



Add:

21.3.6 Solar generating station



Revise to read as follows:

21.4 Prime Mover (qualifying symbols)  
Use if essential to show the type of prime mover in a generating station.  
See NOTE 21.1A

21.4.1 Gas turbine



21.4.1.1 Application: shown for oil- or gas-fueled generating station



21.4.2 Reciprocating engine



▲  
PLANNED

▲  
IN SERVICE

21.4.2.1 Application: shown for oil- or gas-fueled generation station



21.5 Substation  
See NOTE 21.1A

21.5.1 General

Avoid conflict with symbol 13.1.1 if used on the same diagram.



21.5.2 Rectifier substation

Use if essential to show type of equipment.



Add:

21.5.3 Converting substation, dc to ac shown



21.6 Wind Generating Station



21.7 Plasma Generating Station  
MHD (magneto-hydrodynamic)



▲  
PLANNED

▲  
IN SERVICE



**24.1 Switching Systems**

The symbols in this section may be used to represent switching systems without regard to the type of equipment used as shown in the examples of trunking diagrams in the Appendix to this section.

The following terms are used in this section with the meaning as given below.

**Connecting stage:**

An arrangement of inlets and outlets so that only one switching point is used to connect one inlet to an outlet. A number of connections may exist at any time in one connecting stage.

**Marking stage:**

In a common-control system, that sequence of connecting stages that is controlled by one marking process. A marking stage may consist of one or more connecting stages.

**Switching stage:**

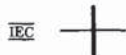
A sequence of connecting stages that jointly perform a specified switching function, for example preselection or route selection.

**Highway-group:**

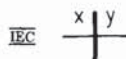
The maximum number of circuits that have access to one highway.

**24.1.1 Connecting stage**

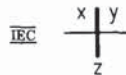
**24.1.1.1 Connecting stage, shown with inlets and outlets, general symbol**  
Circuits on one side can be connected individually to circuits on the other side



**24.1.1.2 Connecting stage with x inlets and y outlets**

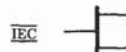


**24.1.1.3 Connecting stage composed of z grading groups, each consisting of x inlets and y outlets**

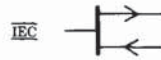


**24.1.1.4 Connecting stage with one group of inlets and two groups of outlets**

NOTE 24.1.1.4A: The number of inlets or outlets in each group may be indicated by a figure on the relevant line.



**24.1.1.5 Connecting stage interconnecting one group of bothway trunks with two groups of unidirectional trunks of opposite sense**



**24.1.2 Marking stage**

**24.1.2.1 Marking stage consisting of only one connecting stage**

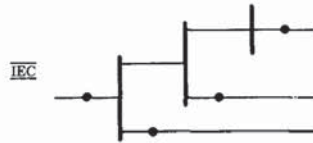
NOTE 24.1.2.1A: The qualifying symbol indicating a marking stage is a dot. It should be added to the inlets of the first connecting stage and to the outlets of the last connecting stage of that marking stage.



**24.1.2.2 EXAMPLES: Marking stage consisting of three connecting stages**



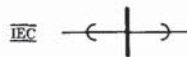
**24.1.2.3 Mixed marking stage consisting of one, two, and three connecting stages**



**24.1.3 Switching stage**

**24.1.3.1 Switching stage consisting of one connecting stage**

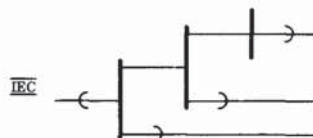
NOTE 24.1.3.1A: The qualifying symbol indicating a switching stage is an arc. It should be added to the inlets of the first connecting stage and to the outlets of the last connecting stage of that switching stage.



