

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL TECNOLOGÍA *ROCKWELL*
AUTOMATION EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE
LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.**

**JAIME ALFONSO RODRIGUEZ DELGADO
VIYILS SANGREGORIO SOTO**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA
SECCIONAL BUCARAMANGA
2010**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL TECNOLOGÍA *ROCKWELL*
AUTOMATION EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE
LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.**

**JAIME ALFONSO RODRIGUEZ DELGADO
VIYILS SANGREGORIO SOTO**

PROYECTO DE GRADO

**ING. JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA
SECCIONAL BUCARAMANGA
2010**

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Septiembre de 2010

A Dios, por permitirme poder estar disfrutando de esta oportunidad
A Vigilio Sangregorio Torres, mi padre por estar siempre apoyándome en todas las
circunstancias, enseñarme a valorar las cosas más simples de la vida.
A Diana Soto López, mi madre la persona a la cual más admiro, por estar siempre
presente y ser la persona quien siempre me ha llevado de la mano.
A mis hermanos José Eduardo y Saín por ser siempre las causas de muchas de
mis alegrías.
Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla, por brindarnos la oportunidad de trabajar con
él, siempre guiarnos y por los consejos oportunos.
Al Ingeniero Juan Carlos Villamizar y a los demás ingenieros por su gran
colaboración la dirección y coordinación de todas las actividades para la
realización del proyecto.
Mil gracias a todos por su grandioso e incalculable aporte.

Viyils Sangregorio Soto

A nuestro Señor Jesucristo, primero por darme el gran regalo de la vida, de regalarme una gran familia y de tener todas las bendiciones espirituales, intelectuales y materiales que tengo en el momento.

A mi padre y a mi madre que en su infinito amor, me formaron con sabiduría y cariño para ser una persona responsable para lograr mis metas personales y profesionales basadas en los valores que me enseñaron.

A mi hermano que ha sido un gran amigo, el mejor; un gran compañero y apoyo en mi vida.

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla, al cual admiro como persona y profesional, es un incansable luchador en todas sus responsabilidades y de agradecerle por confiarnos este proyecto tan importante.

A la Ingeniera Leidy Olarte, por su inmenso apoyo, colaboración y sobre todo su paciencia y tiempo en este proyecto.

A las demás personas que me brindaron sus conocimientos para llevar con éxito este proyecto.

Jaime Alfonso Rodríguez Delgado.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla por la orientación, apoyo, cordialidad y disposición con la que nos apoyo en las situaciones que se presentaron.

Agradecemos al la ingeniera Leidy Olarte quien nos oriento y apoyo en todo el proceso de ejecución del proyecto.

Al personal de mantenimiento y los ingenieros que nos colaboraron y orientaron en todos los aspectos en el desarrollo del proyecto.

OBJETIVOS

General

Implementar el sistema de control tecnología *Rockwell Automation* en el laboratorio de automatización industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Específicos

- Estudiar la arquitectura de automatización de Allen-Bradley.
- Implementar, configurar y verificar el hardware, firmware y software de la arquitectura de automatización de Allen-Bradley.
- Desarrollar los manuales de usuario y configuración del sistema para la capacitación a estudiantes y personas a fines interesadas.

CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1. AUTOMATIZACIÓN.....	2
1.2. CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE PAC.....	3
1.3. MODELO CIM (MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADOR).....	6
1.3.1. Proceso e Instrumentación.....	7
1.3.2. Sistema de Control.....	10
1.3.3. Sistema SCADA.....	10
1.3.4. MES (Sistema de Ejercicios de Manufactura).....	10
1.3.5. ERP (Planeación de los Recursos de la Empresa).....	12
2. ARQUITECTURA DE AUTOMATIZACIÓN ALLEN-BRADLEY.....	13
2.1. HARDWARE DEL SISTEMA.....	13
2.1.1. Controladores.....	13
2.1.2. Módulos de ampliación.....	15
2.1.3. Elementos de comunicación.....	29
2.2. FIRMWARE DEL SISTEMA.....	34
2.3. SOFTWARE DEL SISTEMA.....	34
3. SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO: CONTROLLOGIX.....	40
3.1. INTRODUCCIÓN AL CONTROLLOGIX.....	40
3.1.1. Sistema ControlLogix.....	40

3.1.2. Hardware del Sistema.....	46
3.1.3. Controlador ControlLogix.....	46
3.1.4. Módulos de E/S ControlLogix.....	47
3.1.5. Requisitos generales para el software de aplicación.....	49
3.2. DISEÑO, ENSAMBLE Y CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE.....	50
3.2.1. Hardware de Control.....	52
3.2.2. Acondicionamiento de Señal.....	71
3.1.3. Etapa de Potencia.....	72
4. CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA.....	76
4.1. Comunicación con el Controlador (RSLinx Gateway).....	76
4.2. Software de Programación (RSLogix 5000).....	79
RECOMENDACIONES.....	95
CONCLUSIONES.....	96
BIBLIOGRAFIA.....	97
ANEXOS.....	108

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Tipos de Sensores.....	6
Tabla 2. Clases de Módulos Allen-Bradley.....	28
Tabla 3. Características del Controlador 1756.....	47
Tabla 4. Indicaciones del controlador.....	55
Tabla 5. Indicaciones del Modulo Ethernet.....	57
Tabla 6. Indicaciones del Modulo 1756-IB16.....	59
Tabla 7. Indicaciones del Modulo 1756-OW16I.....	61
Tabla 8. Indicaciones del Modulo 1756-IF8.....	63
Tabla 9. Indicaciones del Modulo 1756-OF4.....	63
Tabla 10. Indicaciones del Modulo 1756-M03SE.....	65

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Sistema Automático.....	2
Figura 2. PC vs PLC.....	4
Figura 3. Comparación del PLC y el PC con el PAC.....	5
Figura 4. PAC Siemens.....	5
Figura 5. CIM.....	6
Figura 6. Proceso e Instrumentación.....	7
Figura 7. Sensores.....	9
Figura 8. Relé Electromecánico-Relé de Estado Solido.....	9
Figura 9. Sistema SCADA.....	11
Figura 10. Sistema ERP.....	12
Figura 11. Controladores Programables AB.....	13
Figura 12. Tarjeta PCI del SoftLogix.....	14
Figura 13. Chasis virtual del SoftLogix.....	14
Figura 14. FlexLogix.....	15
Figura 15. Controlador compacto 1769-L23E con una red EtherNet/IP.....	16
Figura 16. CompactLogix.....	16
Figura 17. ControlLogix Estándar.....	17
Figura 18. ControlLogix-XT.....	17
Figura 19. PLC-5.....	18
Figura 20. SCL 500.....	18
Figura 21. MicroLogix 1500.....	19
Figura 22. MicroLogix 1400.....	19

Figura 23.	MicroLogix 1200.....	20
Figura 24.	MicroLogix 1100.....	21
Figura 25.	MicroLogix 1000.....	21
Figura 26.	Pico Controller.....	22
Figura 27.	SmartGuard.....	22
Figura 28.	Ejemplo de Sistema de Control de Seguridad del Controlador SmartGuard 600.....	23
Figura 29.	Ejemplo de Configuración de un sistema Compact GuardLogix.....	23
Figura 30.	Compact GuardLogix.....	24
Figura 31.	GuardPLC 1200.....	24
Figura 32.	GuardPLC 1600.....	24
Figura 33.	GuardPLC 1800.....	25
Figura 34.	GuardPLC 2000.....	25
Figura 35.	Módulos 1769.....	26
Figura 36.	Módulo 1756.....	26
Figura 37.	Módulos 1771.....	27
Figura 38.	Módulos 1746.....	27
Figura 39.	Módulos 1762.....	29
Figura 40.	Conexión típica de una red DeviceNet.....	31
Figura 41.	Ejemplo de una topología de anillo de un sistema ControlNet.....	32
Figura 42.	Ejemplo de una topología estrella para EtherNet/IP.....	32
Figura 43.	Switch Ethernet Stratix.....	33
Figura 44.	Módulo para la comunicación <i>Foundation Fieldbus</i>	33
Figura 45.	Entorno de configuración RSLinx.....	35

Figura 46.	RSLink.....	35
Figura 47.	RSLogix 5000.....	36
Figura 48.	RSLogix Architect.....	32
Figura 49.	Entorno del RSNetWorx.....	38
Figura 50.	RSView32.....	38
Figura 51.	Entorno FactoryTalk View Studio.....	39
Figura 52.	Modelo de comunicaciones productor/consumidor.....	41
Figura 53.	Memoria ControlLogix.....	41
Figura 54.	Diagrama de las instrucciones básicas de <i>Ladder</i>	43
Figura 55.	Diagrama de bifurcación.....	43
Figura 56.	Diagrama de bifurcación anidada.....	43
Figura 57.	Ejemplo de una rutina de motores con bloques de funciones.....	44
Figura 58.	Diagrama de funciones secuenciales.....	45
Figura 59.	Visualización de la ruta <i>I/O Configuration</i>	46
Figura 60.	Diagrama Módulos de E/S ControlLogix.....	48
Figura 61.	Selección de modo del controlador.....	49
Figura 62.	Distribución del gabinete principal.....	51
Figura 63.	Distribución del gabinete de E/S remotas.....	52
Figura 64.	Distribución del gabinete del Control de movimiento.....	53
Figura 65.	Chasis 1756-A13.....	53
Figura 66.	Instalación con pernos en chasis al panel posterior.....	54
Figura 67.	Fuente de alimentación 1756-PA75.....	54
Figura 68.	Panel Frontal del Controlador.....	55
Figura 69.	ControlLogix 5562.....	56

Figura 70.	1756-EN2T.....	56
Figura 71.	Panel frontal Del Módulo Ethernet	58
Figura 72.	Modulo de entradas digitales 1756-IB16.....	58
Figura 73.	Cableado del 1756-IB16 y 1756-IF8.....	59
Figura 74.	Panel frontal del 1756-IB16.....	59
Figura 75.	Modulo de salidas digitales 1756-OW16I	60
Figura 76.	Cableado del 1756-OW16I y 1756-IF8.....	60
Figura 77.	Panel frontal del 1756-OW16I.....	61
Figura 78.	Módulo del 1756-IF8.....	62
Figura 79.	Panel frontal del 1756-IF8.....	62
Figura 80.	Panel frontal del 1756-OF4.....	63
Figura 81.	Vista lateral del 1756-M03SE.....	64
Figura 82.	Panel frontal del 1756-M03SE.....	64
Figura 83.	Ubicación en el riel DIN.....	65
Figura 84.	Instalación del Switch en el gabinete.....	65
Figura 85.	Conexión del conector al interruptor.....	66
Figura 86.	Entorno de configuración Stratix 8000.....	66
Figura 87.	Sistema POINT I/O.....	67
Figura 88.	Partes del 1734-AENT	68
Figura 89.	Entorno de configuración 1734-AENT.....	68
Figura 90.	Partes de instalación del modulo remoto.....	69
Figura 91.	Módulos POINT.....	69
Figura 92.	Driver Ultra3000.....	70
Figura 93.	Diagrama ControlLogix y Ultra3000.....	71

Figura 94.	Instalación de la etapa de acondicionamiento de señal del gabinete principal.....	71
Figura 95.	Relé Telemecanique y Siemens.....	72
Figura 96.	Fuente de alimentación.....	72
Figura 97.	Interruptor EasyPact.....	73
Figura 98.	Borna Portafusible.....	78
Figura 99.	Interruptor Termomagnético.....	74
Figura 100.	Filtro monofásico AC.....	75
Figura 101.	Conexión del filtro AC.....	75
Figura 102.	Ventana de Inicio RSLinx.....	76
Figura 103.	Ventana de Selección.....	76
Figura 104.	Selección de la red.....	77
Figura 105.	Confirmación de la Selección de red.....	77
Figura 106.	RSWho.....	78
Figura 107.	Entorno RSWho.....	78
Figura 108.	Device Properties.....	79
Figura 109.	Selección Nuevo proyecto.....	79
Figura 110.	Ventana de Configuración del Controlador.....	80
Figura 111.	Visualización de la Carpeta <i>Controller</i>	81
Figura 112.	Carpeta I/O Configuration.....	81
Figura 113.	Ventana <i>Select Module</i>	82
Figura 114.	Selección del módulo de comunicación Ethernet.....	82
Figura 115.	Ventana Select Major Revision del 1756-EN2T.....	83
Figura 116.	Ventana de Configuración del 1756-EN2T.....	83

Figura 117.	Configurar del árbol Ethernet.....	84
Figura 118.	Selección del Stratix 8000.....	84
Figura 119.	Ventana <i>Module Definition</i> del Stratix 8000.....	85
Figura 120.	Ventana de Configuración del Stratix 8000.....	85
Figura 121.	Selección del Módulo 1734-AENT.....	85
Figura 122.	Ventana <i>Module Definition</i>	86
Figura 123.	Ventana de Configuración del 1734-AENT.....	86
Figura 124.	Backplane 1734-AENT.....	87
Figura 126.	Ventana de Configuración del 1734-IB8.....	87
Figura 127.	Módulos 1734-IB8 Configurados al RSLogix 5000.....	88
Figura 128.	Selección del Módulo 1734-OW4.....	88
Figura 129.	Módulos 1734-OW4 Configurados al RSLogix 5000.....	88
Figura 130.	Selección de los Módulos 1734-IEC4 y 1734-OE4C.....	88
Figura 131.	Ventana de Configuración del 1734-IE4C.....	89
Figura 132.	Ventana de Configuración del 1734-OE4C.....	89
Figura 133.	Módulos Remotos Configurados en el RSLogix 5000.....	90
Figura 134.	Selección de los Módulos 1734-IEC4 y 1734-OE4C.....	90
Figura 135.	Ventana de Configuración del 1756-IB16.....	90
Figura 136.	Ventana de Configuración del 1756-OW16I.....	91
Figura 137.	Selección de los Módulos 1756-IF8 y 1734-OF4.....	91
Figura 138.	Ventana de Configuración del 1756-IF8.....	91
Figura 139.	Ventana de Configuración del 1756-OF4.....	92
Figura 140.	Módulos 1756 Configurados en el RSLogix 5000.....	92

Figura 141.	Selección del Módulo 1756-M03SE.....	92
Figura 142.	Ventana de Configuración del 1756-M03SE.....	93
Figura 143.	1756-M03SE Configurado.....	93
Figura 144.	Selección del 2098-DSD-005-SE.....	93
Figura 145.	Drivers Configurados en la Red Sercos.....	93
Figura 146.	Ventana de Configuración del Driver 2092-DSD-005-SE.....	94
Figura 147.	Módulos y Comunicaciones Configurados en el RSLogix 5000.....	94

LISTA DE ANEXOS

	Pag
Anexo A. Presupuesto Del Proyecto.....	109
Anexo B. 1756 ControlLogix Chassis Specifications.....	113
Anexo C. Specifications - ControlLogix Controllers.....	114
Anexo D. Manual de los Módulos de Entrada y Salida Digital.....	119
Anexo E. Manual de los Módulos de Entrada y Salida Analógica.....	120
Anexo F. Manual Módulo ControlLogix SERCOS interface.....	121
Anexo G. Tabla de referencia de interruptores Stratix.....	122
Anexo H. Stratix 8000 Ethernet Managed Switches y Módulo 1756-EN2T.....	123
Anexo I. Manual de Configuración Ethernet con el switch Stratix 8000.....	125
Anexo J. Manual de Configuración y Especificaciones del Adaptador Ethernet 1734-ENT.....	126
Anexo K. Especificaciones generales del POINT I/O.....	127
Anexo L. Especificaciones Ultra3000 Digital Servo Drives.....	131
Anexo M. Especificaciones de los Relés Telemecanique y Siemens.....	132
Anexo N. Fuente 24VDC 1606-XLS120E.....	138
Anexo O. Fuente 24VDC 1794-PS13.....	139
Anexo P. Filtro AC.....	140
Anexo Q. Conjunto de Instrucciones para la Programación en el RSLogix 5000.....	141
Anexo R. Planos Eléctricos del Sistema de Control.....	142
Anexo S. Manual de Operación.....	143

GLOSARIO

CIM: Manufactura Integrada por Computador.

HMI: Por sus siglas en ingles "Human Machine Interface" hace referencia a la interfaz que maneja el operario para interactuar con el proceso.

SCADA: Viene de las siglas "Supervisory Control And Data Adquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción.

PLC: Controlador Lógico Programable es una maquina diseñada para programar y controlar procesos industriales de forma confiable.

PAC: Controlador de Automatización Programable.

SCL: "Small Logic Controller" referente a los controladores pequeños diseñado sobre la base de microprocesadores y memoria, el cual se emplea para emular funciones de control; lógico, por las funciones lógicas que realiza y pequeño, por su capacidad de control de entradas y salidas.

Logix: Plataforma integrada de Rockwell Automation, que permite adecuar un sistema de control de alto rendimiento o una pequeña red.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL
TECNOLOGÍA *ROCKWELL AUTOMATION* EN EL
LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE
LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

AUTOR(ES): VIYILS SANGREGORIO SOTO
JAIME ALFONSO RODRIGUEZ DELGADO

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

RESUMEN

El sistema de control implementado *ControlLogix* de la arquitectura integrada de *Allen-Bradley* en el Laboratorio de Automatización es una nueva herramienta en infraestructura de laboratorios de ingeniería. Específicamente esta nueva herramienta le proporcionará al estudiante tener la experiencia directa de utilizar equipos que se encuentran originalmente en la industria. El sistema de control cuenta con dos gabinetes adicionales al principal, uno de entradas y salidas remotas y otro en donde esta un módulo de control de movimiento para servomotores; la comunicación del gabinete principal a los auxiliares es con un Switch Ethernet. El estudió del manejo y el diseño de la arquitectura así como el desempeño de cada uno de los componentes para poder distribuirlos de forma correcta en los gabinetes de control y a su vez se indagó los módulos de la arquitectura determinando tipos y cantidades de elementos para la construcción del gabinete realizando la configuración del software para ser programado el controlador de automatización programable y a su vez dejar configurado la conexión del PC – PAC. El sistema automático de control se deja completamente instalado con manuales elaborados en donde se indica la ubicación, conexiones y donde se encuentra toda la información técnica. Este documento final recopiló la información teórica, las evidencias obtenidas durante la evolución del proyecto, que darán soporte a la investigación.

PALABRAS CLAVE: ControlLogix, Allen-Bradley, configuración, Sistema de Control, CIM

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT OF THESIS PROJECT

TITLE: IMPLEMENTATION OF CONTROL SYSTEM *ROCKWELL AUTOMATION* TECHNOLOGY IN INDUSTRIAL AUTOMATION LABORATORY OF THE UNIVERSITY PONTIFICA BOLIVARIANA

AUTHOR(S): VIYILS SANGREGORIO SOTO
JAIME ALFONSO RODRIGUEZ DELGADO

DEPARTAMENT: ELECTRONIC ENGINEERING

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

ABSTRACT

The control system implemented *ControlLogix* the integrated architecture of *Allen-Bradley* in the Automation Laboratory is a new tool in engineering laboratory infrastructure. Specifically, this new tool will give the student have direct experience of using computers that are originally found in the industry. The control system will have two additional cabinets a remote input and output and another where it will be a module for servo motion control, communication of the auxiliary main cabinet with an Ethernet Switch. We studied the management of architectural design and the performance of each of the components to distribute properly in control cabinets and in turn studied architecture modules to determine types and quantities of construction material cabinet making software settings to be programmed the programmable automation controller and in turn make the connection configured PC - PAC. Having implemented the automatic control system installed complete with manuals were developed which indicate the location, connections and bearings for each module and graphically instructed through a wiring diagram of the system. This final document will gather information theory, the evidence obtained during the course of the project and technical specifications of the instrumentation and software used which will support research and contribute to the development of new proposals.

KEYWORDS: ControlLogix, Allen-Bradley, Configuration, control system, CIM

V° B° THESIS DIRECTOR

INTRODUCCIÓN

La producción industrial se ha especializado principalmente en la optimización de los procesos utilizando avances tecnológicos del control y las comunicaciones, con el fin de establecer formas de automatizar los procesos que se realizan a través del uso de actuadores y controladores, facilitando la producción y minimizando el uso de los recursos humanos.

EL PAC (Controlador de Automatización Programable), al igual que el PLC (Controlador Lógico Programable), es una máquina con la disponibilidad de tener un *lenguaje*, es decir posee una guía lógica que permite a través de una serie de instrucciones manejar una estructura sólida en programación, con la versatilidad de monitorización y cálculo de un PC, para así establecer una automatización eficaz sobre algún proceso; por lo que satisface las exigencias que se tornan a diario en las industrias como regular variables tales como: presión, caudal, nivel, temperatura, entre otras, y también todas aquellas funciones asociadas a una estructura lógica. Por lo tanto, los PAC's hoy en día se han convertido en una herramienta eficaz e indiscutible para el desarrollo tecnológico de muchas empresas industrializadas. Este tipo de tecnología actualmente permite supervisar y controlar diversos tipos de producción manufacturera en tiempo real basándose en el modelo CIM (Manufactura Integrada por Computadora), en donde este modelo tecnológico se encarga de constituir los aspectos administrativos y tecnológicos en una sola identidad para llevar eficazmente la supervisión y gestión de procesos.

En este proyecto se implementó un PAC de la arquitectura integrada de *Rockwell Automation*, y el Hardware asociado, en el cual el entorno de la comunicación y el paquete de software para la programación están configurados y listos para trabajar. Al igual se construyeron manuales de usuario que proporcionan la información completa y necesaria para que el usuario o programador puedan documentarse para utilizar esta herramienta y tengan el soporte teórico para iniciar la implementación de una aplicación en automatización.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. AUTOMATIZACIÓN

La palabra automatización (del griego *autos* que significa “por sí mismo” y *maiomai* que significa “lanzar”), consiste en la técnica de hacer que un sistema opere automáticamente de forma rápida y eficaz, minimizando la intervención humana empleando medios artificiales, ya que el proceso transcurrirá de forma continua y automática. Por lo tanto, la producción adquiere un aspecto de ciclo que puede programarse y reestructurarse en un sistema artificial denominado autómeta, el cual sigue un programa de forma propia o automática. Gracias al programa, el sistema debe tomar decisiones basado en las entradas y el estado de las variables, para de esta forma cumplir con las tareas asignadas. [1]



Figura 1. Sistema Automático [2]

La automatización involucra la aplicación e integración de sistemas industriales que puedan desenvolverse de forma autónoma, éste incluye procesos de instrumentación, acondicionamiento, control y visualización de las variables del sistema. [1]

Objetivos de la Automatización. Con el crecimiento de las áreas de producción y la necesidad de optimizar los procesos industriales en cualquier área lo que se busca es:

- Mejorar la velocidad de producción y la disponibilidad de productos, en un menor tiempo posible mediante un mejor control de la producción.
- Mejorar la calidad de la fiabilidad de la producción mediante procesos repetitivos.
- Aumentar la seguridad para el personal.
- Ahorrar el requerimiento de espacio en la planta. [3]

1.2. CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE PAC.

En la última década, los expertos en la industria han analizado la necesidad de mejorar las estrategias de control usando algoritmos más rápidos y la necesidad de usar procesadores de punto flotante, RAM, herramientas de software poderosas, e interfaces gráficas que harían de la *PC* la plataforma fundamental de la Automatización Industrial.

Sin embargo, al día de hoy los PLC continúan dominando la mayoría de las fábricas para aplicaciones de control de procesos y máquinas. Aunque muchos ingenieros han evaluado el uso de la *PC* para funciones avanzadas, como control y simulación análogo, conectividad con base de datos, aplicaciones basadas en web y comunicación con dispositivos externos, la *PC* no ha podido competir con el PLC para aplicaciones basadas en control.

Las computadoras estándar e incluso las que se manejan a nivel industrial, son computadoras realmente frágiles en cuanto a la exigencia que a nivel industrial se requiere, considerando que un fallo en el equipo puede resultar en pérdidas para la empresa, las cuales no siempre se limitan a pérdidas económicas.

Todas las circunstancias descritas anteriormente, han llevado a que los expertos en el ámbito industrial hayan decidido entre contar con un PLC que ofrezca robustez industrial y confiabilidad o bien una *PC* efectiva en mediciones y comunicaciones análogas.