**24.1.3.2 EXAMPLES: Switching stage consisting of three connecting stages**



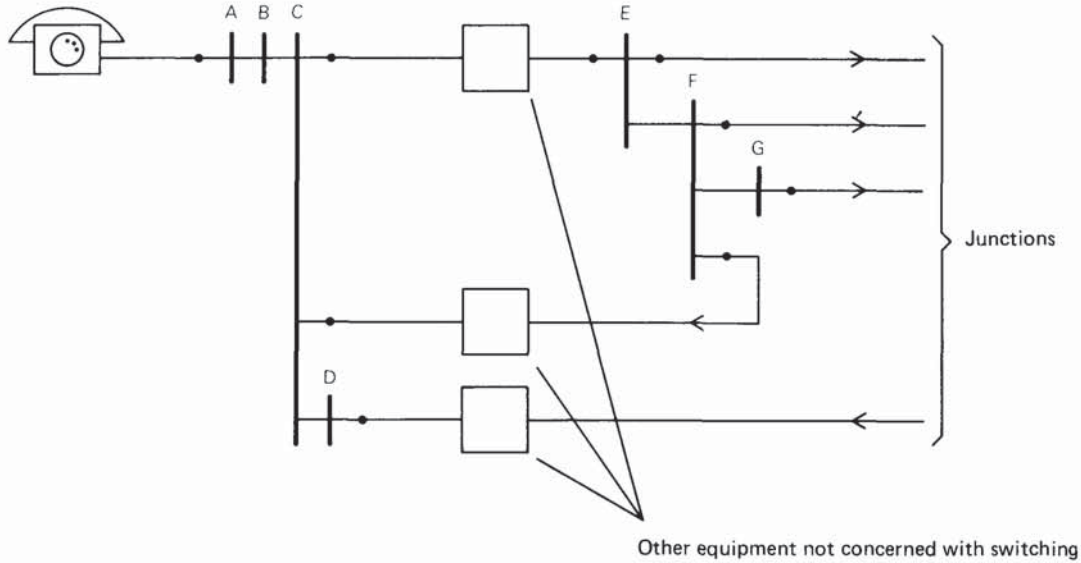
**24.1.3.3 Mixed switching stage consisting of one, two, and three connecting stages**



24.1.4 Examples of trunking diagrams

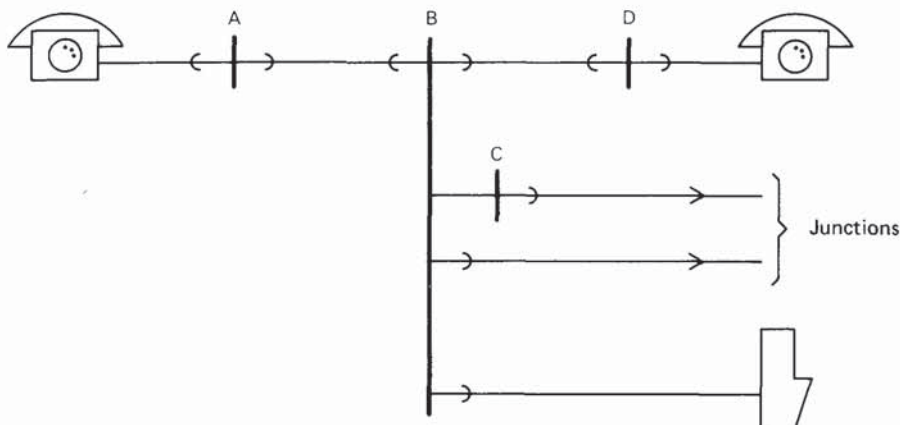
24.1.4.1 Trunking diagram for a switching system that consists of two marking stages, ABC or ABCD and E, EF or EFG, interconnected by other equipment represented by the squares. Calls are routed as follows:

- (1) Incoming calls by way of DCBA
- (2) Calls between subscribers connected to the same exchange by way of ABC, EF, and CBA
- (3) Outgoing calls by way of ABC and either E, EF, or EFG



24.1.4.2 Trunking diagram of a switching system showing three switching stages

- (1) Preselection stage A
- (2) Route selection stage B or BC
- (3) Final selection stage D



**24.2 Block Symbols for Switching Equipment**

**24.2.1 Automatic switching\***



\*Relocated from 20.3.2

**24.2.2 Manual switchboard\***



\*Relocated from 20.3.3

**24.3 Qualifying Symbols for Transducers, Recorders, and Reproducers**

**24.3.1 Magnetic type**



**24.3.2 Moving coil or ribbon type**



**24.3.3 Moving iron type**



**24.3.4 Stereo type**



**24.3.5 Disc type**



**24.3.6 Tape or film type**



**24.3.7 Drum type**



**24.3.8 Recording or reproducing (the arrow points in the direction of energy transfer)**



**24.3.9 Recording and reproducing**



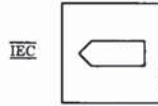
**24.3.10 Erasing**



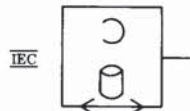
**24.4 Recorders and Reproducers**

**24.4.1 Recorder or reproducer, or both, general symbol**

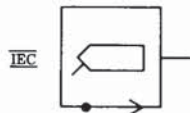
NOTE 24.4.1A: The qualifying symbol depicting a transducer head may be replaced by other qualifying symbols.



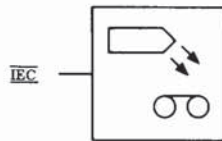
**24.4.1.1 EXAMPLE: Recorder and reproducer, magnetic drum type**



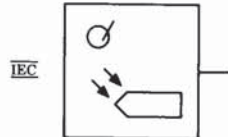
**24.4.2 Reproducer with a stylus operated head**



**24.4.3 Recorder, film-type, with a head producing modulated light**



**24.4.4 Reproducer, disc-type, with a light-operated head**



25.1 Amplified Circuits

25.1.1 Two-wire line with unidirectional amplification



25.1.2 Two-wire line with both-way amplification



25.1.3 Four-wire circuit with both-way amplification

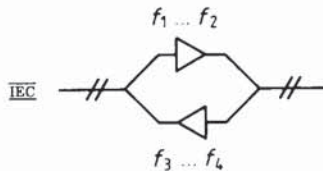


Form 1  
OR

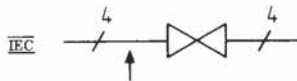


Form 2

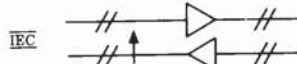
25.1.4 Four-wire type circuit with frequency separation



25.1.5 Four-wire circuit with both-way terminal amplification with echo suppression



Form 1  
OR



Form 2

25.2 Qualifying Symbols for Pulse Modulation

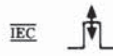
25.2.1 Pulse-position or pulse-phase modulation



25.2.2 Pulse-frequency modulation



25.2.3 Pulse-amplitude modulation



25.2.4 Pulse-interval modulation

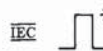


25.2.5 Pulse-duration modulation



25.2.6 Pulse-code modulation

NOTE 25.2.6A: The \* must be replaced by details of the code.



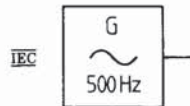
25.2.6.1 EXAMPLE: 3-out-of-7 code



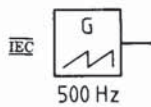
25.3 Signal Generator  
Waveform Generator



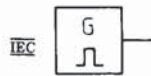
25.3.1 Sine-wave generator, 500 Hz



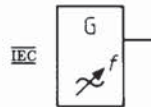
25.3.2 Sawtooth generator, 500 Hz



25.3.3 Pulse generator

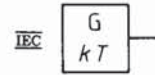


25.3.4 Variable frequency sine-wave generator



25.3.5 Noise generator

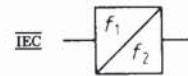
$k$  = Boltzmann's constant  
 $T$  = absolute temperature



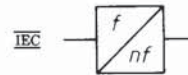
25.4 Changers  
Converter, General Symbol



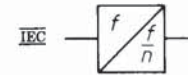
25.4.1 Frequency changer, changing from  $f_1$  to  $f_2$