En la *figura 2* se puede ver el gráfico comparativo donde se evalúa la capacidad de un *PC* frente a las versatilidades de un PLC. Como resultado, muchos ingenieros sacrifican funcionalidad de control avanzado que no obtienen fácilmente con un PLC, o fusionan un sistema que incluye un PLC para control discreto y una *PC* para funcionalidad avanzada. [4]

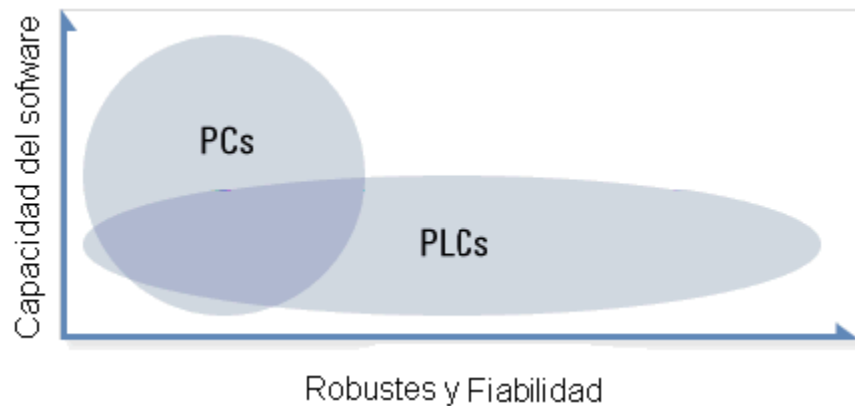


Figura 2. PC vs PLC [4]

Estas soluciones representan un gran inconveniente, debido a que muchas veces el software no ha sido diseñado para trabajar con el hardware que se utiliza y esto dificulta no solo el desarrollo del proyecto sino que realmente lo hace no cien por ciento confiable, por lo tanto la incompatibilidad entre estos llevo a las nuevas generaciones de PLC's.

En la actualidad, existe una tercera opción. Los ingenieros pueden utilizar productos que ofrecen una hibridación de la PC y del PLC. Los PAC combinan las mejores características de la PC, incluyendo el procesador, la RAM, y software potente, con la confiabilidad, dureza, y naturaleza distribuida del PLC.

Los PAC combinan el empaque y dureza del PLC con la flexibilidad y funcionalidad de software de la PC. Estas nuevas plataformas son ideales para control sofisticado y registro de datos en ambientes rudos.

La flexibilidad de la PC como lo es el procesador de punto flotante para cálculos personalizados, un servidor web interactivo para control y monitoreo fácil, Compact Flash removible para acceso de datos, y múltiples puertos seriales para comunicación con dispositivos externos, proveen características y funciones imposibles de implementar en un PLC. [4]

Para complementar las capacidades análogas del controlador la plataforma también incluye gran exactitud en módulos análogos de entradas/salidas con resolución de 16 bits y acondicionamiento de señales para exactitud y precisión en mediciones y control análogos. PAC toma las mejores características de la PC: el

procesador, la RAM, el software potente y se mezcla con la confiabilidad y dureza del PLC. [4]

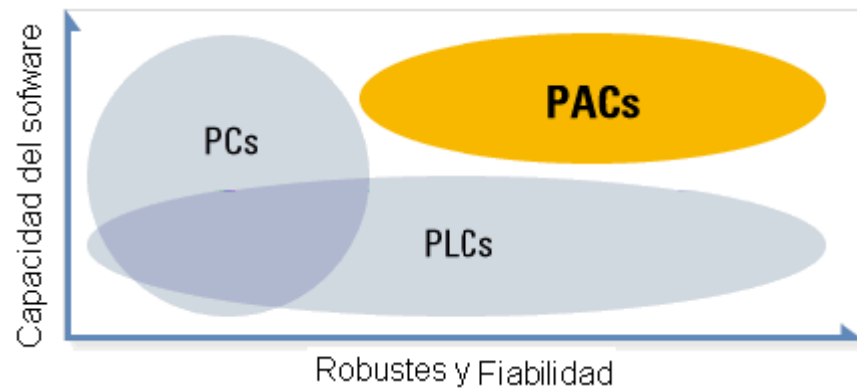


Figura 3. Comparación del PLC y el PC con el PAC [4]

Ingenieros en muchas industrias, desde semiconductores hasta petróleo y gas, están en transición a PAC para implementar funcionalidad avanzada con cálculos análogos, acceso de datos y comunicaciones en sus sistemas de control. [4]



Figura 4. PAC Siemens [5]

1.3. MODELO CIM (MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADOR)

El concepto de Manufactura Integrada por Computador, CIM, contempla la inclusión de forma integrada a la producción, de conceptos tales como la gestión empresarial, planificación, programación, etc. A este respecto la implantación de estrategia productiva totalmente integrada no es una tarea sencilla, ni puede ser abordada a corto plazo. También se menciona con proporcionar asistencia computarizada, automatizar, controlar y elevar el nivel de integración en todos los niveles de la manufactura.

Anteriormente se ha tratado de describir el concepto CIM y como las tecnologías de sus componentes calzan en ese concepto, los avances tecnológicos están permitiendo que la integración sea realizada, por lo cual la Manufactura Integrada por Computador es uno de tantos conceptos avanzados que abarcan tecnologías modernas de manufactura, así como otros conceptos de manufactura como *justo a tiempo*, calidad total, teoría de restricciones, etc.

Lo realmente importante no es dar una definición al concepto, sino entender que se trata de una forma de trabajo en la cual todas las partes que intervienen para el desarrollo de un producto están enfocadas a lograr la meta de una organización.

La Manufactura Integrada por Computador tiene un componente tecnológico penetrante, pero es más que solo una nueva tecnología es una filosofía de operación. Para entender esta tecnología se requiere de un entendimiento de los conceptos de manufactura, integración y la aplicación de las computadoras. [6]

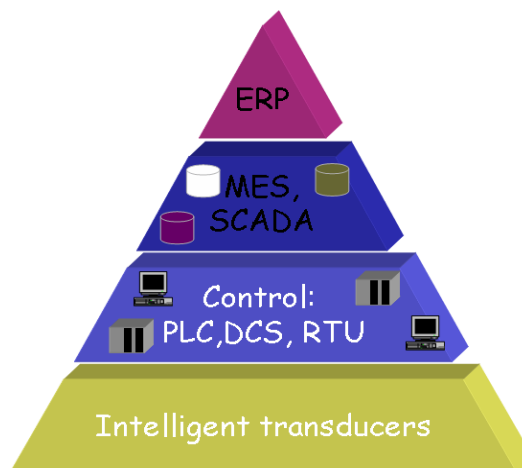


Figura 5. CIM [7]

1.3.1. Proceso e Instrumentación. Comprende el conjunto de subprocesos, instrumentos y maquinaria en general, con que se realizan las operaciones de producción en la empresa.



Figura 6. Proceso e Instrumentación [8]

En este nivel se toman las variables del proceso mediante sensores situados en él, y se actúa sobre él mediante elementos finales de control. Los sensores envían la información de las variables al nivel sistema de control, para que ejecute los algoritmos de control y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, envíe las órdenes oportunas a los actuadores. Por lo tanto, este nivel es el encargado de la comunicación de los diferentes controladores del nivel sistema de control con los dispositivos de campo. [6]

Los sensores son un instrumento utilizado en procesos, bien sea electrónico o mecánico el cual transforma señales ya sean físicas o químicas, llamadas señales de instrumentación en magnitudes eléctricas dependiendo el tipo del tipo de sensor que este captando la señal y de la necesidad. [9]



Figura 7. Sensores [10]

Detectores de Ultrasonidos	Los detectores de ultrasonidos resuelven los problemas de detección de objetos de prácticamente cualquier material.
Interruptores Básicos	Se consiguen interruptores de tamaño estándar, miniatura, subminiatura, herméticamente sellados y de alta temperatura. Los mecanismos de precisión se ofrecen con una amplia variedad de actuadores y características operativas.
Interruptores Final de Carrera	Es un conmutador de 2 posiciones con retorno a la posición de reposo y viene con un botón o con una palanca de accionamiento, la cual también puede traer una ruedita.
Interruptores Manuales	Estos son los sensores más básicos, incluye pulsadores, llaves, selectores rotativos y conmutadores de enclavamiento.
Sensores para Automoción	Estos sensores son de alta tecnología y constituyen soluciones flexibles a un bajo costo. Su flexibilidad y durabilidad hace que sean idóneos para una amplia gama de aplicaciones de automoción.
Sensores de Humedad	Estos sensores contienen un elemento sensible capacitivo en base de polímeros que interacciona con electrodos de platino.
Sensores de Temperatura	Los sensores de temperatura se catalogan en dos series diferentes: TD y HEL/HRTS. Estos sensores consisten en una fina película de resistencia variable con la temperatura (RTD) y están calibrados por láser para una mayor precisión e intercambiabilidad.
Sensores Magnéticos	Ofrecen una alta sensibilidad. Entre las aplicaciones se incluyen brújulas, control remoto de vehículos, detección de vehículos, realidad virtual, sensores de posición, sistemas de seguridad e instrumentación médica.

Tabla 1. Tipos Sensores [9]

Los sensores dependen de la aplicación y realmente abarcan una gama amplia, los sensores para detección de espacio más usados son los detectores de proximidad. En la *Tabla 1* podemos ver algunos de los sensores que son utilizados en la industria. [9]

a) Elementos de acondicionamiento. Las corrientes suministradas por los sistemas de control son reducidas, por lo cual se hace necesario para la manipulación de cargas de alto consumo, al igual que para aislar los elementos

de control de las cargas, elementos de acondicionamiento de señales y es aquí donde tienen lugar los relés. [11]

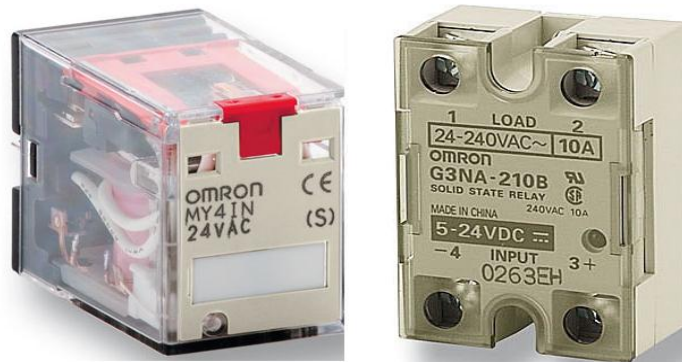


Figura 8. Relé Electromecánico - Relé de Estado Solido [12]

Su modo de operación se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando se energizan los contactos de la bobina y a través de ella comienza a circular una corriente, se produce un campo magnético que magnetiza el núcleo de ferrita, atrayendo el inducido y generando un cambio de estado en los contactos.

Existen diferentes tipos de relés, pero una de las grandes ventajas que se evidencian en el uso de los mismos, es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento y los circuitos controlados por los contactos, permitiendo que se puedan manejar grandes cargas con poca señal de control. [11]

- **Relés Electromecánicos.** Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna.
- **Relé de Estado Sólido.** Un relé de estado sólido SSR (Solid State Relay), es un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor.
- **Relé de Corriente Alterna.** La frecuencia ejercida sobre sus contactos, es el doble de la frecuencia con la que se excita la bobina.

- **Relé de Láminas.** Consiste en un electroimán que es excitado con la corriente alterna, atrayendo varias varillas sintonizadas para resonar a diferentes frecuencias de interés. [11]

1.3.2 Sistema de Control. En este nivel se encuentran los Controladores Lógicos Programables (PLC's), Unidades Terminales Remotas (RTU's), Controladores Industriales, Sistemas de Control Distribuido (DCS) y demás dispositivos electrónicos de control. En suma, constituyen los elementos de mando y control de la maquinaria del *nivel de proceso e instrumentación*.

Este nivel recibe y proporciona la *información de actuación directa* al *nivel de proceso e instrumentación*, y recibe y proporciona la *información de estado* al *nivel sistema SCADA*. Entre las funciones específicas de mayor relevancia de este nivel que se tiene es para capturar y digitalizar las señales estándares provenientes del nivel de proceso e instrumentación, convertir en señales estándares de instrumentación, mantener comunicación permanente con el nivel sistema SCADA, desde donde puede ser monitoreado y programada cada una de sus acciones, garantizar la seguridad y el control del Proceso entre otras. [6]

1.3.3. Sistema SCADA. Es el nivel de supervisión y control, en el que bien por medios humanos o informáticos, se realizan las siguientes tareas: Adquisición y tratamiento de datos, supervisión del control del proceso, control de obra en curso y gestión de alarmas y asistencias, entre otras. Dependiendo de la filosofía de control de la empresa, este nivel emite órdenes de ejecución al nivel sistema de control y recibe situaciones de estado de dicho nivel. Igualmente recibe los programas de producción, calidad, mantenimiento, etc., del nivel sistema MES y realimenta dicho nivel con las incidencias (estado de órdenes de trabajo, situación de máquinas, estado de la obra en curso, etc.) ocurridas en planta.

Se da el nombre de SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition ó Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo. No se trata de un sistema de control, sino de una utilidad software de monitorización ó supervisión, que realiza la tarea de interface entre el nivel sistema de control y el nivel sistema MES.

1.3.4. MES. Los sistemas MES (*Manufacturing Execution Systems*), ó Sistemas de Ejecución de Manufactura, son principalmente sistemas informáticos en línea que proporcionan herramientas para llevar a cabo las distintas actividades de la administración de la producción. [6]

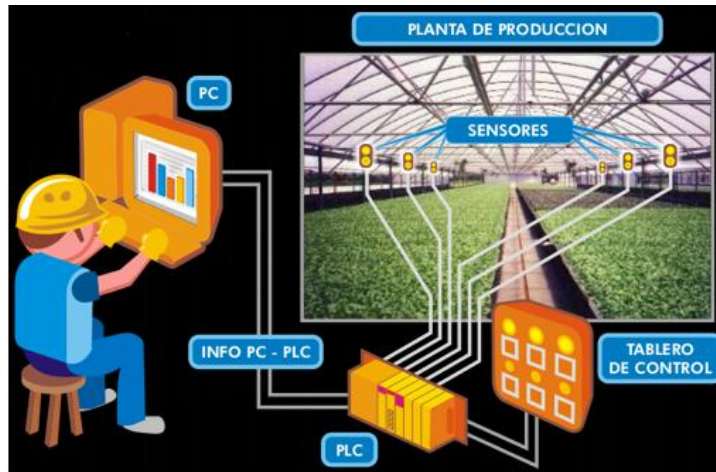


Figura 9. Sistema SCADA [13]

El Nivel MES generalmente está formado por los siguientes subconjuntos de programas (componentes):

a) Componentes de producción:

- **Gestor de órdenes de fabricación.** Edita, transfiere y monitorea las órdenes de fabricación.
- **Gestor de materiales.** Recopila en tiempo real toda la información relativa a los materiales y lleva a cabo la trazabilidad del producto en el proceso.
- **Gestor de personal.** Proporciona las funciones necesarias para la gestión del personal involucrado en el proceso de fabricación. Permite la división de los operarios en grupos y la asignación de turnos de trabajo.

b) Componente histórico: Captura los datos de la planta de producción proporcionados por el laboratorio y los almacena para realizar informes, certificaciones, estadísticas y monitoreo de rendimientos.

c) Componente laboratorio: Recoge las muestras de los productos para determinar su calidad y en función del resultado toma decisiones en relación con su aceptación, rechazo o reprocesamiento.

d) Componente gestión de especificaciones: Gestiona las especificaciones del producto establecidas por la empresa en un entorno que puede tener varias plantas de fabricación y varios idiomas. [6]

e) Componentes opcionales:

- **Planificador de la producción.**
- **Servidor.**
- **Gestor de informes.**

1.3.5. ERP (Planeación de los Recursos de la Empresa). En este nivel se lleva a cabo la gestión e integración de los niveles inferiores; considerando principalmente los aspectos de la empresa desde el punto de vista de su gestión global, tales como compras, ventas, comercialización, objetivos estratégicos, planificación a mediano y largo plazo, investigación, etc.

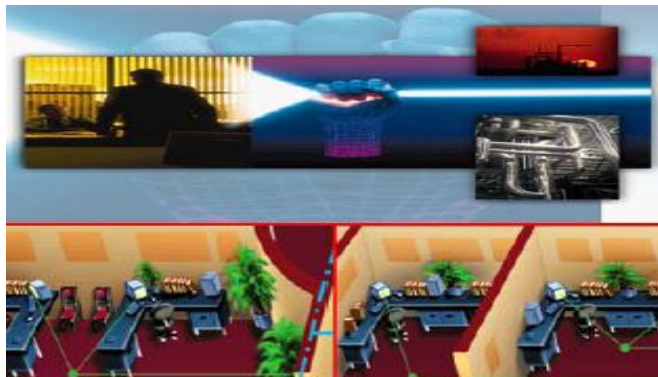


Figura 10. Sistema ERP. [6]

El nivel Sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), ó sistema de Planeación de Recursos Empresariales, hace parte de los niveles de gestión empresarial, donde además también se encuentran aplicaciones de negocio. Este nivel es de tipo corporativo, y aquí se realizan todas las tareas inherentes a la planeación de los recursos de la empresa, entre las que podemos encontrar:

- Gestión Comercial y de Marketing.
- Planeación Estratégica.
- Planeación Financiera y Administrativa.
- Gestión de Recursos Humanos.
- Ingeniería de Producto.
- Ingeniería de Proceso.
- Gestión Tecnológica.
- Gestión de Sistemas de Información. [6]

2. ARQUITECTURA DE AUTOMATIZACIÓN ALLEN-BRADLEY

2.1. HARDWARE DEL SISTEMA

La arquitectura de Allen-Bradley está constituida por un conjunto de controladores, desde el Controlador Lógico Programable (PLC) que se inventó hace casi 30 años a la tecnología más reciente incorporada altamente funcional el Controlador de Automatización Programable (PAC).

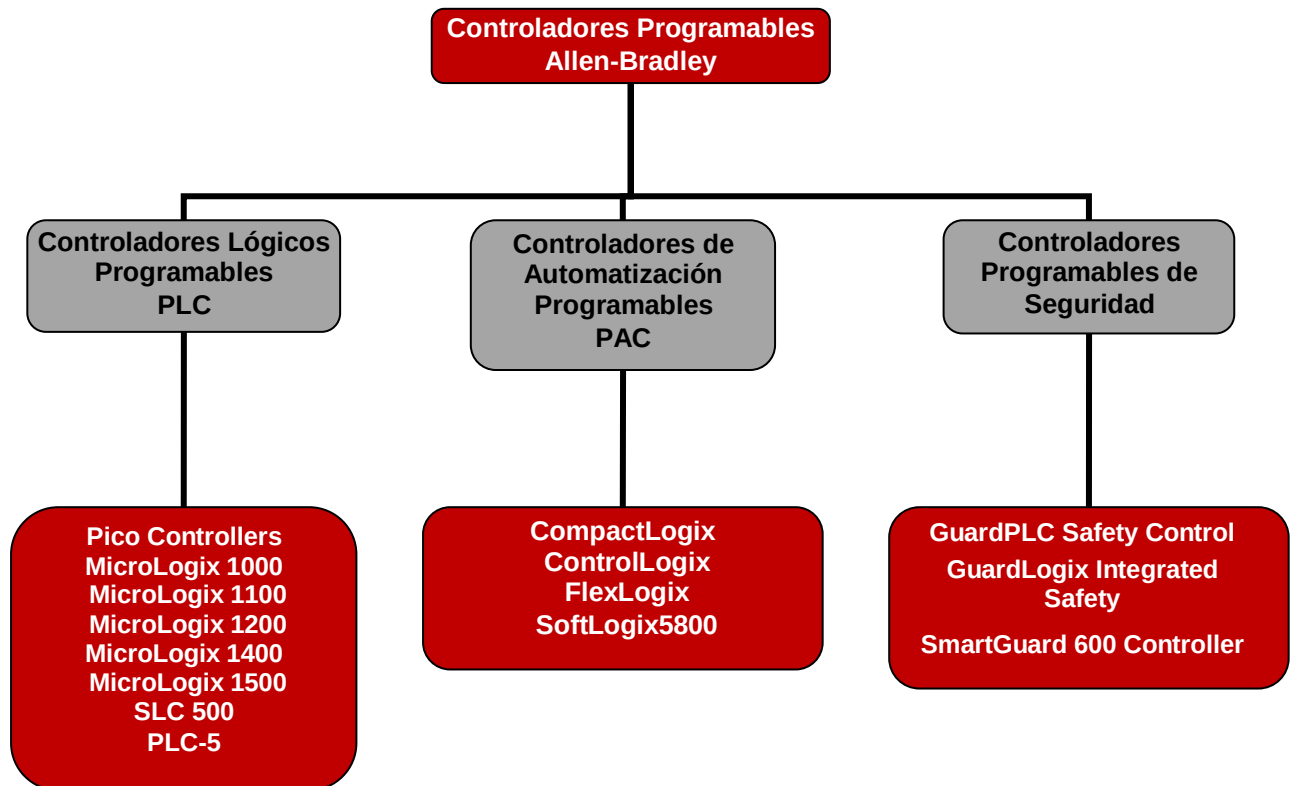


Figura 11. Controladores Programables AB [18]

2.1.1. Controladores

a) Controladores de Automatización Programables:

- **SoftLogix.** El controlador SoftLogix es un “controlador de software” basado en la plataforma Logix. El controlador SoftLogix integra en software las funciones de control normalmente incorporadas en un controlador programable dedicado y las ejecuta en un sistema operativo comercial. Este

controlador cuenta con una pantalla de chasis para mostrar los dispositivos del sistema. Todos estos dispositivos residen en un backplane virtual. El backplane virtual funciona como un verdadero backplane de hardware de modo que conecta los dispositivos del controlador y permite la conexión en puente. [14]



Figura 12. Tarjeta PCI del SoftLogix [14]

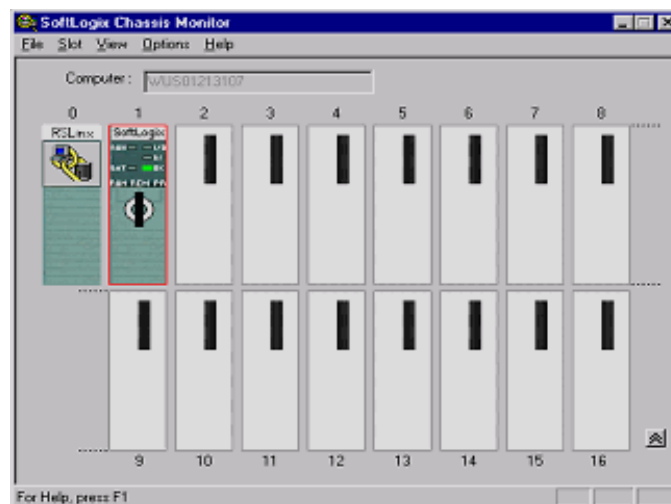


Figura 13. Chasis virtual del SoftLogix [14]

- **FlexLogix.** Un sistema FlexLogix proporciona un controlador programable de uso múltiple. Este puede distribuir E/S a lugares cercanos a los sensores y

actuadores que se estén utilizando. Puede conectarse a varios controladores FlexLogix en redes para el procesamiento distribuido.

Los controladores FlexLogix pueden comunicarse con los computadores (PC) o procesadores de otros controladores a través de RS-232-C (protocolo DF1/DH-485), DeviceNet, ControlNet y Ethernet/IP. Este controlador opta por un sistema operativo multitarea que soporta ocho tareas configurables que pueden ser priorizadas. Cada tarea puede tener hasta 32 programas, cada uno con sus propios datos locales y la lógica, permitiendo que las máquinas virtuales operen de forma independiente en el mismo controlador. [15]



Figura 14. FlexLogix [15]

- **CompactLogix.** Este controlador utiliza EtherNet/IP o ControlNet para comunicación de redes industriales incorporando una máquina simple o una aplicación en un sistema de control de toda la planta. El CompactLogix se divide en tres diferentes sistemas, el 1769-L23x, 1769-L3x y el 1769-L4x. [16]

El sistema *CompactLogix 1769-L23x* es un controlador compacto para aplicaciones más pequeñas de control a nivel de máquina. El controlador viene preconfigurado con combinaciones de E/S de contador de alta velocidad, analógicas y digitales incorporadas. [17]

El sistema *CompactLogix 1769-L3x* ofrece una solución *Logix* para aplicaciones de gama inferior a media. Por lo general, éstas son aplicaciones de control a nivel de máquina que requieren un número limitado de E/S y capacidades de comunicación limitadas.

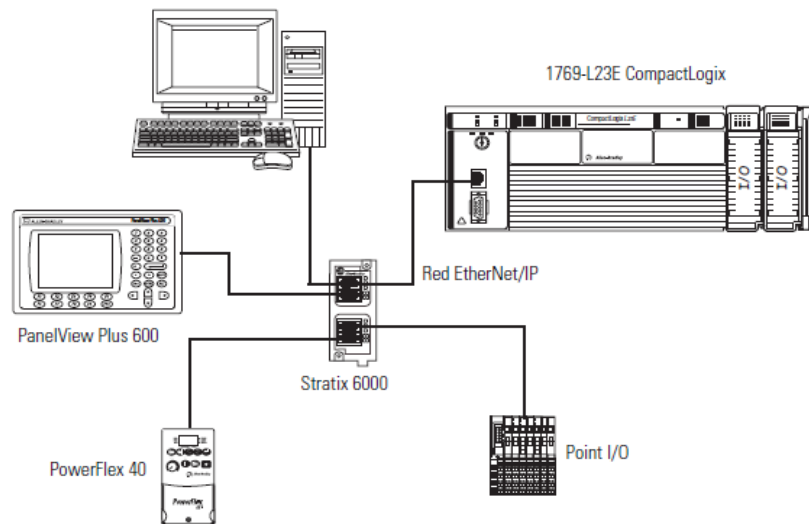


Figura 15. Controlador compacto con una red EtherNet/IP [16]

El sistema *CompactLogix 1768-L4x* está diseñado para aplicaciones con requisitos más complejos de control de movimiento, seguridad integrada y comunicaciones que el resto de los controladores CompactLogix. [17]



Figura 16. CompactLogix [16]

- **ControlLogix.** Este controlador proporciona una gran ventaja al ser capaz de manejar a una gran cantidad de puntos de E/S. En un mismo chasis se pueden colocar varios controladores con diferentes módulos de expansión. Al tener múltiples controladores en el mismo chasis se pueden comunicar entre ellos al igual que los controladores cuando se comunican a través de redes. Los controladores disponibles incluyen: controladores ControlLogix estándar, los controladores GuardLogix seguridad que se explicara más adelante de este capítulo, y los controladores ControlLogix-XT. [18]



Figura 17. ControlLogix Estándar [19]

Los ControlLogix estándar proporcionan una solución escalable al manejar gran cantidad de puntos de E/S, en cambio los ControlLogix-XT se caracterizan por tener revestimiento para ampliar de vida del producto en ambientes adversos y corrosivos pero igual que el ControlLogix estándar incluyen módulos de control y comunicación. [18]



Figura 18. ControlLogix-XT [20]

b) Controladores Lógicos Programables:

- **PLC-5.** Un sistema de control PLC-5 consiste, en un controlador programable y módulos de E/S en un único chasis con una fuente de alimentación eléctrica. Cada controlador PLC-5 ofrece puertos incorporados configurables para la conexión *Data Highway Plus* (DH+). Una conexión DH+ es compatible con acceso a información y programación remota, además brinda comunicación entre dispositivos similares entre PLC-5 y otros controladores y dispositivos de otros fabricantes. [21]

- **SCL 500.** Fue uno de los primeros controladores pequeños en el mercado que ofreció una amplia gama de funciones, y sigue siendo el patrón principal de controladores de lógica pequeños a más de diez años luego de su introducción. Es una plataforma robusta basada en chasis, lo cual permite que se pueda configurar el sistema autónomo o distribuido específico para el control confiable de la aplicación.

El SCL fue diseñado para adaptarse. Puede funcionar independientemente o conectado en red. Puede controlar una sola máquina o se puede distribuir ampliamente para las aplicaciones SCADA. [22]

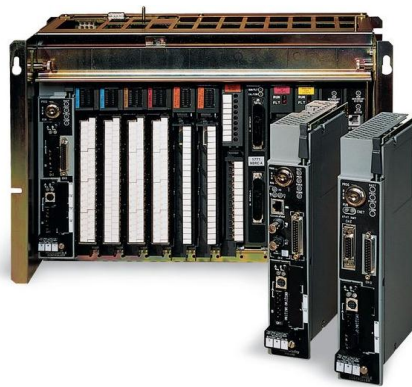


Figura 19. PLC-5 [23]

El uso de un SCL para hacer funcionar su aplicación le permite ampliar fácilmente las capacidades del procesador o añadir E/S conforme crezca el sistema. Y la plataforma SLC sigue creciendo. [22]



Figura 20. SCL 500 [22]

- **MicroLogix 1500.** El sistema MicroLogix 1500 es una plataforma de un controlador compacto con funciones y rendimiento de categoría mundial. Muchas de estas nuevas características permiten que este controlador

compacto pueda usarse en aplicaciones donde anteriormente se requerían controladores mucho más grandes. El controlador MicroLogix 1500 tiene un innovador diseño de dos piezas y medidas pequeñas. El procesador se reemplaza independientemente de la base, lo cual permite maximizar las opciones de E/S. [24]



Figura 21. MicroLogix 1500 [25]

- **MicroLogix 1400.** Los controladores MicroLogix 1400 pueden usarse en entornos industriales, específicamente, este equipo está diseñado para ser empleado en entornos limpios. Las principales características del MicroLogix 1400 son la comunicación por EtherNet/IP, edición en línea y una pantalla de cristal líquido incorporada. [26] [27]



Figura 22. MicroLogix 1400 [26]

Este PLC consta de tres puertos de comunicación incorporados que proporcionan capacidades superiores de comunicación. El MicroLogix 1400 ofrece un puerto combinado RS232C/RS485 aislado, un puerto RS232C no aislado y un puerto RJ-45 para transmisión de mensajes EtherNet/IP entre dispositivos similares. [26] [27]

- **MicroLogix 1200.** Este PLC incluye características y opciones diseñadas para gestionar una amplia gama de aplicaciones. Disponible en versiones de 24 y 40 puntos, el conteo de E/S puede ampliarse usando módulos de E/S sin rack. Esto ofrece como resultado sistemas de control más grandes, mayor flexibilidad de aplicación y capacidad de expansión a menor costo y con un inventario reducido de piezas. [28]



Figura 23. MicroLogix 1200 [28]

- **MicroLogix 1100.** Este PLC cuenta con un puerto EtherNet/IP, con 10 entradas digitales, 2 entradas analógicas y 6 salidas digitales. Los controladores MicroLogix 1100 también aceptan E/S de expansión hasta cuatro módulos proporcionando flexibilidad de aplicación y compatibilidad con hasta 80 E/S digitales.

La pantalla LCD incorporada permite al usuario monitorear los datos dentro del controlador, modificar opcionalmente dichos datos e interactuar con el programa de control. El programa de usuario puede usar una nueva instrucción para enviar, y opcionalmente recibir, información a través de la pantalla LCD, proporcionando interacción del programa en tiempo real. La pantalla de inicio configurable por el usuario le permite personalizar el controlador para identificar la máquina en la cual se usa, el diseñador del sistema de control o el nombre de la compañía que lo usa. [29]

- **MicroLogix 1000.** Este PLC es pequeño y económico que ofrecen varias configuraciones de E/S y están disponibles en 17 modelos diferentes. Los controladores MicroLogix 1000 son ideales para espacios reducidos que requieren hasta 32 puntos de E/S. Tiene un canal de comunicación RS-232 permite conectividad simple a una computadora personal para carga,

descarga y monitoreo del programa usando múltiples protocolos. También cuenta con una La memoria EEPROM incorporada que retiene toda la lógica de escalera y los datos si el controlador sufre una interrupción de la alimentación eléctrica, eliminando la necesidad de batería de respaldo o un módulo de memoria separado. [28]



Figura 24. MicroLogix 1100 [29]



Figura 25. MicroLogix 1000 [28]

- **Pico Controller.** Esta familia Pico de nano-PLC es la más pequeña con la que cuenta Allen-Bradley, puede realizar una lógica simple de tiempo, contadores, y operaciones de reloj en tiempo real. Pico es ideal para aplicaciones de reemplazo de relevo, aplicaciones simples de control, como la construcción y la iluminación estacionamiento, y aplicaciones en las que el costo es un problema de diseño primario. [30]



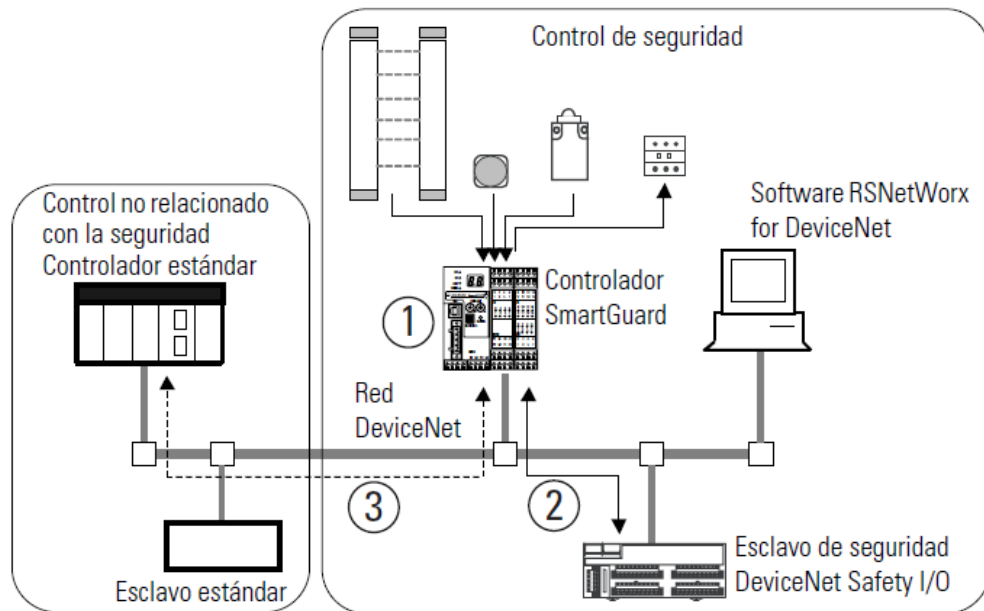
Figura 26. Pico Controller [31]

c) Controladores programables de seguridad:

- **SmartGuard 600.** El controlador SmartGuard 600 es un sistema electrónico programable que ofrece 16 entradas digitales, 8 salidas digitales, 4 fuentes de impulso de prueba y conexiones para comunicaciones USB y DeviceNet. El controlador SmartGuard 600 admite comunicaciones estándar y CIP a través de redes DeviceNet. 1. [32]



Figura 27. SmartGuard 600 [33]



F

Figura 28. Ejemplo de Sistema de Control de Seguridad del Controlador SmartGuard 600 [32]

- **GuardLogix.** El sistema controlador GuardLogix está certificado para su uso en el nivel de rendimiento, entre los requisitos de las aplicaciones de seguridad que incluyen la evaluación de la probabilidad de las tasas de fallo en los ajustes del tiempo de reacción del sistema y las pruebas de verificación de funcionamiento. [34]

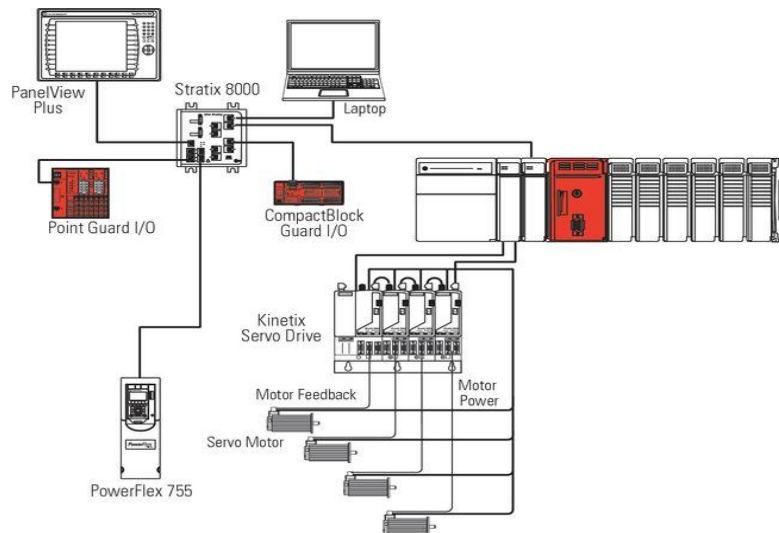


Figura 29. Ejemplo de Configuración de un sistema Compact GuardLogix [34]



Figura 30. Compact GuardLogix [35]

- **GuardPLC.** El sistema electrónico programable GuardPLC es relacionado con la seguridad, basado en el *microprocesador 1002* estructurado de un módulo central. Este sistema ha sido diseñado para el principio de corriente de circuito cerrado, en donde se requiere que los sistemas se diseñarán de modo 'normalmente cerrado' o "sobre" el estado de los sensores y actuadores externos. [36]

A pesar de ser pequeño, cumple con todos los requisitos para ser utilizado como sistema de control con el nivel de integridad de seguridad más alto (. Este PLC cuenta con una fuente de alimentación eléctrica, una CPU, un temporizador de control, entradas digitales, salidas digitales, contadores y puertos de comunicaciones. [37]



Figura 31. GuardPLC 1200 [38]

El GuardPLC 1600 incorpora un conmutador Ethernet y puntos digitales. Este controlador es uno de los PLCs más rápidos de seguridad en la industria. Su tiempo medio entre fallos excepcionalmente elevados contribuye a aumentar la seguridad y fiabilidad de su sistema. [37]



Figura 32 y 33. GuardPLC 1600 - 1800 [38]

El GuardPLC 1800 tiene las mismas características que el GuardPLC 1600 con controlador de E/S adicional, incluyendo E/S analógicas y de alta velocidad contadores para aplicaciones especiales. [39]

El controlador GuardPLC 2000 está formado por un rack, alimentación eléctrica, una CPU con puertos de comunicaciones y módulos de E/S. GuardPLC 2000 se suele utilizar en aplicaciones de control de quemadores y prensas. [37]



Figura 34. GuardPLC 2000 [38]

2.1.2. Módulos de ampliación

Para todos los controladores programables existen diferentes módulos de ampliación y con base a lo que se requiera se elige los módulos se necesitan para la aplicación específica del proceso o control.

- **Módulos de ampliación de los Controladores de Automatización Programables:**
 - **CompactLogix.** Los módulos *1769 Compact I/O* se puede utilizar como E/S locales y distribuidas para un controlador CompactLogix o MicroLogix 1500. Cada módulo de E/S incluye un bloque incorporado con terminales extraíbles para las conexiones de sensores y actuadores. [40]

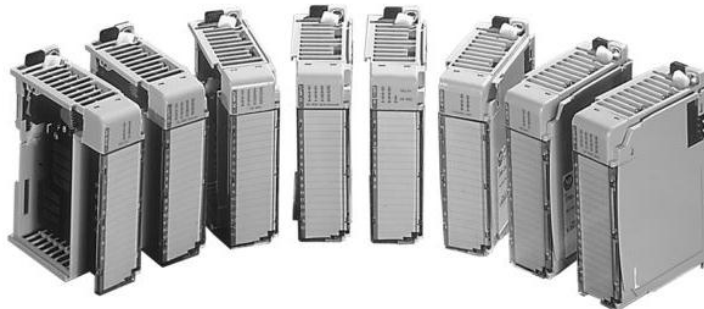


Figura 35. Módulos 1769 [41]

- **ControlLogix.** La arquitectura ControlLogix ofrece una amplia gama de aplicaciones de módulos de entrada y de salida para abarcar muchos procesos de alta velocidad digital para control. Mediante el modelo de red de productor/consumidor, pueden facilitar información cuando se precisa y proporcionar funciones de sistema adicionales. Ver Anexo 1. [42]
- **Módulos de ampliación de los Controladores Lógicos Programables:**
 - **PLC-5.** Los módulos de E/S digitales tienen circuitos de E/S con una interfaz para el encendido y apagado de sensores tales como pulsadores e interruptores de límite; y actuadores on/off tales como los arrancadores de motor, indicadores pilotos y avisos. Los módulos de E/S analógicos realizan conversiones A/D y D/A de las entradas para enlazar directamente las señales analógicas en la tabla de datos PLC tomando valores mediante una resolución de hasta 16-bits. [44]



Figura 36. Módulo 1756 [43]

- **SLC 500.** Los módulos de E/S están disponibles en una amplia gama de densidades que incluyen 4, 8, 16 y 32 puntos y pueden interconectarse con niveles de voltaje de CA, CC y TTL. Los módulos de salida están disponibles con CA de estado sólido, CC de estado sólido y salidas de tipo de contacto de relés. Para mayor flexibilidad, los módulos combinados también están disponibles en versiones de 2 entradas/2 salidas, 4 entradas/4 salidas y 6 6 entradas/6 salidas. [45]

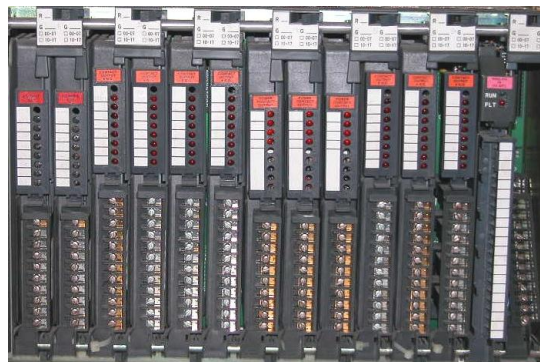


Figura 37. Módulos 1771 [46]

- **Micrologix 1500.** Este PLC utiliza exactamente los módulos compactos 1769 igual que el CompactLogix. [47]

PAC/PLC	Módulos de E/S Digitales	Módulos de E/S Analógicas	Módulos de E/S Especiales.
CompactLogix - Micrologix 1500	-Módulos compactos digitales de E/S de AC. -Módulos compactos digitales de E/S de DC. -Módulos de combinación compacta Digital DC. -Módulos Digitales Compactas contacto de salida.	-Módulos de E/S compactos analógicos de voltaje y corriente. -Módulo compacto de entradas de termopar y RTD. -Módulos de combinación compacta analógica.	-Módulo de reserva de dirección. -Módulo ASCII. - Módulo ERCOS -Módulo contador de alta velocidad. -BOOLEAN Modulo de Control
ControlLogix	-Módulos E/S digitales de AC. -Módulos E/S digitales de DC.	-Módulos de E/S analógicos de voltaje y corriente. -Módulo de entradas de termopar y RTD. -Módulos de combinación compacta analógica.	-Módulo metro de flujo configurable. -Módulo contador de alta velocidad. -Módulo SERCOS -Módulo de conmutación límite programables.
PLC-5	-Módulos E/S digitales de AC. -Módulos E/S digitales de DC. -Módulos de combinación DC Digital.	-Módulos de E/S analógica. -Módulos de combinación analógica.	- Módulo contador de alta velocidad. -Módulo encoder Gray. -Módulo servocontrolador. -Módulo control de fuerza. -Módulo control PID.
SLC 500	-Módulos E/S digitales de AC. -Módulos E/S digitales de DC. -Módulos de salida de contacto digital.	-Módulos de E/S analógica. -Módulo compacto de entradas de termopar y RTD.	-Módulos de E/S de Control de Proceso. -Módulos de E/S de Posicionamiento.
Micrologix 1400-1200 1100	-Módulos E/S digitales. - Módulos de combinación digital.	- Módulos E/S Analógicas	- Módulos de RTD's y termocuplas.

Tabla 2. Clases de Módulos Allen-Bradley
[40][49][50]



Figura 38. Módulos 1746 [48]

- **Micrologix 1400.** Los módulos de expansión de E/S MicroLogix son compatibles con los controladores MicroLogix 1100, MicroLogix 1200 y MicroLogix 1400. Su funcionalidad es muy parecida a los 1769 la diferencia es en la capacidad de entradas y salidas de los módulos. [51]



Figura 39. Módulos 1762 [51]

- **Hardware POINT I/O distribuido.** El sistema POINT I/O es una familia de módulos de entrada/salida modulares. Lo utiliza también la gama del ControlLogix. Esta solución le permite especificar precisamente la cantidad apropiada de E/S para las necesidades de aplicación. El sistema POINT I/O es perfecto para las industrias en que la flexibilidad y el bajo costo de equipo adquirido son esenciales para el diseño y operación de sistemas de control. En el capítulo tres se detallara más a fondo sobre este modulo de ampliación. [52]

2.1.3. Elementos de Comunicación

a) Redes NetLinx. La arquitectura NetLinx ha sido creada específicamente para aplicaciones industriales, proporcionando la capacidad de controlar, configurar y obtener datos sobre una única red, simplificando así la comunicación de elementos en una planta.

El Protocolo Industrial Común (CIP) es un componente importante dentro de la arquitectura de red abierta NetLinx ofreciendo las siguientes características:

- 1)** Servicios comunes de control: Proporciona un conjunto estándar de servicios de mensajería para las tres redes dentro de la arquitectura NetLinx. [54]
- 2)** Servicios comunes de comunicación: Permite conectarse a cualquier red y también configurar y recolectar datos de cualquier red común de enrutamiento.
- 3)** Base de conocimiento común: Reduce la cantidad de formación necesaria cuando se trasladan a diferentes redes dentro de la arquitectura NetLinx por proporcionar herramientas de configuración y características similares.
- 4)** Todas las redes NetLinx (DeviceNet, ControlNet y EtherNet/IP) está basado en Protocolo Industrial Común (CIP), por lo que hablan un lenguaje común y comparten un conjunto universal de servicios de comunicación.
- 5)** La red *ControlNet* inteligentemente permite que los dispositivos de control de alta velocidad comparta la información necesaria para el control de supervisión, el trabajo de las células coordinación de interface de operador, configuración de dispositivos remotos, programación y resolución de problemas.
- 6)** La red *EtherNet/IP* es un estándar abierto de redes industriales que admite los mensajes implícitos y explícitos de uso comercial en los medios de comunicación fuera del equipo Ethernet disponibles. [54]

A continuación se muestra cada uno de los componentes de la red Netlinx:

- **Red DeviceNet.** La creación de redes abiertas reduce costo y tiempo requerido para conectar e instalar dispositivos de automatización industrial, mientras se proporcione la intercambiabilidad de componentes de múltiples

proveedores. Esta red industrial que permite conectar en red y administrar a distancia una amplia variedad de dispositivos lo cual permite integrar desde autómatas programables y E/S remotas hasta convertidores de frecuencia y servomotores, pasando por sensores de fibra óptica y equipos de visión artificial, lo que lo convierte en uno de los mejores buses de campo del sector industrial. [54]

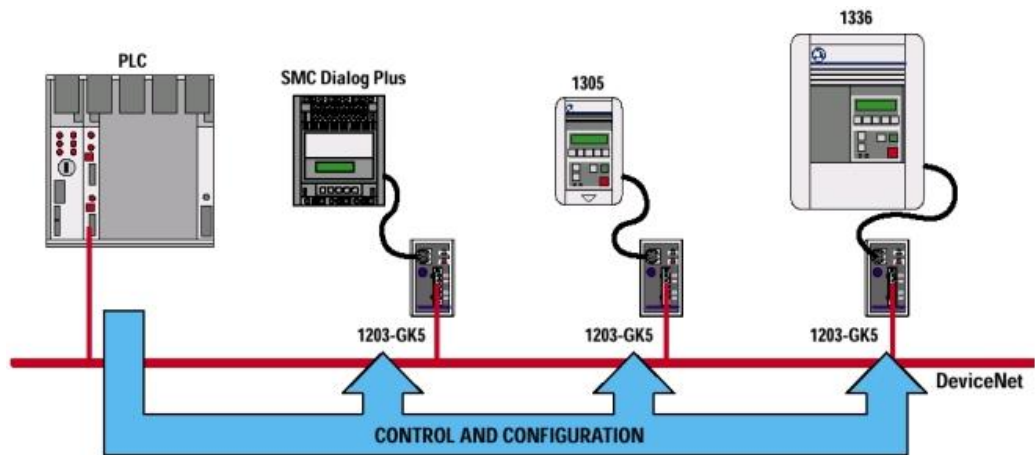


Figura 40. Conexión típica de una red DeviceNet [55]

- **Red ControlNet.** La red ControlNet es una red de control en tiempo real que proporciona alta velocidad de transporte tanto de tiempo crítico de E/S y los datos de enclavamiento, datos de mensajes incluidos los de carga/descarga de la programación y los datos de configuración en un solo medio de comunicación en un enlace físico. Esta red es de alta eficiencia de transferencia de datos significativamente en la capacidad de mejorar el rendimiento de E/S y de igual a igual comunicación en cualquier sistema o aplicación donde se utiliza. Las principales características de una red ControlNet son:

- 1) Se comunica a múltiples redes distribuidas de DeviceNet.
- 2) Tiene alta velocidad en las redes de E/S.
- 3) La comunicación se hace por fibra óptica para el aislamiento del ruido y obtener distancias hasta 20 km.
- 4) La opción de utilizar una conexión tipo anillo con la fibra óptica da la flexibilidad adicional de topología.