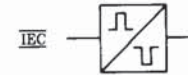
25.4.2 Frequency multiplier



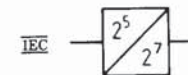
25.4.3 Frequency divider



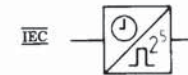
25.4.4 Pulse inverter



25.4.5 Code converter, five-unit binary code to seven-unit binary code



25.4.6 Changer giving clock-time indication in five-unit binary code



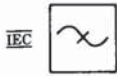
25.4.7 Pulse regenerator





25.5 Filters

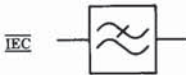
25.5.1 Filter, general symbol



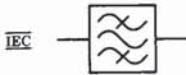
25.5.2 High-pass filter



25.5.3 Low-pass filter



25.5.4 Band-pass filter



25.5.5 Band-stop filter



25.6 Networks

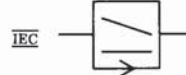
25.6.1 Device for pre-emphasis of higher frequencies



25.6.2 Device for de-emphasis of higher frequencies



25.6.3 Compressor



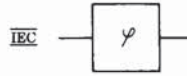
25.6.4 Expander



25.6.5 Artificial line



25.6.6 Phase-changing network



NOTE:  $\varphi$  may be replaced by  $B$  if no confusion arises

\*Coordinate with symbol 15.17

25.6.7 Distortion corrector, general symbol

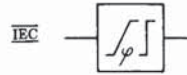


25.6.8 Amplitude/frequency distortion corrector, for example, equalizer

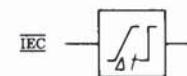


25.6.9 Phase/frequency distortion corrector

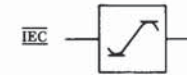
NOTE 25.6.9A: If it is desirable to indicate that the equalization refers to the time derivative of  $\varphi$ ,  $\varphi$  may be replaced by  $\Phi$ .



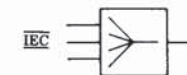
25.6.10 Delay/frequency distortion corrector



25.6.11 Nondistorting amplitude controller



25.6.12 Mixing network



25.7 Electronic Chopping Device

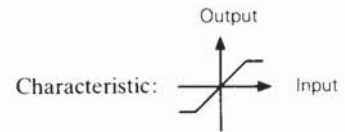


25.8 Threshold Devices

There are two ways of showing details of the operation carried out by a threshold device. The first is the use of the symbol 25.8.1 supplemented by appropriate waveform symbols on the input and output lines. The second is the use of a specific symbol consisting of a rectangle containing a figure derived from the input/output characteristic in the following manner:

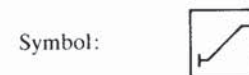
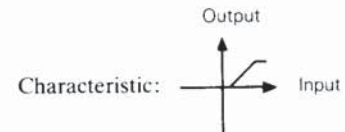
The axes are deleted, but the origin is indicated by a short vertical stroke representing the y-axis

EXAMPLE:

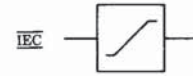


The origin may be located in the rectangle in such a position that the characteristic makes the maximum use of the available space

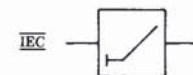
EXAMPLE:



25.8.1 Threshold device, type unspecified (for example clipper)



25.8.2 Device having a linear input/output characteristic for all signals that exceed a given threshold value and which has no output for input signals having an instantaneous amplitude between zero and that threshold



Telecommunications Transmission

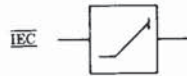
25.8.3 Device having a linear input/output characteristic for all signals that exceed a preset threshold value and that has no output for input signals having an instantaneous amplitude between zero and that threshold



25.8.4 Positive peak clipper

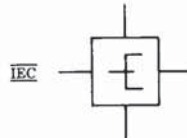


25.8.5 Negative peak clipper

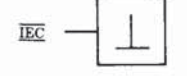


25.9 Terminating Sets

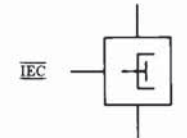
25.9.1 Terminating set



25.9.2 Balancing network



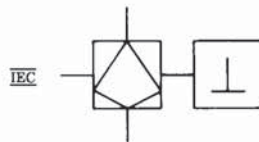
25.9.3 Terminating set with balancing network



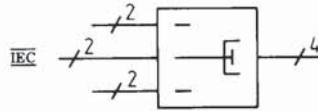
25.9.4 Hybrid transformer



25.9.5 Asymmetric (skew) hybrid transformer, shown with balancing network

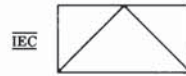


25.9.6 Equipment for connecting a four-wire circuit to either a two-wire circuit or a four-wire circuit depending upon the reception of a control signal

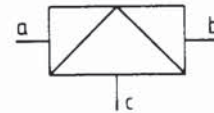


25.10 Modulator  
Demodulator  
Discriminator

25.10.1 General symbol



NOTE 25.10.1A: This symbol is used as follows: (Letters and input and output lines have been added in the figure for the purpose of explanation.)



a and b represent the modulating or modulated signal input and the modulated or demodulated signal output

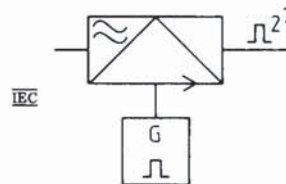
c represents the input of the carrier-wave if required

Qualifying symbols may be placed inside or outside the symbol as shown below

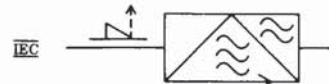
25.10.1.1 Modulator, double side-band output



25.10.1.2 Pulse code modulator (seven-unit binary code output)



25.10.2 Demodulator, single side-band with suppressed carrier to audio



25.11 Concentrators  
Multiplexers

25.11.1 Concentrating switching function from left to right, qualifying symbol



25.11.2 Expanding switching function from left to right, qualifying symbol



25.11.3 EXAMPLES: Concentrator with m input circuits and n output circuits



Form 1



Form 2

25.11.4 Multiplexing function, qualifying symbol



25.11.5 Demultiplexing function, qualifying symbol

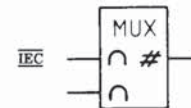
NOTE 25.11.5A: If confusion can arise, DX may be replaced by DMUX.



25.11.6 Multiplexing and demultiplexing function, qualifying symbol



25.11.7 Multiplexer with analog/digital conversion



25.11.8 Multiplexer/demultiplexer with analog/digital conversion



**25.12 Frequency Spectrum Diagram Symbol Elements**

A frequency spectrum is represented on a diagram by means of symbols on a horizontal frequency axis. The symbols show the functions of the various frequencies and frequency bands used in the transmission system as well as their relative positions in the spectrum.

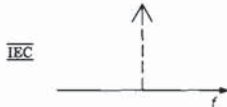
**25.12.1 Carrier frequency**

NOTE 25.12.1A: When this symbol is used to represent a carrier that is modulated in frequency or phase the  $f$  or  $\varphi$  is added. See, for example, symbol 25.13.2.

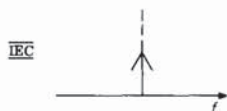
NOTE 25.12.1B: The arrowhead on the vertical line representing the carrier (and the arrowhead on the frequency axis) may be omitted if no confusion will result.



**25.12.1.1 Suppressed-carrier frequency**



**25.12.1.2 Reduced-carrier frequency**



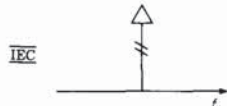
**25.12.2 Pilot frequency**

NOTE 25.12.2A: For FDM transmission systems the order of the group to which the pilot refers, that is, group, supergroup, mastergroup, or supermastergroup may be indicated by adding the respective number 1, 2, 3, or 4 of oblique strokes.



EXAMPLE: Supergroup pilot frequency

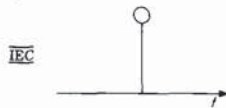
**25.12.2.1**



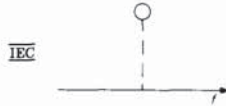
**25.12.2.2 Suppressed pilot frequency**



**25.12.3 Additional measuring frequency**



**25.12.3.1 Additional measuring frequency, transmitted or measured on request**



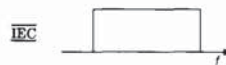
**25.12.4 Signaling frequency**



**25.12.5 Frequency band**

NOTE 25.12.5A: If it is desired to show whether a particular band of frequencies is erect or inverted, symbol 25.12.6 or 25.12.7 should be used.