- 5) La red ControlNet soporta una variedad de topologías, incluyendo troncal/*dropline*, estrella, árbol y el anillo.
- 6) Tiene la opción de seguridad intrínseca que permite instalar una red ControlNet en lugares peligrosos y explosivos. [54]

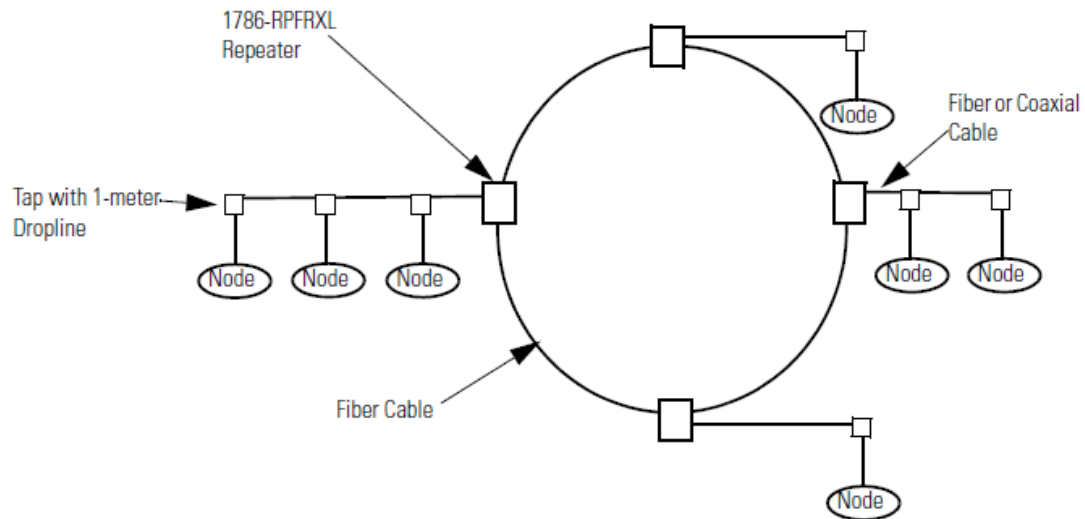


Figura 41. Ejemplo de una topología de anillo de un sistema ControlNet [54]

- **Red Ethernet/IP.** La red EtherNet/IP ofrece un conjunto completo de control, configuración y datos, servicios de “recogido” por el Protocolo Industrial Común (CIP), utilizando los protocolos elaborados por el Internet (TCP/IP y UDP). El EtherNet/IP utiliza el protocolo TCP/IP general para la mensajería y servicios de intercambio de información y UDP / IP para E/S servicios de mensajería para aplicaciones de control. La aplicación del protocolo de seguridad CIP permite la transmisión simultánea de seguridad y de datos estándar de control y la información de diagnóstico sobre una plataforma de una red EtherNet/IP. La red EtherNet/IP utiliza fácilmente los medios de comunicación disponibles, cumpliendo con los estándares IEEE 802.3/TCP/UDP/IP y sus convenciones. [54]

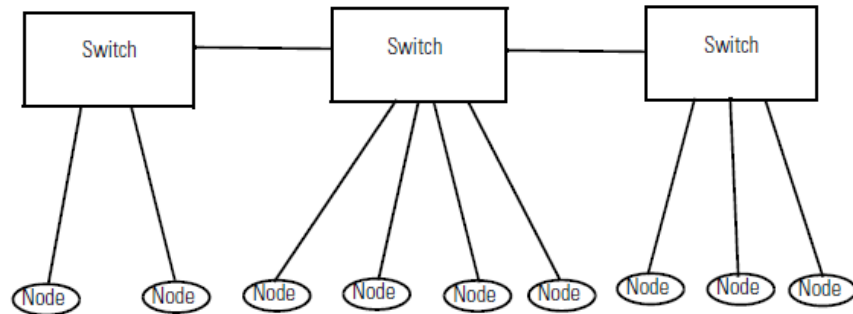


Figura 42. Ejemplo de una topología estrella para EtherNet/IP [54]

Se puede monitorear y controlar las aplicaciones con interfaces de control e interfaces de operador. Existen diferentes módulos de comunicación para cada una de las redes de NetLinx. Ver Anexo 2. [54]

b) Switches Ethernet. El desarrollo y despliegue de Ethernet en el área de planta y por toda la empresa, han estimulado la convergencia de redes así como la convergencia organizacional y cultural de organizaciones de tecnología informática y fabricación se ha relacionado en la creación de tendencias de tecnologías en torno al Ethernet. El switch Ethernet Stratix es una de esas tendencias. El Stratix es un conmutador industrial diseñado para ayudar a facilitar la convergencia de redes. Ver Anexo 2. [56]



Figura 43. Switch Ethernet Stratix [56]

c) Foundation Fieldbus. Tiene la capacidad de comunicación bidireccional totalmente digital junto con los dispositivos inteligentes disponibles hoy en día, los operadores pueden reconocer los errores de proceso con más rapidez y responder con mayor precisión. Se pueden llevar múltiples variables de cada dispositivo al sistema de control de la planta para archivarlas, analizar las

tendencias, estudiar la optimización del proceso y generar informes en tiempo real. Con este dispositivo se pueden ejecutar lazos de control en un controlador Logix o en los dispositivos Fieldbus. Ver Anexo 3. [57]



Figura 44. Modulo para la comunicación *Foundation Fieldbus* [57]

En el Anexo 4. Se podrá ver un resumen de los tipos de comunicación que existen en la arquitectura de Allen-Bradley.

2.2. FIRMWARE DEL SISTEMA

Es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo no volátil (ROM, EEPROM, flash), que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo, el cual realiza la comunicación entre el software y el hardware para que el dispositivo electrónico funcione de la mejor forma.

Al estar integrado en la electrónica del dispositivo es en parte hardware, pero también es software, ya que proporciona lógica y se dispone en algún tipo de lenguaje de programación. Funcionalmente, el firmware es el intermediario (interfaz) entre las órdenes externas que recibe el dispositivo y su electrónica, ya que es el encargado de controlar a ésta última para ejecutar correctamente dichas órdenes externas.

Encontramos *Firmware* en memorias ROM de los sistemas de diversos dispositivos periféricos, como en monitores de video, unidades de disco, etc. En la industria PAC's, PLC's, etc., pero también en los propios microprocesadores, chips de memoria principal y en general en cualquier circuito integrado.

Un firmware actualiza un dispositivo y en algunos casos amplía sus características. Normalmente, los fabricantes realizan los firmwares de sus

productos para corregir errores graves y leves, pero en ciertas ocasiones mejoran o añaden funciones. La mayoría de dispositivos de Allen-Bradley cuentan con la facilidad de instalar el firmware y se puede descargar desde la página web las veces que sea necesario. [58]

2.3. SOFTWARE DEL SISTEMA

a) **RSLinx.** Es un servidor de comunicación que proporciona una conectividad completa para una amplia variedad de aplicaciones de software. Permite que el controlador programable acceda a una amplia variedad de aplicaciones de *Rockwell Software*. Entre estas aplicaciones se incluyen desde aplicaciones de configuración y programación tales como *RSLogix* y *RSNetWorx* hasta aplicaciones HMI como *RSView32*, hasta sus propias aplicaciones de adquisición de datos mediante *Microsoft Office* o *Visual Basic*. Además, RSLinx Classic utiliza técnicas de optimización de datos avanzadas y dispone de una serie de diagnósticos. RSLinx Classic está disponible en cinco versiones que satisfacen diversos requisitos de funciones. [59]

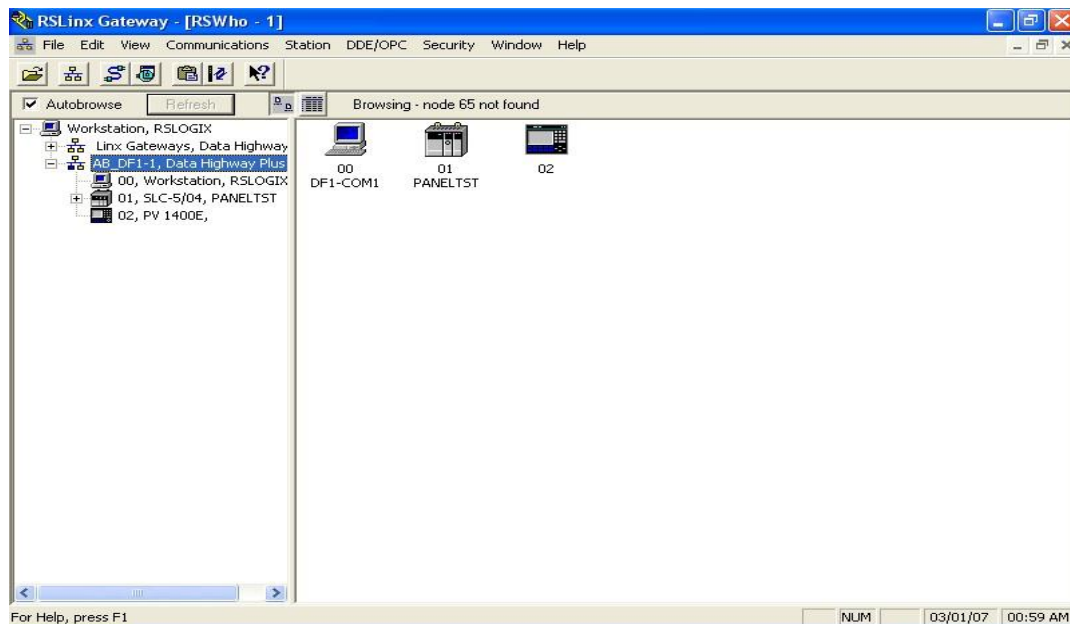


Figura 45. Entorno de configuración RSLinx [59]

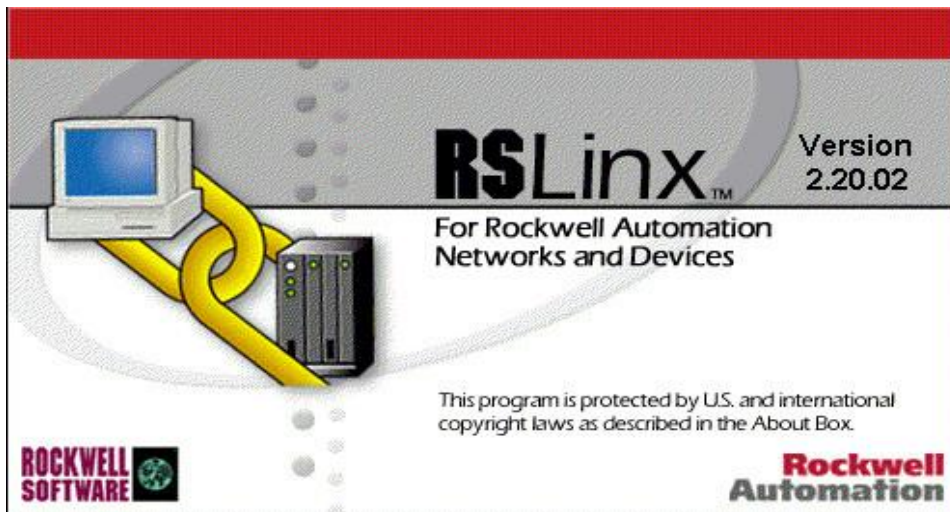


Figura 46. RSLinx [59]

b) RSLogix.

- **RSLogix 5.** Este software es especial para la programación de los PLC-5. Los archivos de programa en RSLogix 5 se pueden ver en varios lenguajes de lógica que existen. La aplicación lógica también se puede ver simultáneamente con la Dirección/Símbolo de la base de datos, en una tabla de datos múltiple. [60]
- **RSLogix 500.** Este software es especial para la programación de las demás gamas de PLC's como el SLC-500 y MicroLogix. Es más avanzado al ofrecer productividad y flexibilidad a la hora de programar. Está destinado a la creación de los programas del autómatas en lenguaje lógico de escalera (*Ladder*). Incluye editor de *Ladder* y verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. [61]
- **RSLogix 5000.** Es el software que permite configurar, programar y supervisar el funcionamiento de los PAC's Logix como el ControlLogix y el CompactLogix. Proporciona la lógica de escalera, texto estructurado, diagrama de bloques de función secuencial y editores de diagrama de funciones para el desarrollo del programa, así como el apoyo para el modelo de equipos, estado de fase de lotes y control de maquinaria. [62]

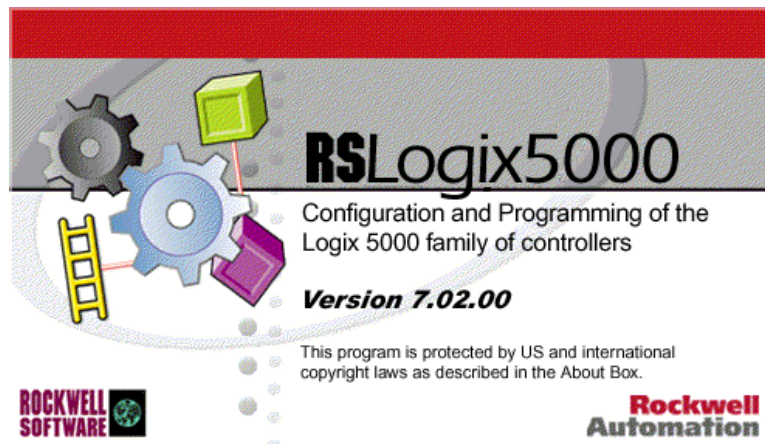


Figura 47. RSLogix 5000 [62]

- **RSLogix Architect.** Provee un entorno de diseño para la optimización de gestión de la ingeniería reutilizable en múltiples sistemas de controladores de automatización ayudando a simplificar la dispersión y la gestión de sistemas de control en una planta reduciendo el tiempo de diseño y minimizando los errores que se pueda cometer cuando se instale el controlador y sus módulos de expansión. [63]

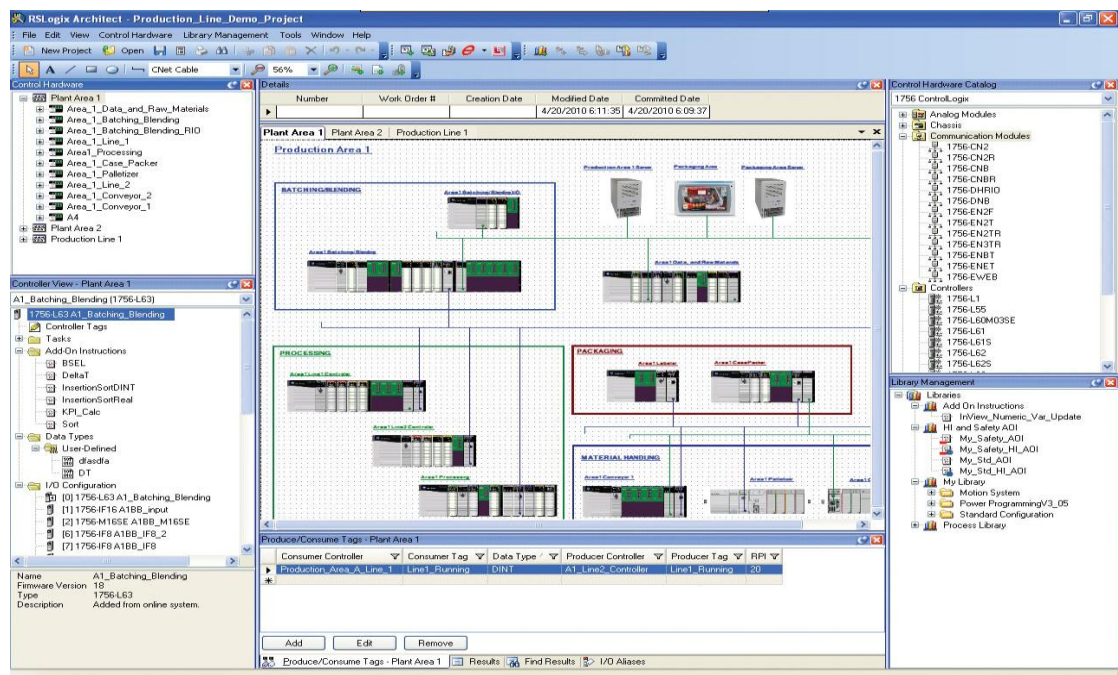


Figura 48. Entorno RSLogix Architect [63]

- **RSLogix Emulate.** Es una herramienta de ingeniería de escritorio que puede emular un controlador Logix. Se puede usar en combinación con el software RSLogix 5, 500 o 5000 para ejecutar y probar el código de aplicación sin necesidad de conectarse al hardware físicamente. [64]
- c) **RSNetWorx.** Esta herramienta de diseño y configuración de servicios de gestión para ControlNet, DeviceNet y Ethernet/IP permite definir y configurar los dispositivos de la red de forma rápida a través de esta interfaz de software. [65]

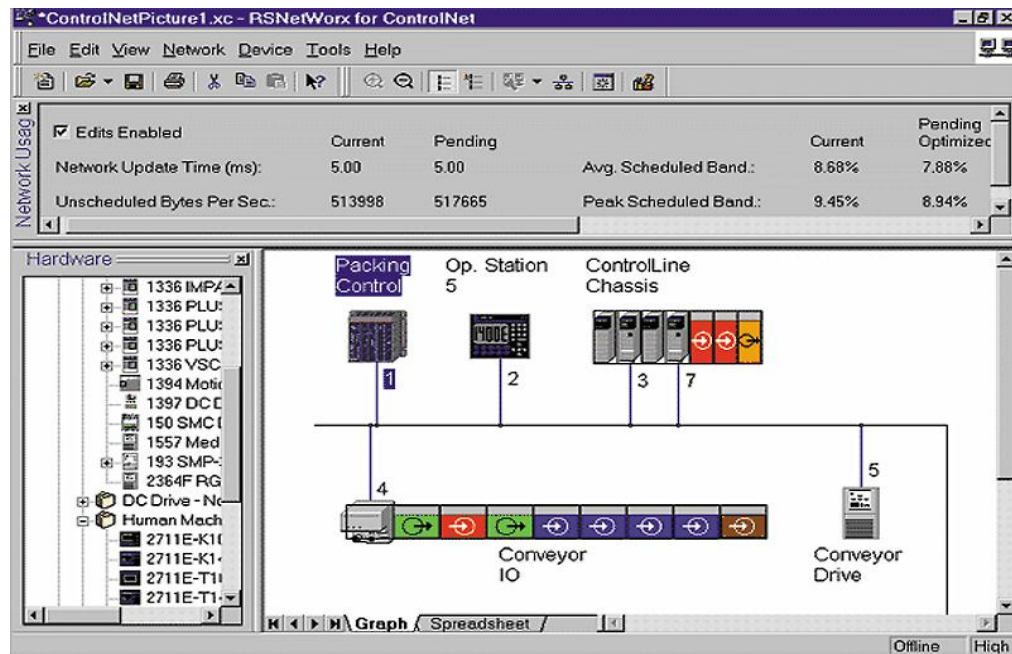


Figura 49. Entorno del RSNetWorx [65]

- d) **RSView32.** Es una interface de operador hombre-máquina integrado para monitorear y para controlar procesos y máquinas de automatización. Su versatilidad se hace patente en la integración transparente con otros productos de *Rockwell Software* y *Microsoft*, así como con aplicaciones de otros fabricantes. [66]

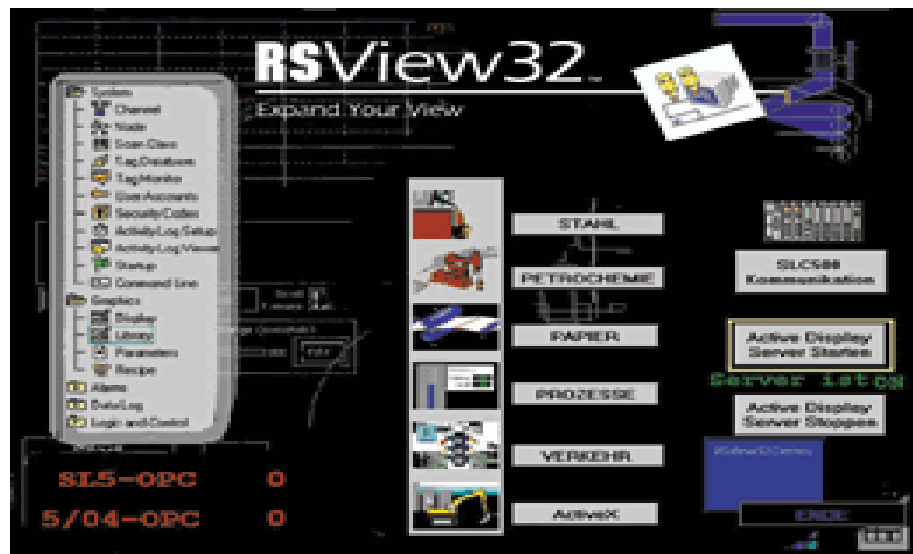


Figura 50. RSView32 [66]

e) **FactoryTalk View.** Esta interface da soluciones de monitoreo y control diseñadas para abarcar desde aplicaciones autónomas a nivel de máquina hasta aplicaciones a nivel supervisor de múltiples servidores, múltiples clientes y HMI de usuarios múltiples. FactoryTalk View incluye FactoryTalk View SE y FactoryTalk View ME son software diseñados con un aspecto y navegación comunes para ayudar a acelerar el desarrollo de la aplicación de HMI. [67]

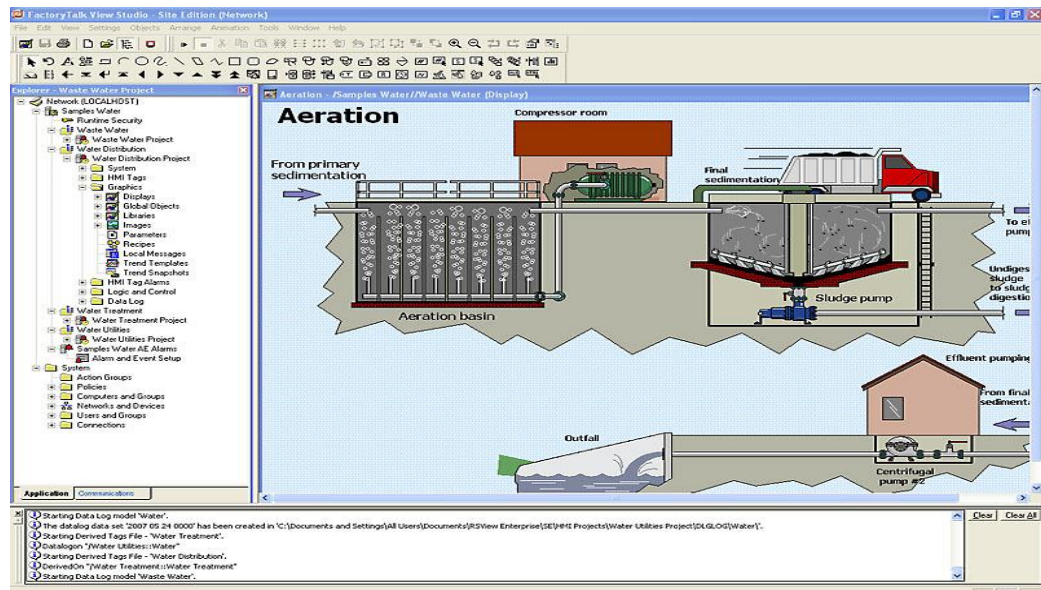


Figura 51. Entorno FactoryTalk View Studio [67]

3. SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO: CONTROLLOGIX

3.1. INTRODUCCION AL CONTROLLOGIX.

Muchos de los métodos y de las técnicas de diagnóstico usados en la plataforma *ControlLogix* son versiones mejoradas de técnicas y diseños incorporados con anterioridad en las plataformas PLC de Allen-Bradley a lo largo de las tres últimas décadas.

Los diagnósticos y las rutinas de autocomprobación realizados por sistemas basados en un microprocesador han sido objeto de grandes avances a lo largo de los años. Los controladores programables tales como *ControlLogix* pueden programarse y configurarse para realizar comprobaciones en todo el sistema, inclusive en su configuración, cableado y rendimiento, así como para monitorear los detectores y los dispositivos de salida. [68]

3.1.1. Sistema ControlLogix. La plataforma ControlLogix es un control modular de alto rendimiento idóneo para toda combinación de controles secuenciales de proceso y de movimiento, también permite crear combinaciones ilimitadas de múltiples procesadores, redes y E/S, lo cual proporciona buena capacidad de escalado y la segmentación fácil de aplicaciones. [69]

El sistema ControlLogix es la última generación de controladores programables de *Rockwell Automation*. Inherentes a su diseño e implementación se encuentran varias características que reemplazan todo lo ofrecido en las arquitecturas anteriores. Una de las características más significativa que tiene la arquitectura es la implementación del modelo de comunicación productor/ consumidor (P/C) entre el controlador y la E/S. Los módulos de entrada “producen” datos, mientras que el controlador y los módulos de salida “producen” y “consumen” datos. [70]

La arquitectura ControlLogix proporciona una amplia gama de módulos de entrada y salida que abarca muchas aplicaciones desde las E/S discretas hasta el control de procesos. También se puede usar el sistema como *Gateway* Incluyendo los módulos de comunicación necesarios para la conectividad a otras redes que se encuentren en el NetLinx y Fieldbus. [69]

La información de identificación de los módulos, el estado de la comunicación, los códigos de fallo y a través del uso de módulos diseñados específicamente, los diagnósticos de campo ahora pueden recuperarse desde el sistema de E/S como parte del conjunto de características estándar del modelo de comunicaciones productor/consumidor. [70]

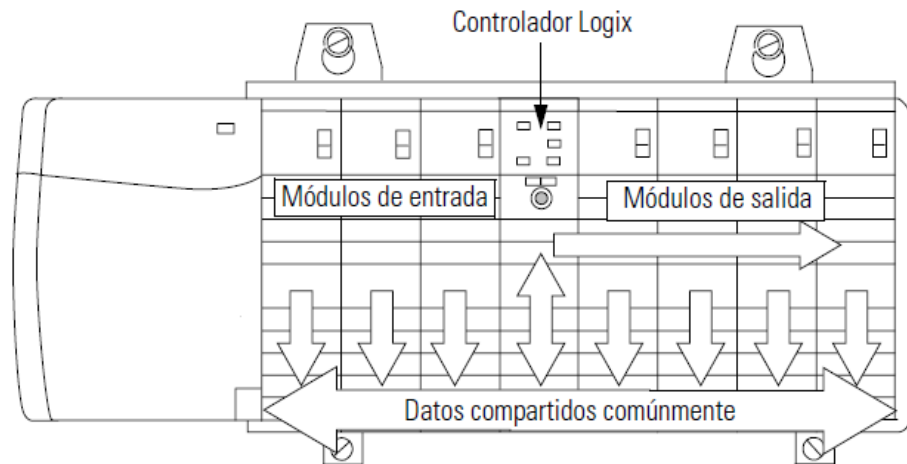


Figura 52. Modelo de comunicaciones productor/consumidor [70]

Los controladores ControlLogix tienen la memoria separada en dos secciones aisladas de datos desde el backplane. Esta CPU funciona independientemente de la CPU Logix, por lo tanto envía y recibe información de E/S de manera asíncrona a la ejecución del programa. Ver figura 53. [71]

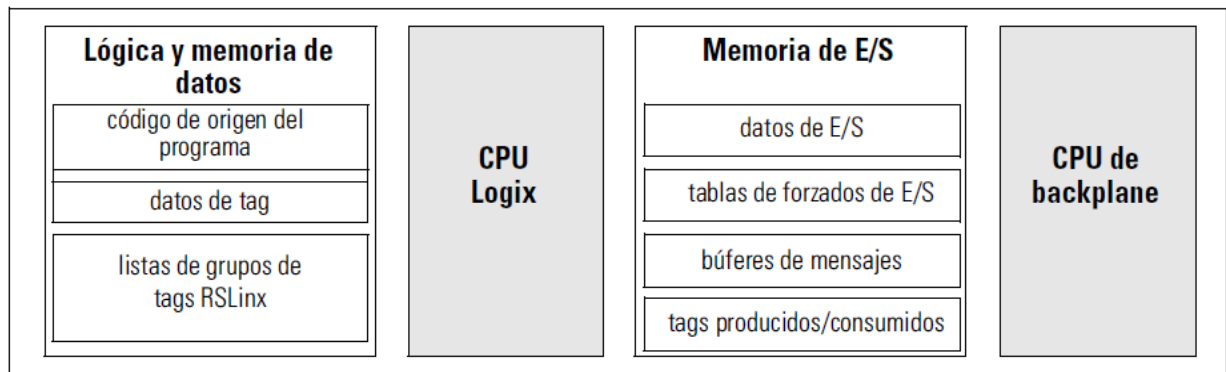


Figura 53. Memoria ControlLogix [71]

El sistema operativo del controlador es un sistema que permite la priorización de tareas en la memoria donde proporciona:

- **Tareas para configurar la ejecución del controlador.** Una tarea suministra la información de programación y prioridad acerca de un conjunto de uno o más programas. Las tareas se pueden configurar como continuas, periódicas o por evento.
- **Programa para agrupar los datos y lógica.** Una tarea contiene programas, cada uno con sus propias rutinas y *tags* cubiertos por el programa. Una vez que se activa una tarea, todos los programas asignados a la tarea se ejecutan en el orden en el cual están listados en el *Controller Organizer*.
- **Rutinas para encapsular el código ejecutable escrito en un solo lenguaje de programación.** Las rutinas contienen el código ejecutable. Cada programa tiene una rutina principal, la cual es la primera rutina que se ejecuta en un programa, como por ejemplo usando la instrucción *Jump to Subroutine* (JSR) se puede llamar a otras rutinas. [71]

a) Formas de Programación.

- **Programación de lógica de escalera.** La lógica de escalera (*Ladder*) se organiza como los renglones de una escalera y las instrucciones se colocan en cada renglón. Hay dos tipos básicos de instrucciones:
 - 1) **Instrucción de entrada.** Una instrucción que verifica, compara o examina condiciones específicas de la máquina o proceso.
 - 2) **Instrucción de salida:** Una instrucción que realiza alguna acción, tal como encender un dispositivo, apagar un dispositivo, copiar datos o calcular un valor.

Las bifurcaciones constan de dos o más instrucciones en paralelo. No hay un límite del número de niveles de bifurcación en paralelo que se pueda introducir. Se pueden anidar las bifurcaciones hasta en 6 niveles. En la figura 55 se muestra una bifurcación anidada. La instrucción de salida inferior se encuentra en una bifurcación anidada que tiene tres niveles. En la condición de renglón el controlador evalúa las instrucciones de lógica de escalera según la condición de renglón que precede a la instrucción es decir la condición de entrada del renglón. [71]

Sólo las instrucciones de entrada afectan la condición de entrada de renglón de instrucciones subsiguientes en el renglón.

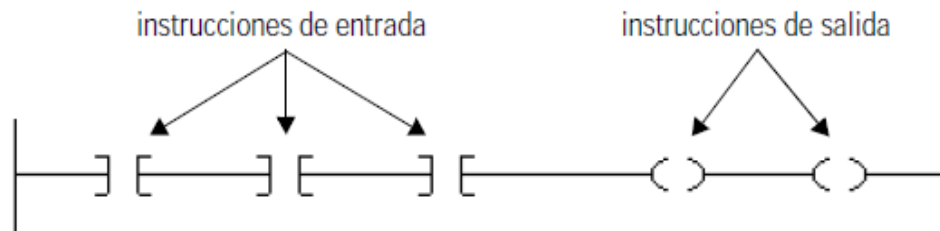


Figura 54. Diagrama de las instrucciones básicas de *Ladder*. [71]



Figura 55. Diagrama de bifurcación. [71]

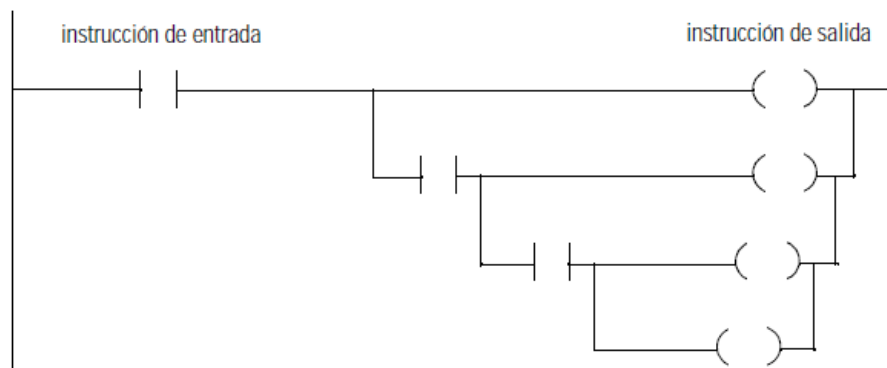


Figura 56. Diagrama de bifurcación anidada. [71]

- Si la condición de entrada del renglón a una instrucción de entrada es verdadera, el controlador evalúa la instrucción y establece la condición de salida del renglón para que coincida con los resultados de la evaluación.

- Si la instrucción se evalúa como verdadera, la condición de salida del renglón es verdadera. [71]
- Si la instrucción se evalúa como falsa, la condición de salida del renglón es falsa.
- Una instrucción de salida no cambia la condición de salida del renglón.
- Si la condición de entrada del renglón a una instrucción de salida es verdadera, la condición de salida del renglón se establece como verdadera.
- Si la condición de entrada del renglón a una instrucción de salida es falsa, la condición de salida del renglón se establece como falsa.
- **Programación de un diagrama de bloques de función.** Los bloques de función son bloques programables. Este bloque dispone de datos asignados con memoria con lo cual los parámetros que se transfieren, así como las variables estáticas, se memorizan en el bloque de datos de instancia. Las variables temporales se memorizan en la pila de datos locales. [72]

En este caso para facilitar la navegación por una rutina de bloques de función, se recomienda dividir la rutina en una serie de hojas como puede ver en la figura 57.

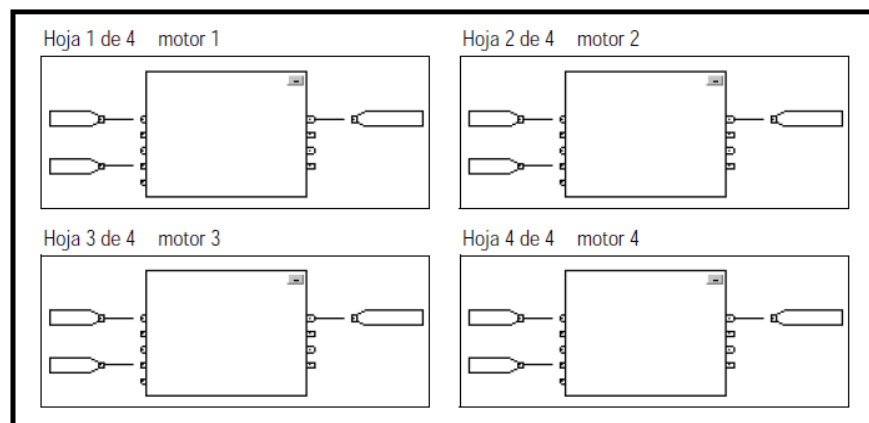


Figura 57. Ejemplo de una rutina de motores con bloques de funciones.
[70]

- **Programación de texto estructurado.** El texto estructurado es un lenguaje de programación textual que utiliza comandos para definir lo que se va a ejecutar. Se debe aclarar que el texto estructurado no distingue entre mayúsculas y minúsculas.

- **Programación de un diagrama de funciones secuenciales.** Este esencialmente describe dos aspectos de un sistema de control, aplicando determinadas reglas: las acciones (comandos) a ejecutar y la secuencia de la ejecución

Por ello, el diagrama de funciones secuenciales contiene la estructura mostrada por el proceso en función del tiempo y el proceso está constituido por pasos que se suceden. La estructura no describe qué acciones concretas se ejecutan. Esta descripción consta en la parte de correspondiente a las acciones o efectos. [73]

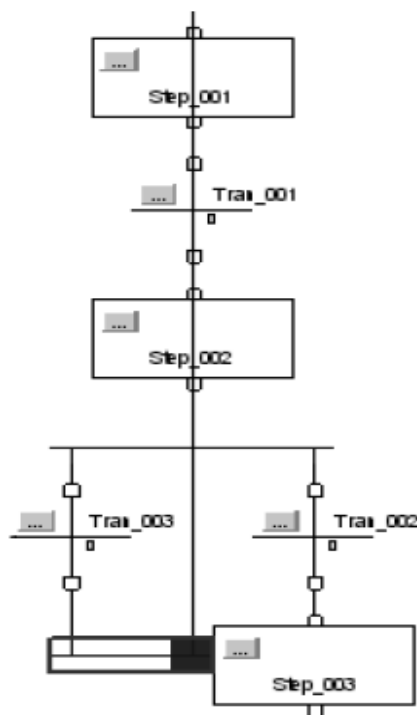


Figura 58. Diagrama de funciones secuenciales. [70]

b) Conexiones. Es un vínculo de comunicación entre dos dispositivos, por ejemplo entre un controlador y un módulo de E/S u otro controlador, por lo cual las conexiones son asignaciones de recursos que proporcionan comunicaciones más confiables entre dispositivos a través de sus rutas.

Un controlador ControlLogix usa conexiones para muchas, pero no todas, sus comunicaciones con otros dispositivos. Se puede determinar indirectamente el

número de conexiones que utiliza el controlador al configurarlo para que se comunique con otros dispositivos en el sistema. [68]

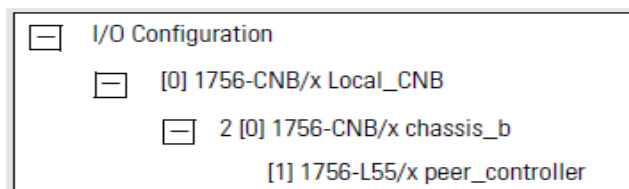


Figura 59. Visualización de la ruta *I/O Configuration*. [68]

La *ruta* describe la ruta de acceso que toma una conexión para llegar al destino. Típicamente se define automáticamente la ruta para una conexión cuando añade los dispositivos a la carpeta *I/O Configuration* del controlador.

3.1.2. Hardware del sistema. El chasis del ControlLogix proporciona las conexiones físicas entre los módulos y el backplane ControlLogix. El chasis no es necesario describirlo con más detalle ya que en condiciones ambientales normales es poco probable que se produzca un fallo físico y, en caso de producirse, se manifestaría y detectaría como un fallo en uno o más de los componentes activos.

Las fuentes de alimentación ControlLogix están diseñadas con filtros y aislamiento de ruidos para reducir la posibilidad de contaminación inducida de los voltajes suministrados. La fuente de alimentación monitorea la alimentación del backplane y genera señales de control para indicar si existe la posibilidad de una anomalía de alimentación eléctrica inminente. Las anomalías en los voltajes suministrados desactivan inmediatamente la fuente de alimentación eléctrica. [70]

Los diferentes módulos que existen para el sistema ControlLogix se pueden instalar en el chasis en cualquier sección de este, por lo que facilita el diseño del montaje de la arquitectura. El chasis suministra una alimentación en paralelo para los todos módulos de expansión del sistema. Ver Anexo B.

3.1.3. Controlador ControlLogix. El controlador ControlLogix que se usa en un sistema ControlLogix, es un sistema de control de estado sólido con una memoria de almacenamiento de datos programable por el usuario para implementar funciones específicas, tales como: Control de E/S, lógica, temporización, conteo, generación de informes, comunicaciones, aritmética,

manipulación de archivos de datos. El controlador está formado por un procesador central, una interface de E/S y memoria. [70]

Características	1756-L61, 1756-L62, 1756-L63, 1756-L64, 1756-L65	1756-L73, 1756-L75
Tareas del controlador	32 tareas 100 programas/tareas	
Puerto de Comunicación	1 puerto RS-232 serial	1 puerto USB
Opciones de Comunicación	EtherNet/IP ControlNet DeviceNet Data Highway Plus E/S Remotas SynchLink De terceros y dispositivos de redes	
Puerto de Comunicación Serial	ASCII DF1 full/half-duplex DF1 radio modem DH-485 Modbus via logic	—
Conexiones de controladores de apoyo	250	500
Conexiones de redes por modulo	140 ControlNet 384 EtherNet/IP	
Movimiento Integrado	Interface SERCOS Opciones Analógicas	
Lenguajes de Programación	Ladder (escalera) Texto estructurado Diagramas de Bloques SFC	

Tabla 4. Características del controlador 1756. [70]

El controlador realiza pruebas de funcionamiento en el momento del encendido y en tiempo de ejecución. Las pruebas se usan con programas de aplicación suministrados por el usuario para verificar el correcto funcionamiento del controlador. En la *tabla 4* se encuentra las algunas características más notables del controlador. [70]

3.1.4. Módulos de E/S ControlLogix. A modo de descripción muy básica, existen dos tipos de módulos de E/S ControlLogix: Módulos de E/S digitales y Módulos de E/S analógicas. En cada tipo, existen diferencias entre módulos

específicos, puesto que las diferencias se propagan entre distintos niveles de cada tipo de módulo, una representación gráfica es la mejor forma de describir a nivel general los módulos de E/S ControlLogix. Ver figura 60. [70]

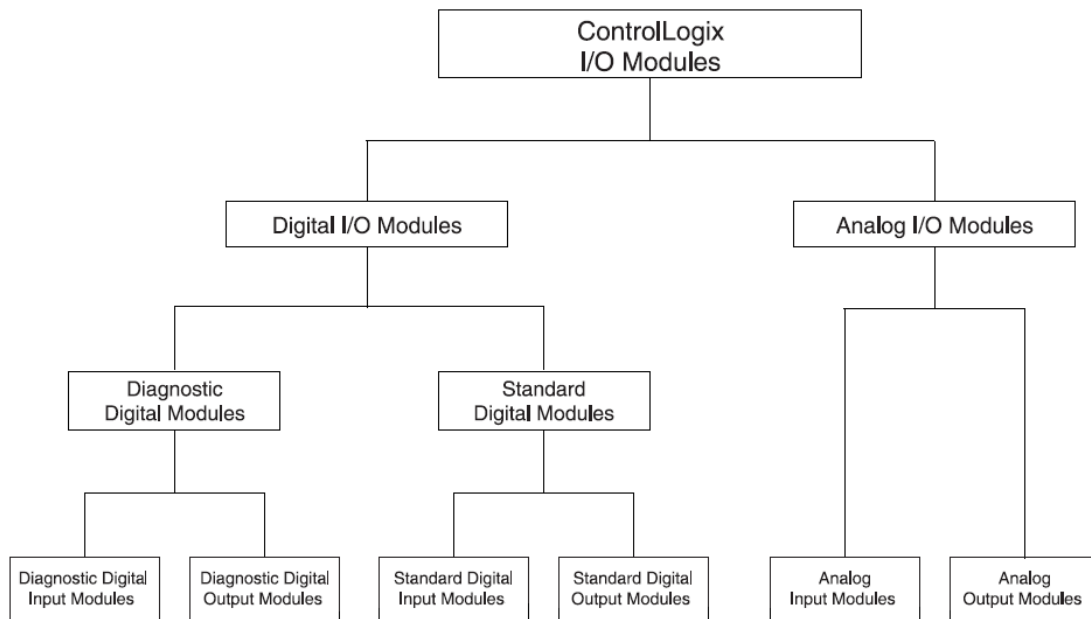


Figura 60. Diagrama Módulos de E/S ControlLogix. [70]

Los módulos de entrada y salida digital se dividen en dos categorías: en módulos de E/S de diagnóstico y módulos de E/S estándar. Estos módulos comparten muchas de las características inherentes de la arquitectura. Sin embargo, los módulos de E/S de diagnóstico incorporan características que permiten realizar el diagnóstico de fallos. Estas características son la detección de cable roto (es decir, desconectado) y, en el caso de los módulos de diagnóstico CA, la pérdida de alimentación de línea.

Las consideraciones generales sobre el uso de módulos de entrada y salida digital ControlLogix se toman independientemente del tipo de módulo de entrada usado. Las siguientes consideraciones generales son muy importantes para usar los módulos ControlLogix: [70]

- **Prueba de entrada general:** Todas las entradas deben conectarse y desconectarse o desconectarse y conectarse como parte de la puesta en marcha

del sistema y de forma periódica (es decir, en el intervalo de prueba de funcionamiento a plena carga) para asegurarse de que las entradas no se quedan atascadas en el estado de conexión. Este procedimiento puede automatizarse conmutando el voltaje de línea bajo el control de procesadores.

- **Pruebas de funcionamiento a plena carga:** Periódicamente (una vez al año aproximadamente) debe realizarse una inicialización del sistema. Manualmente, o automáticamente, deben probarse las entradas para asegurarse de que todas las entradas funcionan y que no se encuentren atascadas en el estado de conexión o de desconexión.

Las consideraciones generales sobre el uso de módulos de entrada y salida analógica están consideradas en las siguientes condiciones:

- **Pruebas de funcionamiento a plena carga.** Esta realiza igual como se hace para los módulos digitales.

- **Calibración de las entradas.** Se recomienda calibrar cada una de las entradas analógicas cada 12 meses para asegurarse de la precisión de la señal de entrada.

- **Selección del formato de datos de punto flotante durante la configuración del módulo.** Los módulos de entrada analógica ControlLogix efectúan muchos procesos de alarma incorporados para validar que la señal de entrada se encuentre en el rango adecuado para la aplicación. No obstante, estas características sólo están disponibles en el modo de punto flotante (coma flotante).

- **Examen de los bits Fallo de módulo apropiado, Fallo de canal y Estado de canal para iniciar las rutinas de fallos.** Cada módulo notificará el estado operativo de cada canal al controlador durante el funcionamiento normal. La lógica de la aplicación debe examinar los bits apropiados para iniciar una rutina de fallo para una aplicación determinada. [70]

3.1.5. Requisitos generales para el software de aplicación. El *programa de aplicación* debe crearse mediante la herramienta de programación RSLogix 5000 que donde contiene las funciones de equipo específicas que debe llevar a cabo el sistema ControlLogix. Los parámetros para las funciones operativas también se introducen en el sistema mediante RSLogix 5000 incluyendo el uso de

especificaciones funcionales, diagramas de flujo, diagramas de temporización, diagramas de secuencia, revisión del programa y validación del programa. [70]

Es importante verificar que las funciones programadas son correctas forzando una E/S o manipulando manualmente los detectores y accionadores. No puede omitirse una simulación activa con fuentes, porque es la única forma de detectar el correcto cableado de los detectores y accionadores al sistema. Además, ésta es también la única forma de probar la configuración de un sistema.