NOTE 25.12.5B: The order of a band of frequencies forming part of a transmission system may be indicated by adding oblique strokes according to NOTE 25.12.2A of symbol 25.12.2.

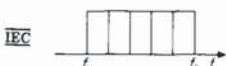


**25.12.5.1 EXAMPLE: Mastergroup**

NOTE 25.12.5.1A: The division of a band into channels, groups, etc, may be shown by adding vertical lines.



25.12.5.2 EXAMPLE: Band of frequencies from  $f_1$  to  $f_2$  divided into five channels, groups, etc.



**25.12.6 Erect band of frequencies**

NOTE 25.12.6A: There is no indication of how much of the bandwidth shown by the symbol is actually used.

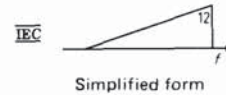
NOTE 25.12.6B: This symbol may be used to represent a single channel, group, etc, or a number of channels, groups, etc, providing they are all erect.



**25.12.6.1 EXAMPLE: Band of frequencies consisting of a group of 12 erect channels**



**25.12.6.2**

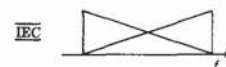


**25.12.7 Inverted band of frequencies**

NOTES 25.12.6A and 25.12.6B apply.

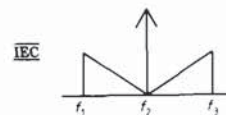


**25.12.8 Band of mixed channels, groups, etc, some erect, remainder inverted**



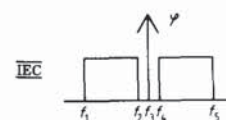
**25.13 Examples of Frequency Spectrum Diagrams**

**25.13.1 Amplitude-modulated carrier with both sidebands**



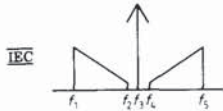
**25.13.2 Phase modulated carrier with both sidebands**

NOTE 25.13.2A: For frequency modulation, replace  $\varphi$  with  $f$ .

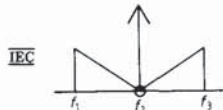




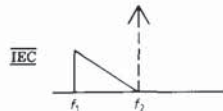
25.13.3 Amplitude-modulated carrier with both sidebands, lower modulating frequencies not being transmitted



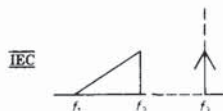
25.13.4 Amplitude-modulated carrier with both sidebands, modulating frequencies down to zero being transmitted



25.13.5 Single-sideband suppressed carrier



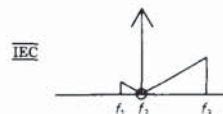
25.13.6 Reduced-carrier with single, lower, erect sideband



25.13.7 Suppressed-carrier with single-sideband scrambled for secrecy



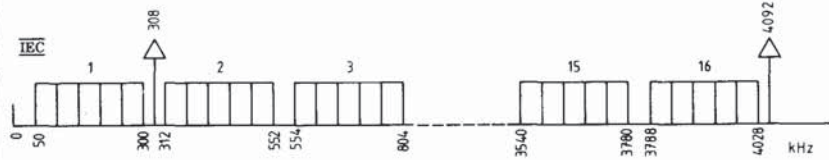
25.13.8 Amplitude-modulated carrier with upper sideband and lower vestigial sideband, modulating frequencies down to zero being transmitted



25.13.9 Band of five channels, groups, etc, four of which are inverted and one erect

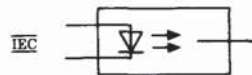


25.13.10 4 MHz transmission system showing supergroups and pilot frequencies



25.14 Fiber Optic Devices

25.14.1 Guided light transmitter



25.14.2 Guided light receiver