- Modos de operación del sistema ControlLogix. El interruptor de llave de tres posiciones en la parte frontal del controlador gobierna los modos de operación del sistema ControlLogix. Los modos disponibles son los siguientes: marcha (RUN), programa (PROG) y remoto (REM). Ver figura 61. [70]

Si desea:	Entonces seleccione uno de estos modos:				
	Marcha	PROG	REM		
			Marcha	Programa	Prueba
poner las salidas en el estado comandado por la lógica del proyecto	✓		✓		
poner las salidas en su estado configurado para el modo Programa		✓		✓	✓
ejecutar (escanear) tareas	✓		✓		✓
cambiar el modo del controlador mediante el software			✓	✓	✓
descargar un proyecto		✓	✓	✓	✓
programar una red ControlNet		✓		✓	
mientras está en línea, editar el proyecto		✓	✓	✓	✓
enviar mensajes	✓		✓		✓
enviar y recibir datos en respuesta a un mensaje de otro controlador	✓	✓	✓	✓	✓
producir y consumir tags	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 61. Selección de modo del controlador. [70]

3.2. DISEÑO, ENSAMBLE Y CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE.

En este capítulo se mostrará el proceso de la instalación del diseño y configuración de la arquitectura del sistema del ControlLogix, teniendo en cuenta

que la distribución de los demás elementos establecidos tanto en el gabinete principal y en los gabinetes secundarios fue hecha por los autores, por lo tanto se mostrara paso a paso y en forma detallada como se realizo la actividad de la implementación y el ensamble físico de la arquitectura del sistema planteado anteriormente. Antes de empezar a detallar cada uno de los componentes del sistema de control se abarcara primero la distribución general de cada uno de los gabinetes de la arquitectura integrada del ControlLogix. [74]

El gabinete principal se dividió en tres partes: control, acondicionamiento de señal y potencia. Ver figura 62. [74]

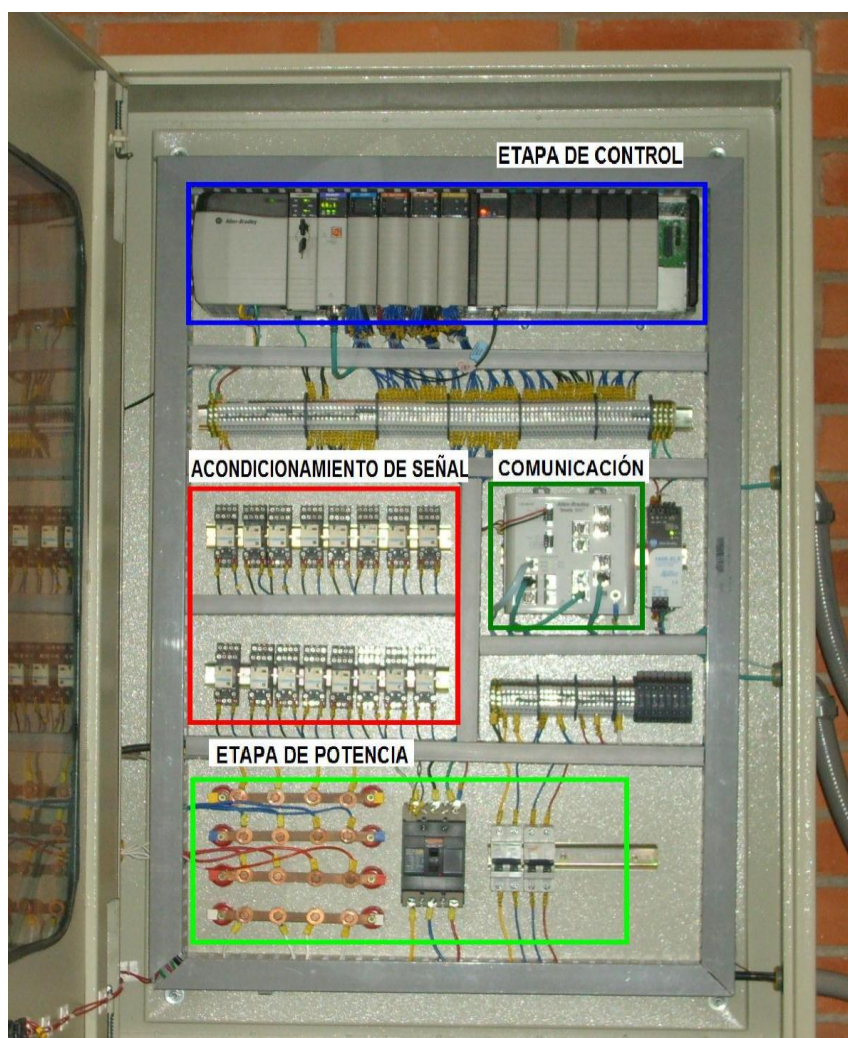


Figura 62. Distribución del gabinete principal. [74]

Los gabinetes secundarios están divididos en: gabinete para E/S remotas y gabinete para el control de movimiento. Para el gabinete de E/S remotas se distribuyó de igual manera como el gabinete principal, una parte de control, acondicionamiento de señal y potencia. Ver figura 63. [74]

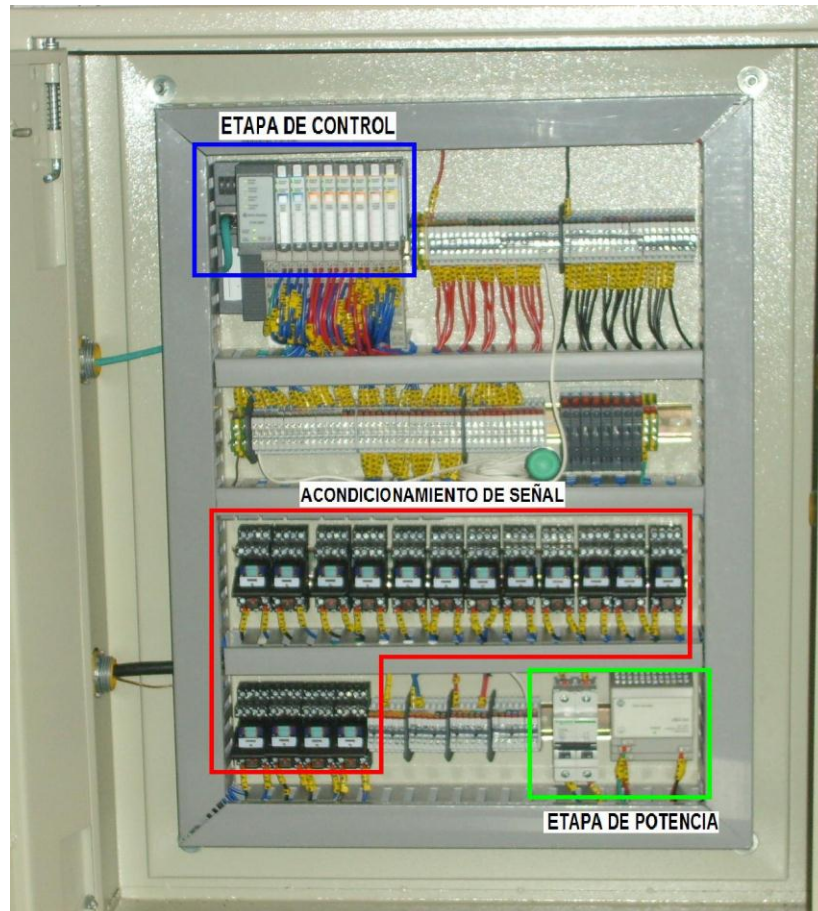


Figura 63. Distribución del gabinete de E/S remotas. [74]

El gabinete secundario del control de movimiento esta dividido en una parte de control y otra de potencia. Ver Figura 63. [74]

3.2.1 Hardware de Control. Cada gabinete tiene su parte de control. Aquí se detallará como está constituido el hardware de control de los gabinetes.

a) Hardware de control del Gabinete Principal. En este gabinete se instaló un sistema ControlLogix que requiere un chasis de E/S 1756, el cual contiene los diversos módulos. Los chasis están disponibles en tamaños de 4, 7, 10, 13 y 17

ranuras. En donde se puede colocar cualquier módulo en cualquier ranura. El chasis del que se instalo es de 13 ranuras (1756-A13). Ver anexo B. [74]

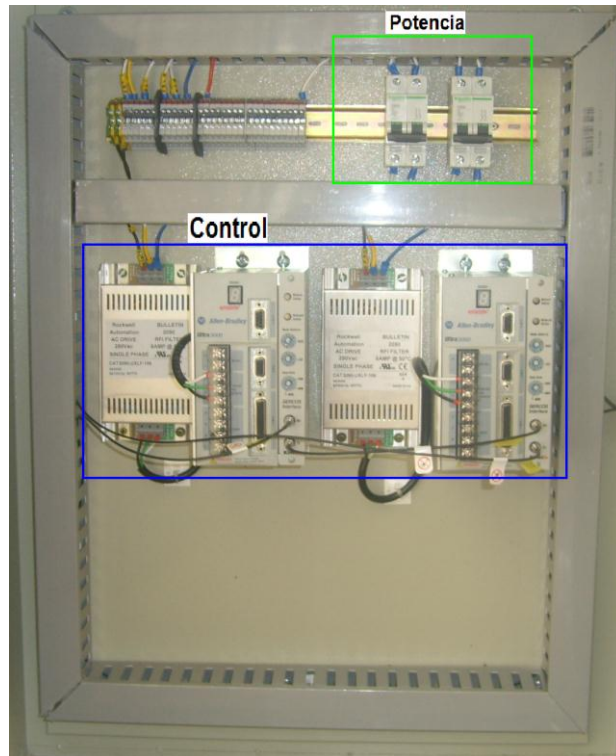


Figura 64. Distribución del gabinete del Control de movimiento. [74]

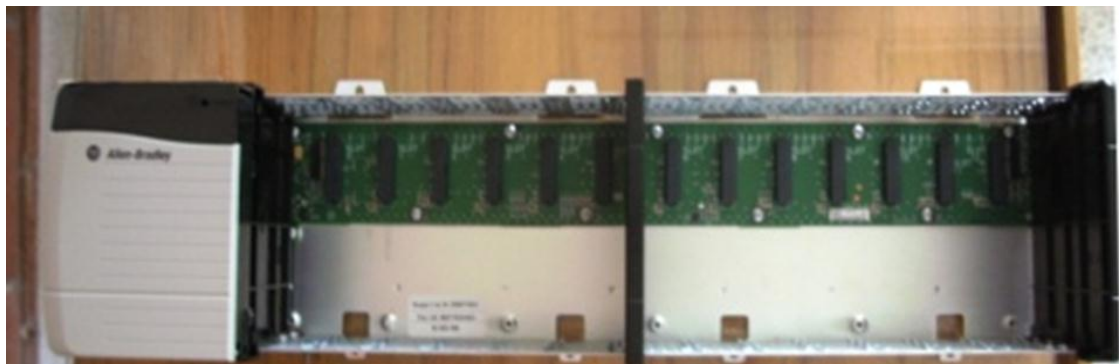


Figura 65. Chasis 1756-A13. [74]

Después de establecer el lugar donde se instalo el chasis, se monto, unió y conecto la tierra al chasis. Esta unión es la conexión de las piezas metálicas del chasis, ensamblajes, estructuras, blindajes y envoltentes para reducir los efectos de interferencia electromagnética y ruido de conexión a tierra. Se instaló el

chasis colocando los pernos (tornillos) desde el chasis a la capa interior del gabinete. Ver Figura 65. [74]

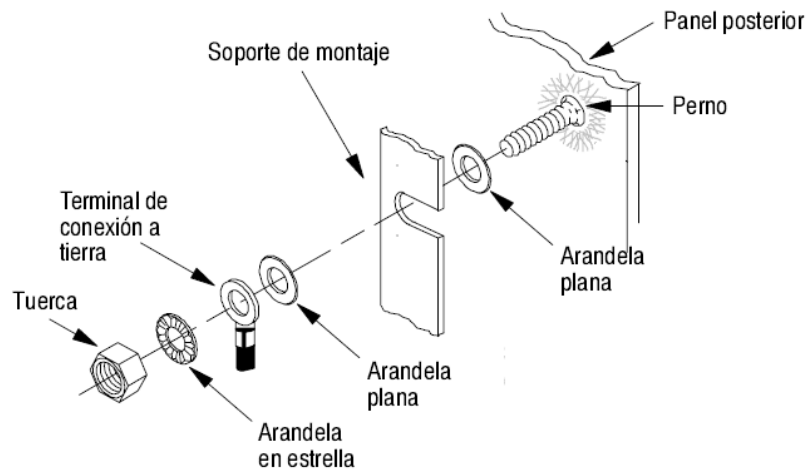


Figura 66. Instalación con pernos en chasis al panel posterior. [75]

La fuente de alimentación eléctrica común para las E/S es la 1756-PA75 que es la encargada de alimentar el chasis. Todas las E/S comparten un terminal común que deben compartir con una fuente de alimentación eléctrica como por ejemplo desde una misma toma de transformador. Ver figura 66. [75]

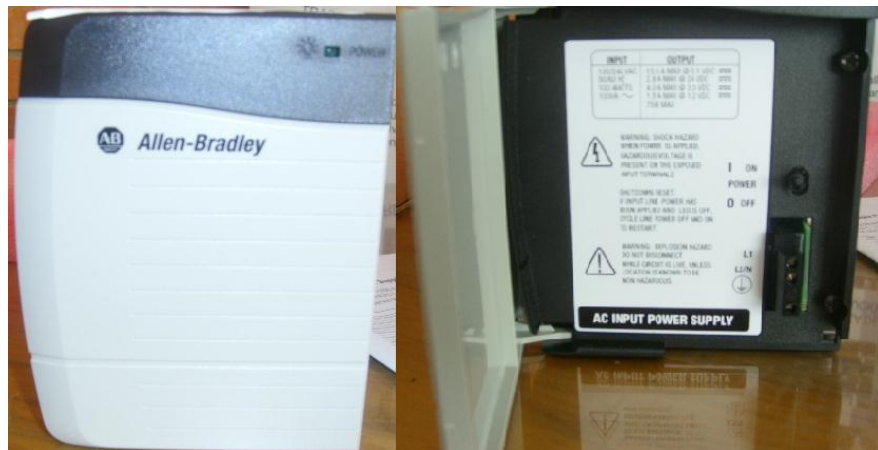


Figura 67. Fuente de alimentación 1756-PA75. [74]

El *ControlLogix 5562* es un controlador con una capacidad de 4 MB para procesar datos y lógica de memoria no volátil. Puede comunicarse por las diferentes opciones de comunicación del NetLinx y también tiene la opción de comunicarse por un puerto serial RS-232. Puede guardar información de

programas a través de una memoria CompactFlash industrial permitiendo tener un backup de proyectos que estén descargados en el controlador. Se puede instalar el controlador en cualquier ranura del chasis, en este caso se instalo en la primera ranura. [76]

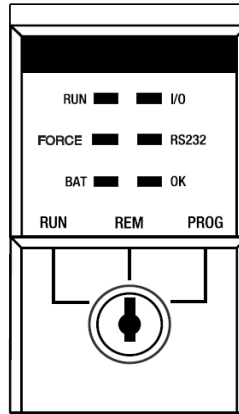


Figura 68. Panel Frontal del Controlador. [76]

Indicador	Estado	Descripción
RUN	Apagado	El controlador está en modo Programación o prueba.
	Verde Fijo	El controlador está en modo Marcha
I/O	Apagado	Dos posibilidades: No hay dispositivos en la configuración de E/S del controlador o el controlador no contiene un proyecto
	Verde Fijo	El controlador se está comunicando con todos los dispositivos es su configuración de E/S.
	Verde parpadeante	Uno o más dispositivos en la configuración de E/S del controlador no responden.
	Rojo parpadeante	El chasis está defectuoso. Reemplazar chasis.
FORCE	Apagado	No hay <i>tags</i> que contengan valores forzados.
	Ámbar fijo	Los forzados de E/S están activos. (habilitados)
	Ámbar parpadeante	Una o más direcciones de entrada o salida han sido forzadas al estado activado o desactivado.
RS232	apagado	No hay actividad.
	Verde fijo	Recibiendo o transmitiendo datos.

Tabla 5. Indicaciones del controlador. [76]

En la tabla 5 podemos ver todas las indicaciones que tiene el controlador lo cual permite ver su funcionamiento para una supervisión adecuada. Ver Anexo C para las especificaciones del controlador.

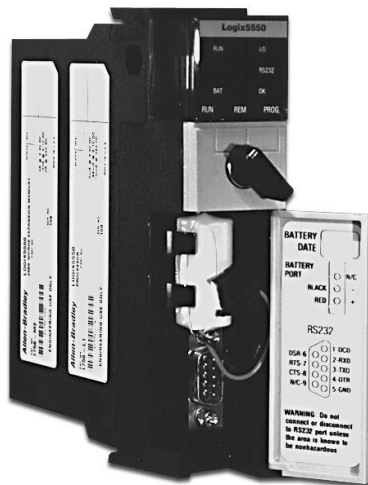


Figura 69. ControlLogix 5562. [76]

El modulo Ethernet **1756-EN2T** permite la comunicación con Ethernet Industrial (Ethernet/IP) en redes de protocolo abierto industrial estándar, por lo cual soporta intercambio de información en tiempo real de E/S que están siendo manejadas por el controlador. La instalación de este modulo fue hecha en la segunda ranura del chasis. [77]



Figura 70. 1756-EN2T [77]

En la tabla 6 esta las indicaciones del estado para el modulo Ethernet. Ver el Anexo H para las especificaciones del modulo.

Indicador	Estado	Descripción
NET	Apagado	El modulo no está encendido. Verifique el chasis esta encendido y que el modulo está completamente instalado.
	Verde parpadeante	El modulo no tiene una dirección IP valida. El modulo tiene un dirección IP, pero no ha establecido conexiones.
	Verde	El modulo tiene una dirección IP y se ha establecido conexión.
	Rojo parpadeante	Una o más de las conexiones con el modulo se ha desactivado.
	Rojo	El modulo está intentado usar una dirección IP que ya está siendo utilizada en la red.
Link	Apagado	El modulo no está listo para comunicarse. Verificar que este encendido.
	Verde	El modulo está listo para comunicarse.
	Verde parpadeante	El modulo esta comunicándose en la red.
OK	Apagado	El modulo no está encendido. Verifique el chasis esta encendido y que el modulo está completamente instalado.
	Verde parpadeante	El modulo no está configurado.
	Verde	El modulo está operando correctamente.
	Rojo parpadeante	El módulo ha detectado un fallo recuperable. Compruebe la configuración del módulo
	Rojo	El módulo ha detectado un error irrecuperable. Si no consigue eliminar el error, reemplace el módulo.
	Rojo y el display alfanumérico muestra 'Image Update Needed'	Actualizar el firmware de la imagen. Si no consigue eliminar el error, reemplace el módulo.
	Verde parpadeante y Rojo parpadeante	El modulo está realizando una auto prueba de encendido.

Tabla 6. Indicaciones del Modulo Ethernet. [78]

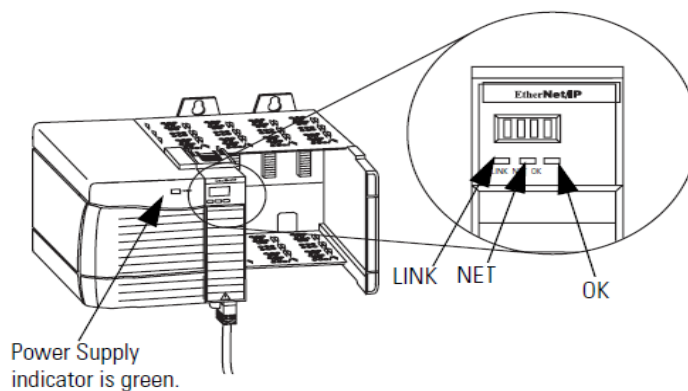


Figura 71. Panel frontal Del Módulo Ethernet [78]

El modulo de entradas digitales **1756-IB16** usa un bloque de terminales extraíble (RTB) o un módulo de interface (IFM) para conectar todo el cableado del lado de campo de 16 puntos comunes, este módulo se instaló en el chasis en la tercera ranura. Ver Anexo D.



Figura 72. Modulo de entradas digitales 1756-IB16. [74]

Para el cableado de este módulo y también aclarando que para los siguientes módulos se realizó tomando en cuenta el espacio distribuido para las demás etapas en que se encuentra distribuido el gabinete. [79] En la figura 72 se muestra como se hace la conexión a los RTB del modulo. Se inserta el bornero en el orificio interior del RTB y después el cable se inserta en el terminal abierto y se quita el bornero.

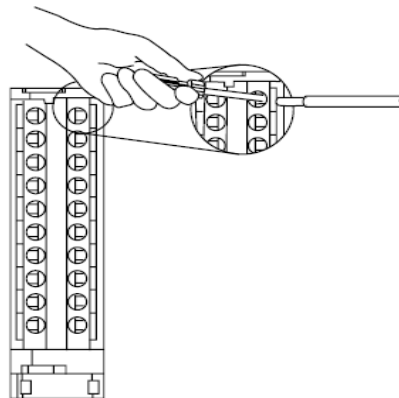


Figura 73. Cableado del 1756-IB16 y 1756-IF8 [79]

Los indicadores muestran el estado individual de E/S (amarillo) de cada punto y un indicador LED de dos colores para el estado "OK" del módulo (rojo/verde). Durante el encendido, se realiza una prueba del indicador. El indicador "OK" se ilumina en el color rojo durante 1 segundo y luego parpadea de color verde si ha pasado la autopruueba. Ver tabla 7. Ver figura 74. [79]

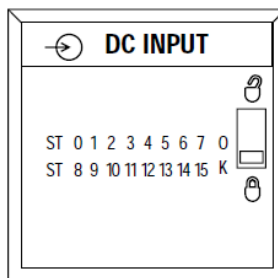


Figura 74. Panel frontal del 1756-IB16. [79]

Indicador	Estado	Descripción
OK	Verde	Se realiza una difusión múltiple de las entradas y éstas se encuentran en el estado operativo normal.
OK	Verde parpadeante	El módulo ha pasado los diagnósticos internos, pero no se realiza difusión múltiple.
OK	Rojo parpadeante	La comunicación previamente establecida ha sobrepasado el tiempo de espera. Verifique la comunicación del controlador y chasis.
OK	Rojo	Es necesario reemplazar el módulo.
I/O State	Amarillo	La entrada está activa.

Tabla 7. Indicaciones del Modulo 1756-IB16. [79]

El modulo de salida digital **1756-OW16I**, al igual que el modulo de entradas digitales tiene un bloque de terminales extraíble (RTB), cuenta con 16 salidas a relé normalmente abiertas de contactos individualmente aislados. Este modulo se instalo en la cuarta ranura del chasis. [80] Ver Anexo D.

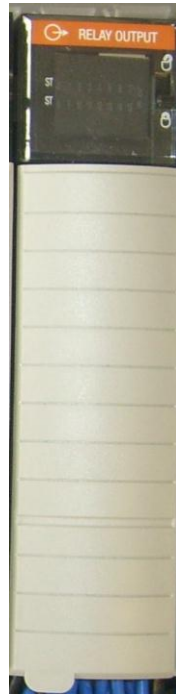


Figura 75. Modulo de salidas digitales 1756-OW16I. [74]

El cableado de este modulo se realizó de la siguiente manera, se coloca el cable en el RTB y se atornilla. Ver figura 75.

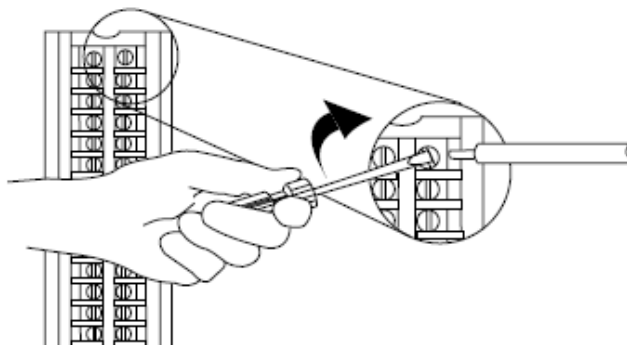


Figura 76. Cableado del 1756-OW16I y 1756-IF8 [80]

La comprobación de los indicadores muestran los estados individuales de las E/S (amarillo) para cada punto y un LED de dos colores para indicar el estado del módulo "OK" (rojo/verde). [80]

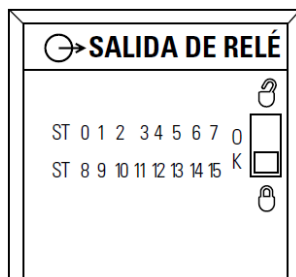


Figura 77. Panel frontal del 1756-OW16I [80]

Durante la puesta en marcha, se realiza una prueba de indicadores y ocurre lo siguiente: el indicador "OK" se pone rojo durante 1 segundo y luego cambia a verde parpadeante si pasó la autopruueba y los indicadores de estado de E/S se encienden durante 2 segundos como máximo y luego se apagan. [80]

Indicador	Estado	Descripción
OK	Verde	Las salidas están siendo controladas activamente por un procesador del sistema.
OK	Verde parpadeante	El módulo ha superado el diagnóstico interno, pero no está siendo controlado activamente. Configure el módulo.
OK	Rojo parpadeante	Se sobrepasó el tiempo de espera de la comunicación establecida anteriormente. Verifique la comunicación del controlador y chasis.
OK	Rojo	Se ha producido un error irrecuperable en el módulo. Reemplace el módulo.
I/O State	Amarillo	La entrada está activa.

Tabla 8. Indicaciones del Modulo 1756-OW16I [80]

El módulo de entrada analógica **1756-IF8** cuenta con 8 entradas unipolares, 4 diferenciales de alta velocidad y un bloque de terminales extraíble (RTB). Su instalación fue en la quinta ranura del chasis. El cableado de este módulo es igual al **1756-IB16**. Ver figura 78. Ver Anexo E. [81]

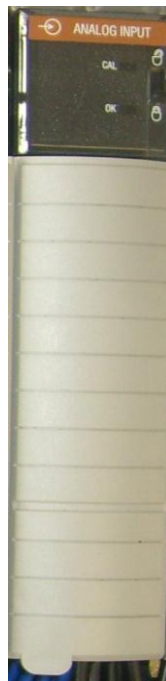


Figura 78. Módulo del 1756-IF8 [74]

En la verificación de los indicadores muestra el estado CAL (verde) y un indicador LED de dos colores para el estado "OK" (rojo/verde) del módulo. Durante el encendido, se realiza una prueba del indicador. El indicador "OK" se ilumina en el color rojo durante 1 segundo y luego parpadea de color verde si ha pasado la autoprueba. Ver tabla 9. Ver figura 79. [81]

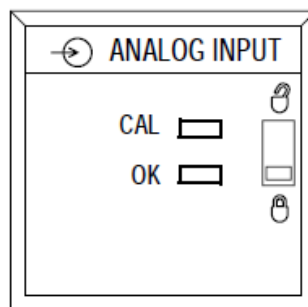


Figura 79. Panel frontal del 1756-IF8 [81]

El módulo de salida analógica **1756-OF4** cuenta con cuatro salidas análogas que pueden ser utilizadas como canales de corriente o de voltaje y cuenta con un bloque de terminales extraíble (RTB). Su instalación fue en la sexta ranura del chasis. El cableado de este módulo es igual al **1756-OW16I**. Ver figura 75 [81]

Indicador	Estado	Descripción
OK	Verde	Se realiza una difusión múltiple de las entradas y éstas se encuentran en el estado operativo normal.
OK	Verde parpadeante	El módulo ha superado el diagnóstico interno, pero no está siendo controlado activamente. Configure el módulo.
OK	Rojo parpadeante	La comunicación previamente establecida ha sobrepasado el tiempo de espera.
OK	Rojo	Se ha producido un error irrecuperable en el módulo. Reemplace el módulo.
CAL	Verde parpadeante	El módulo está en el modo calibración.

Tabla 9. Indicaciones del Modulo 1756-IF8 [81]

Los indicadores muestran el estado CAL (verde) y un LED bicolor (rojo/verde) para el estado "OK" del módulo. Durante el encendido, se realiza una prueba de los indicadores en la que ocurre lo siguiente: el indicador "OK" se ilumina de color rojo durante 1 segundo y luego parpadea de color verde si ha pasado la prueba. Ver tabla 10. [82]

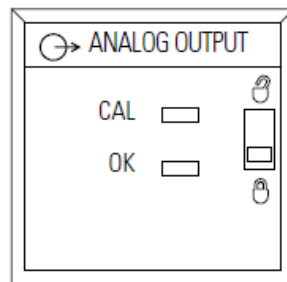


Figura 80. Panel frontal del 1756-OF4 [82]

Indicador	Estado	Descripción
OK	Verde	Las salidas se encuentran en un estado operativo normal.
OK	Verde parpadeante	El módulo ha superado el diagnóstico interno, pero no está siendo controlado activamente. Configure el módulo.
OK	Rojo parpadeante	La comunicación previamente establecida ha sobrepasado el tiempo de espera.
OK	Rojo	Es necesario reemplazar el módulo.
CAL	Verde parpadeante	El módulo está en el modo calibración.

Tabla 10. Indicaciones del Modulo 1756-OF4 [82]

El modulo de interface de 3 ejes SERCOS para servos **1756-M03SE** conecta un controlador ControlLogix a los variadores SERCOS interface el cual permite controlar posición, velocidad y torque. Este módulo utiliza conexiones de fibra óptica para todo el cableado de campo. La instalación de este módulo fue en la séptima ranura del chasis. La conexión del cable de fibra óptica se hizo de la siguiente manera Se quitan las tapas protectoras de los puertos receptor y transmisor, después se inserta y enrosca manualmente con firmeza cada cable de fibra óptica en el puerto correspondiente. El cable que emite luz es el transmisor. Cualquier interrupción en el anillo inhabilita la red SERCOS y genera una señal de advertencia mediante el indicador LED de estado de anillo SERCOS. Ver figura 80. [83]

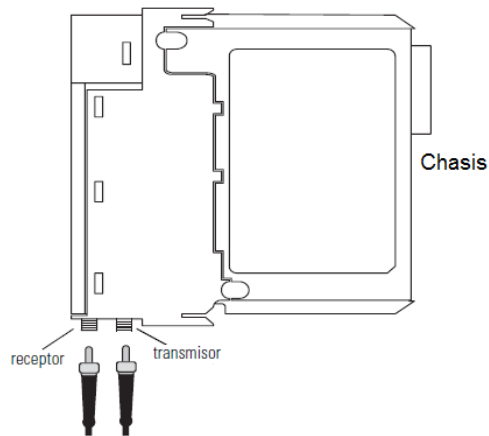


Figura 81. Vista lateral del 1756-M03SE [83]

Para la interpretación de los indicadores LED del modulo SERCOS para el funcionamiento de la comunicación se debe tener en cuenta la información de la tabla 11. Ver figura 81. Para ver demás indicaciones ver Anexo F. [83]

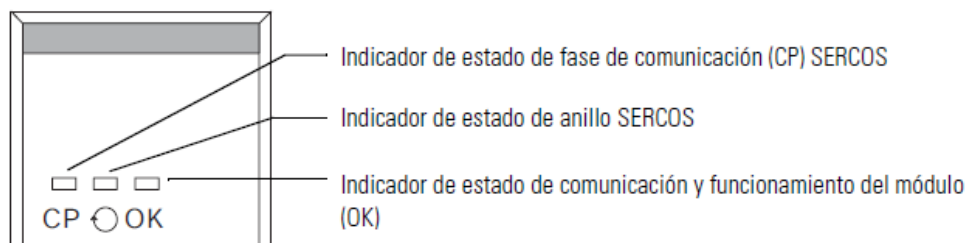


Figura 82. Panel frontal del 1756-M03SE [83]

Estado	Descripción
Anaranjado fijo	Fase 1: se está efectuando una detección automática de baudios.
Apagado	Fase 0: se está buscando un anillo cerrado.
Rojo parpadeante	Fase 1: se están buscando nodos activos.
Rojo/Verde alternante	Fase 2: se están configurando nodos para comunicación.
Verde fijo	El módulo está en el modo calibración.

Tabla 11. Indicaciones del Modulo 1756-M03SE [83]

La instalación del Switch Ethernet STRATIX 8000 se realizo de la siguiente manera (Ver Anexos G, H):

- Primero se ubico colocando el panel posterior del Switch directamente en frente del riel DIN. Ver figura 83. [84]

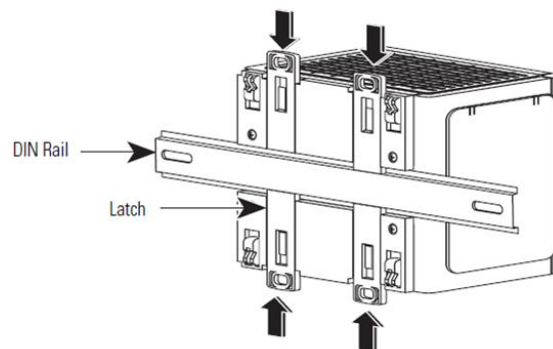


Figura 83. Ubicación en el riel DIN. [84]

- Ya estando en el riel DIN el Switch se instala directamente en el gabinete. Ver figura 84.

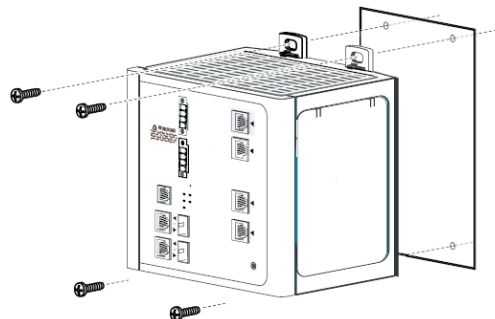


Figura 84. Instalación del Switch en el gabinete. [84]

- Para la alimentación del Stratix 8000 se utiliza un conector que se debe insertar en el panel frontal del interruptor. Ver imagen 85.

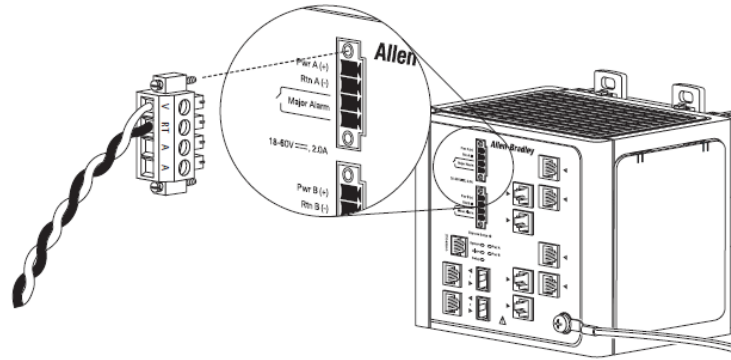


Figura 85. Conexión del conector al interruptor. [84]

Cuando ya está instalado el Stratix 8000 se procede a alimentarlo, este se alimenta de una fuente de 24 DC. La configuración del Switch se hace a través de su servidor web (ver figura 85) que trae interno. Ver Anexo I. [84]

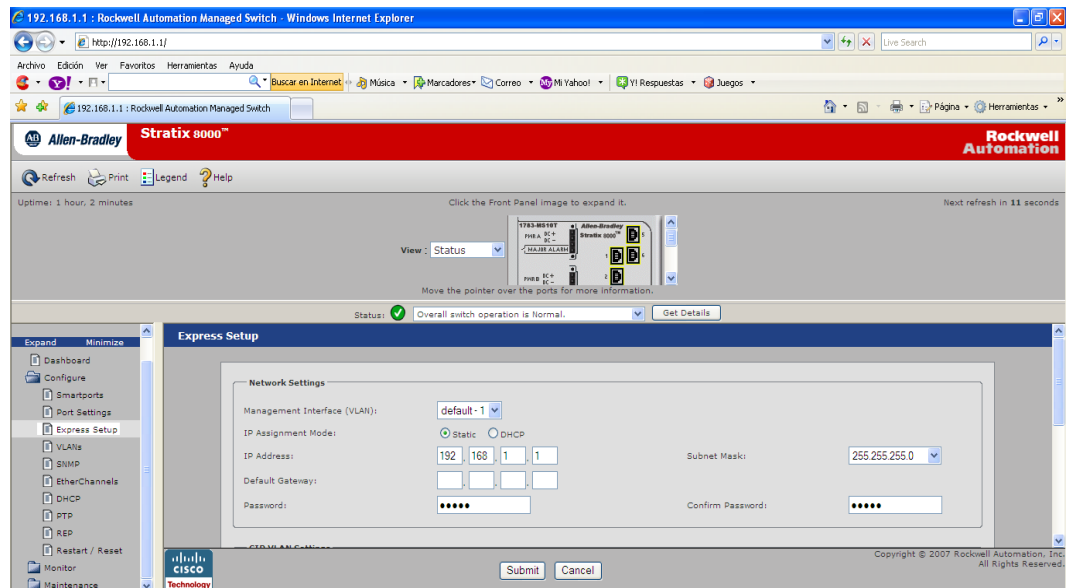


Figura 86. Entorno de configuración Stratix 8000. [74]

b) Hardware de control del Gabinete de E/S remotas. La familia *POINT I/O* incluye módulos de E/S modulares ideales para aplicaciones en las que la flexibilidad y desempeño para aplicaciones constituyen factores clave para el diseño y el funcionamiento del sistema de control. Es un elemento clave de la Arquitectura Integrada de *Rockwell Automation*, sus diagnósticos exhaustivos y

funciones configurables permiten aplicar fácilmente en paneles de dispositivos remotos, y paneles de control local, y se puede tener acceso a él desde muchos lugares, incluso el Internet. [85]

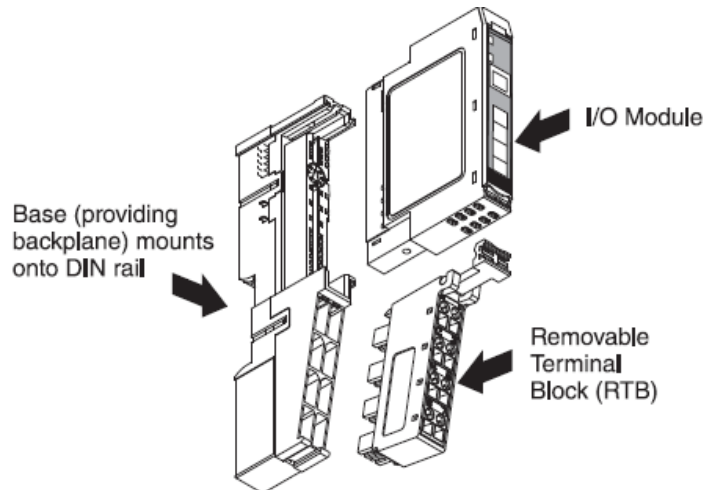


Figura 87. Sistema POINT I/O. [85]

El sistema POINT I/O tiene 4 componentes principales:

- **Módulos de E/S.** Proporciona la interface de campo y los circuitos de interface del sistema.
- **Módulos de interface de comunicación.** Proporciona los circuitos de interface de red.
- **Unidades base.** Proporcionan el cableado y terminación de señales para las conexiones del lado del campo y la alimentación del sistema para el backplane.
- **Módulos de distribución de alimentación eléctrica.** Proporcionan capacidad de expansión del sistema POINT I/O y la flexibilidad para combinar una variedad de tipos de señal.

El adaptador 1734-AENT acepta las conexiones directas y de rack optimizado. Una conexión directa es un vínculo de transferencia de datos en tiempo real entre el controlador y cualquier módulo que ocupe la ranura a la cual hacen referencia los datos de configuración. El mensaje de conexión directa ocurre con un régimen cíclico especificado por el intervalo solicitado entre paquetes (RPI) durante la configuración. Una conexión de rack optimizado es un agrupamiento de datos provenientes de más de un módulo en un bloque de datos enviados mediante una conexión a la misma velocidad de datos [85]. Las conexiones de

rack optimizado reducen el número total de conexiones necesarias para transferir datos cuando se usan muchos módulos de E/S en un sistema. Suponga que un sistema tiene 8 módulos digitales de E/S interconectados a un adaptador 1734-AENT. Si usó conexiones directas para transferir datos a cada uno de estos módulos, necesita 8 conexiones, una para cada uno de los 8 módulos de E/S. Si usó una conexión de rack optimizado para transferir los datos, sólo necesita una conexión, la conexión al adaptador 1734-AENT. [85]

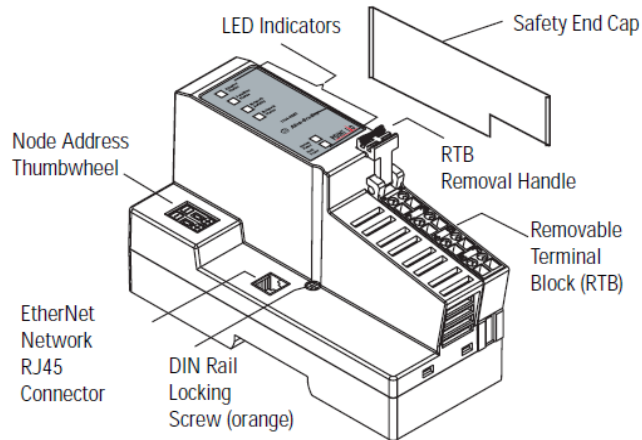


Figura 88. Partes del 1734-AENT. [85]

Al igual que el Stratix 8000 este adaptador trae su servidor web para poder configurar desde el entorno y así para establecer la comunicación con la red EtherNet. Ver anexo J. Ver figura 89.

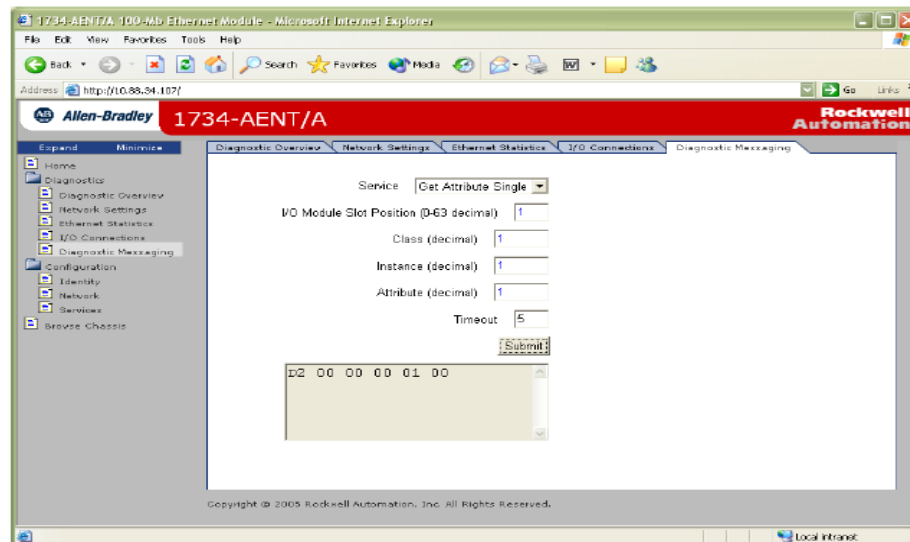


Figura 89. Entorno de configuración 1734-AENT. [86]

Los módulos de expansión del adaptador EtherNet del gabinete de E/S remotas fueron instalados en el mismo orden según su tipo como en el gabinete principal. Primero los módulos digitales (entrada y salida) y luego los módulos analógicos (entrada, salida) así para llevar un orden cuando se esté utilizando la arquitectura completa en un proceso o en diferentes procesos a la vez. Los módulos de entradas digitales el **1734-IB8** tiene ocho entradas a 24 VCC de estos se instalaron dos (Ver figura 89); para los módulos de salida digital **1734-OW4** con cuatro salidas a relé se instalaron cuatro y por ultimo para los módulos de E/S analógica el **1734-IE4C** y el **1734-OE4C** respectivamente se instalaron una de cada una. Ver anexo K. [74]

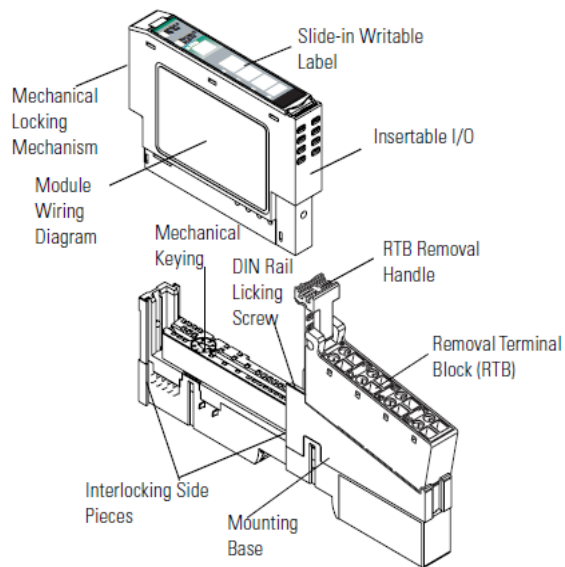


Figura 90. Partes de instalación del modulo remoto. [87]



Figura 91. Módulos POINT. [74]

c) Hardware de control para el modulo Control de Movimiento. Este gabinete tiene instalado dos variadores Ultra3000. Este servovariador digital de alto rendimiento ofrece el control de comando analógico, control de velocidad y par preseleccionados así como operación de maestro/seguidor. El Ultra3000 se usa para controladores de control de movimiento que generan comandos de velocidad y par analógicos. Las 8 velocidades preseleccionadas del Ultra3000 permiten la selección de varias velocidades usando las entradas digitales del variador. Ver figura 92.

El sistema ControlLogix integra las funciones del control de movimiento y secuencial en una sola plataforma de controlador multitareas proporcionando mayor rendimiento del sistema y un desarrollo más rápido de la aplicación que se desee realizar. Hay combinaciones optimizadas de variador/motor para cada aplicación. El Ultra3000 puede hacer funcionar a una amplia variedad de servomotores y acepta encoders absolutos de múltiples revoluciones. En la figura 92 se puede ver todos los conectores que tiene el Ultra3000. [88]

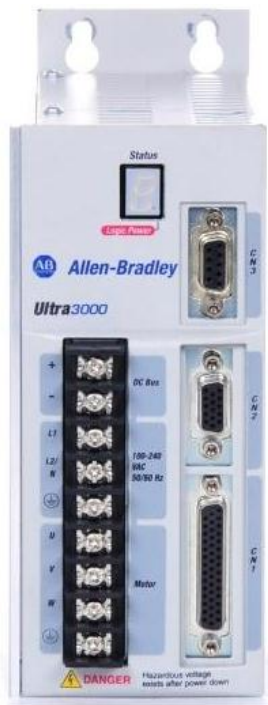


Figura 92. Driver Ultra3000. [88]

En esta parte del sistema de control, se deja instalado y funcional el variador de velocidad para aplicaciones futuras que se deseen realizar más adelante en el laboratorio. La instalación del driver se encuentra en el Anexo L. [88]

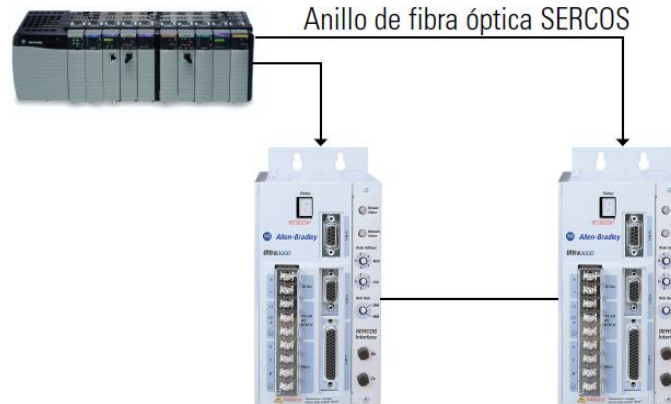


Figura 93. Diagrama ControlLogix y Ultra3000. [88]

3.2.2 Acondicionamiento de Señal. En esta etapa se instalaron relés electromagnéticos en el gabinete central y el gabinete de E/S remotas, dieciséis relés en cada gabinete. El objetivo de acondicionar las señales de control a través de relés, es que los elementos finales de control sean accionados a través de ellas, y a su vez proteger y aislar los elementos de control de los equipos de potencia, y así garantizar un acople entre los dos tipos de señales. La estructura general de un relé está constituida por un circuito de mando accionado por una tensión de control, seguido de un sistema de acoplamiento y por ultimo un circuito de conmutación, el cual de acuerdo al estado de la entrada de control permite el paso de la alimentación hacia la carga de potencia operada. [89]



Figura 94. Instalación de la etapa de acondicionamiento de señal. [74]

El relé electromagnético utiliza la atracción entre una armadura de hierro y una bobina energizada para accionar un sistema de contactos eléctricos. Al circular una corriente a través de la bobina, la armadura es atraída por el núcleo de hierro. El suministro en AC o DC de bajo voltaje y corriente puede controlar la bobina del relé permitiendo el control de un circuito de alto voltaje y elevada corriente. Se utilizaron relés de distintos fabricantes, relés tipo Universal de Telemecanique y Relés enchufables de acoplamiento de Siemens. Ver figura 95. Ver anexo M. [89]



Figura 95. Relé Telemecanique y Siemens. [90][91]

3.2.3 Etapa de potencia. En el gabinete principal se instaló una fuente 1606 XLS de 24 VDC (Ver Anexo N), es utilizada para acondicionar los relés electromagnéticos, esta fuente es utilizada también para alimentar el Switch EtherNet. De igual manera el gabinete de E/S remotas tiene su fuente de 24 VDC (Ver Anexo O) para acondicionar los relés de este gabinete. Ver figura 96.

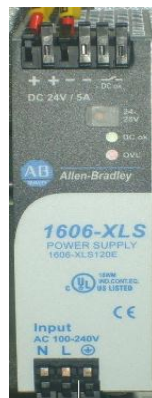


Figura 96. Fuente de alimentación. [74]

Se debe tener en cuenta que los equipos del sistema de control, los instrumentos y los elementos finales de control requieren dispositivos de protección eléctrica para sobrecargas y cortocircuitos que se instalan en el gabinete control y el tablero de automáticos, ya que los elementos finales de control manejan señales de potencia y por ende requieren para su activación la aplicación de alimentación trifásica y monofásica a 110 VAC y a 220 VAC. [89]

El sistema de protección eléctrica está constituido por dispositivos que se utilizan como medio de desconexión o conexión de las líneas de la instalación eléctrica para proveer protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos. Estos dispositivos se instalaron en los gabinetes:

- **Interruptor termomagnético totalizador de caja moldeada.** Este dispositivo instalado en el tablero gabinete principal como totalizador para proteger contra sobrecarga y cortocircuito de alimentación trifásica.



Figura 97. Interruptor EasyPact. [74]

- **Fusibles.** Son dispositivos que protegen contra cortocircuitos, abriendo el circuito al producirse un flujo de corriente que supere su corriente nominal. Son albergados por borneras portafusible y se encuentran ubicados entre la fase de alimentación y la carga.[89]



Figura 98: Borna Portafusible [74]

- **Breaker bipolar.** Interruptor de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos implementado para proteger las dos fases empleadas para la alimentación de la fuente de 24 VDC y el Switch Ethernet del gabinete principal de igual manera para proteger la fuente del PAC. También se implemento en el gabinete de E/S remotas y en el gabinete del control de movimiento para proteger la fuente de acondicionamiento y los filtros de los servo drives.



Figura 99: Interruptor Termomagnético [74]

Para el gabinete del control de movimiento se instalaron unos filtros monofásicos AC que utiliza el servo drive para eliminar cualquier ruido que pueda presentarse

y dar confiabilidad al funcionamiento de los servomotores y a todo su sistema integrado. Ver figura 100.



Figura 100: Filtro monofásico AC [74]

Para la instalación del filtro se realizó la siguiente configuración que se puede ver en la figura 99. Ver anexo P.

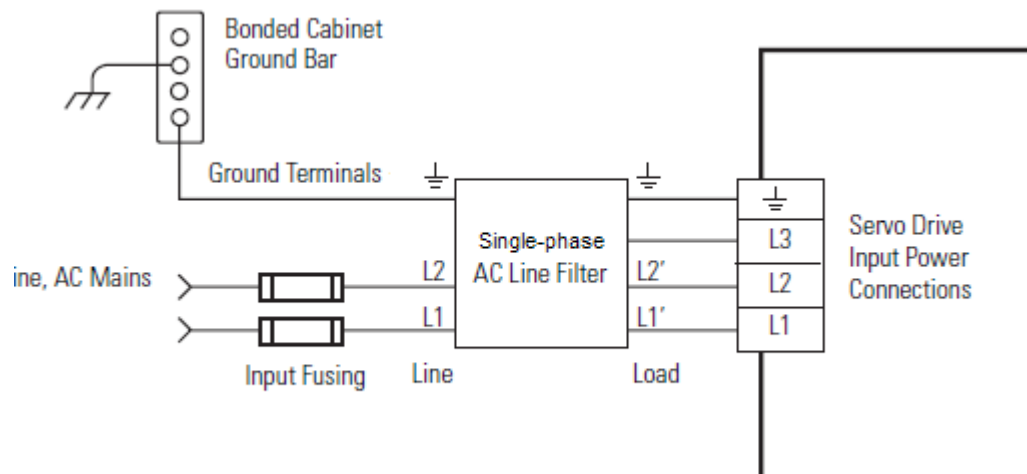


Figura 101: Conexión del filtro AC [74]

4. CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

4.1. Comunicación con el Controlador (RSLinx Gateway). Para configurar la comunicación entre el controlador y el PC se debe seguir los siguientes pasos:

- a) Se inicia el software *RSLinx Classic Gateway*. Vamos a la herramienta *Communications* y le damos a la opción *Configure Drivers*. Ver figura 102.

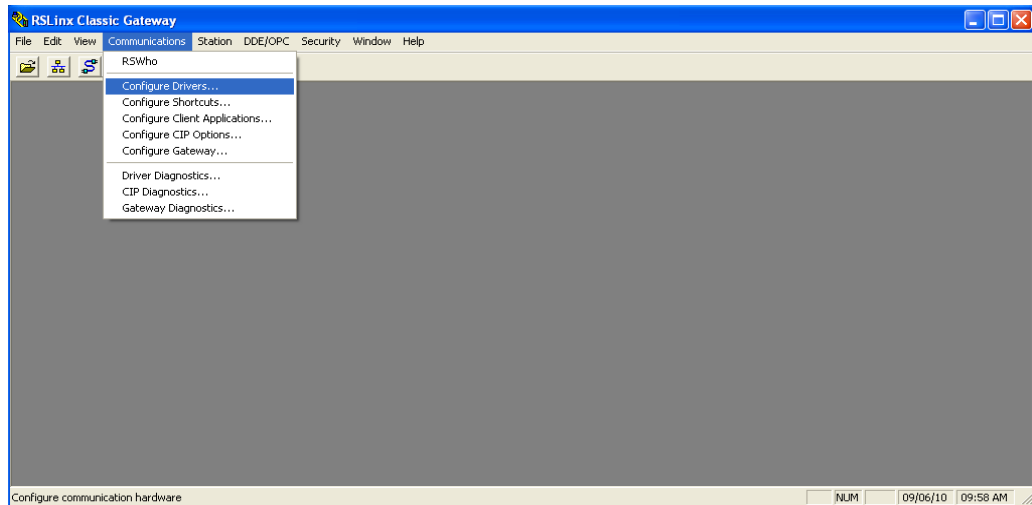


Figura 102: Ventana de Inicio RSLinx [74]

- b) En *Configure Drivers* se selecciona la opción *Ethernet/IP Driver* y damos en *Add New*. Ver figura 103.

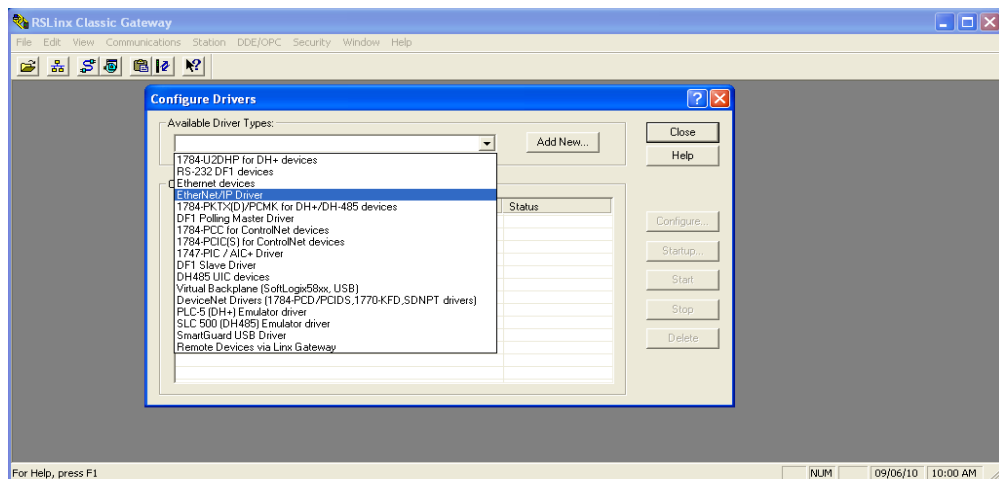


Figura 103: Ventana de Selección [74]

- c) Después se selecciona el puerto de comunicación Gigabit Network que corresponde a la comunicación de la tarjeta de red al switch, que está configurado con la dirección IP 192.168.1.2. Ver figura 104.

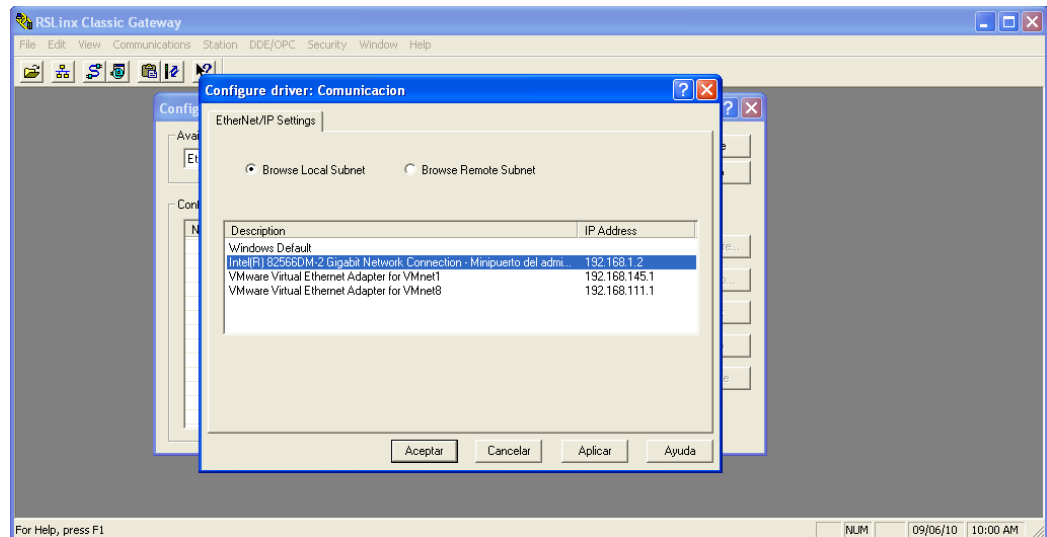


Figura 104: Selección de la red [74]

- d) Para verificar el estado de la comunicación es correcta debe mostrarse como en la figura 105.

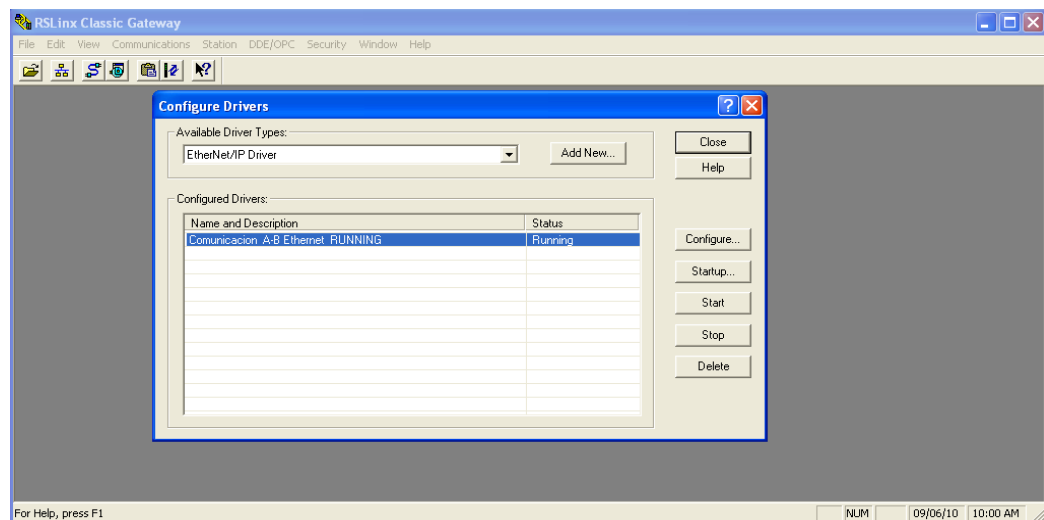


Figura 105: Confirmación de la Selección de red [74]

- e) Para supervisar la comunicación del switch con el modulo Ethernet con los demás elementos vamos a la opción *RSWho*. Ver figura 106.

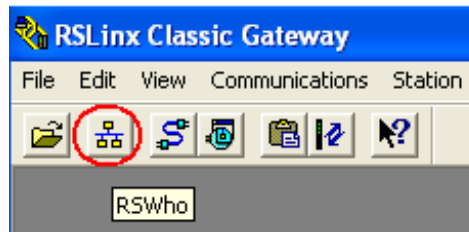


Figura 106: RSWho [74]

- f) En la figura 107 se muestra el árbol de comunicación del Stratix 8000 con los diferentes dispositivos de comunicación tipo Ethernet (módulo Ethernet/IP y el adaptador Ethernet POINT I/O), en donde también se visualiza los módulos instalados en el backplane del gabinete principal y los gabinetes auxiliares.

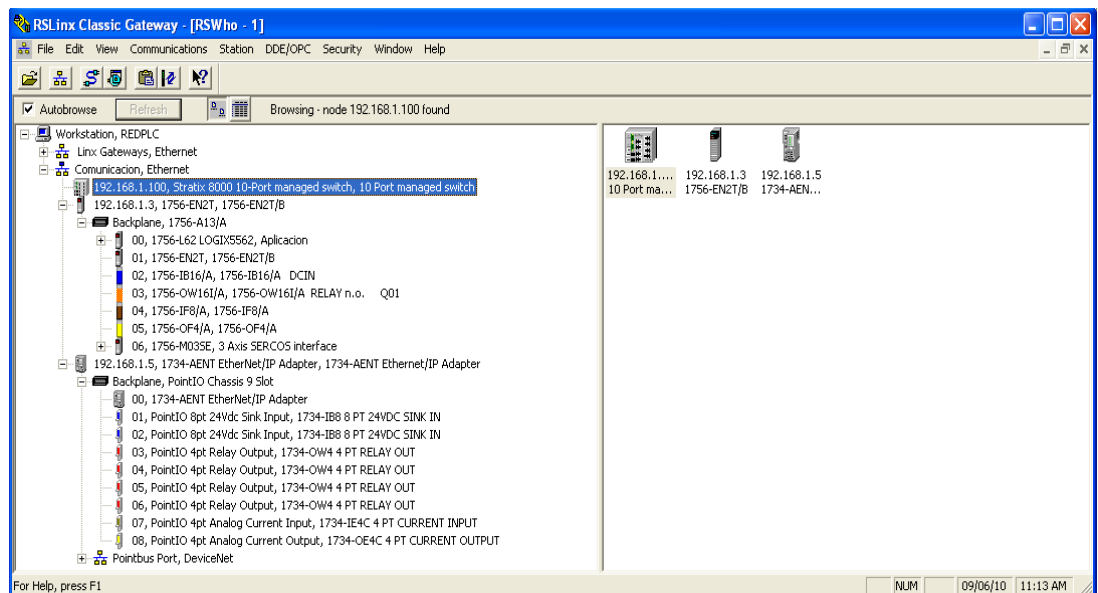


Figura 107: Entorno RSWho [74]

- g)** Para comprobar la Revisión del firmware de cada hardware que componen el sistema de control se debe corroborar en las propiedades del dispositivo, *Divice Properties*, aquí muestra en forma general las características que competen solo en para información de su comunicación que son necesarias para la configuración en el software de programación RSLogix 5000. Ver figura 108.

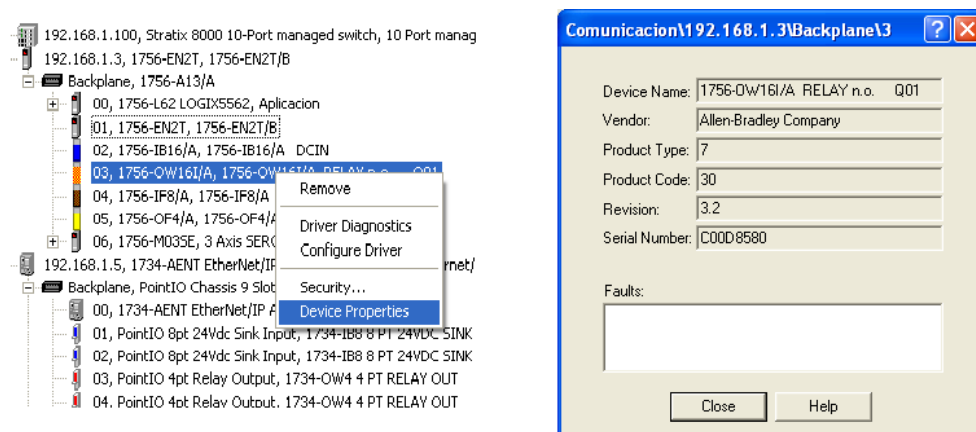


Figura 108: Device Properties [74]

4.2. Software de Programación (RSLogix 5000). Para configurar los dispositivos y el software de programación para el desarrollo de un proyecto (Ver Anexo) se sigue los siguientes pasos :

- a) Se inicia el software *RSLogix 5000*. En la herramienta *Controlloer Porjects* seleccionamos la opción *New Project* para crear un nuevo proyecto. Ver figura 109.

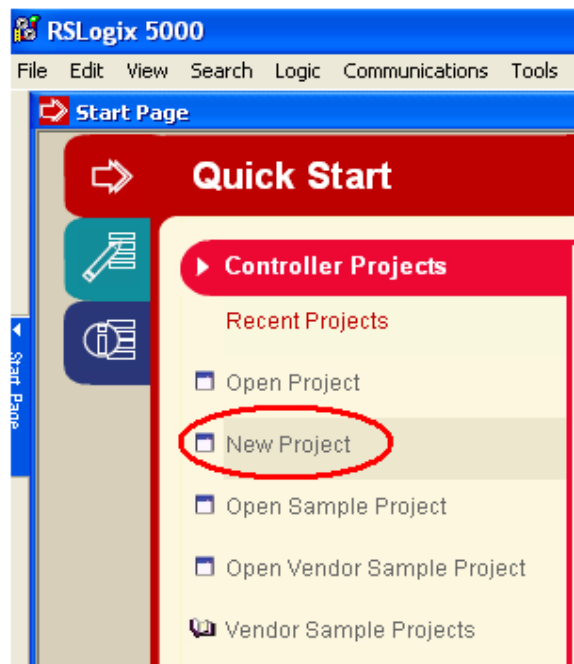


Figura 109: Selección Nuevo proyecto [74]

- b) En la ventana *New Controller* se configura el controlador sobre cual se va a trabajar el proyecto. Ver figura 110.

1) → Type: 1756-L62 ControlLogix5562 Controller

2) → Revision: 17

3) → Name:

4) → Description:

5) → Chassis Type: 1756-A13 13-Slot ControlLogix Chassis

6) → Slot: 0

Create In: C:\RSLogix 5000\Projects

Figura 110: Ventana de Configuración del Controlador. [74]

- 1) Referencia del Controlador, en este caso seleccionar 1756-L62 ControlLogix5562 Controller.
 - 2) En la Revision seleccionar 17, que es la última versión del firmware.
 - 3) Aquí colocar cualquier nombre para identificar el controlador por un nombre.
 - 4) La descripción si se desea hacer referencia sobre el proyecto que se realizará.
 - 5) El tipo de chasis seleccionamos el de 13-slot que es el instalado en el gabinete principal
 - 6) El slot es donde se encuentra la ubicación del controlador en el chasis, en este caso es el número cero.
Ver figura 110.
- c) Después de realizar los pasos anteriores tenemos un proyecto ControlLogix creado. Aquí no tenemos todavía ninguna E/S asociada al proyecto y ningún dispositivo de comunicación configurado. Ver figura 111.

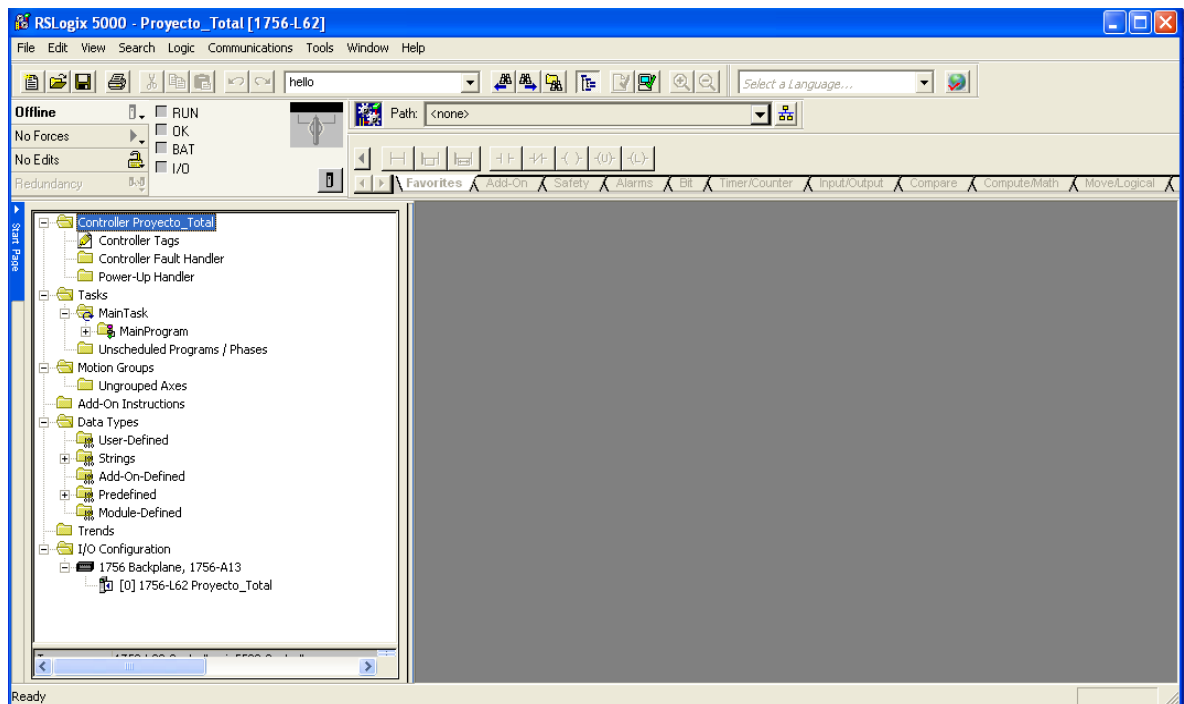


Figura 111: Visualización de la Carpeta *Controller*. [74]

En el árbol del proyecto: *Controller* '*Nombre del proyecto*' es donde se definen las variables y los tags de programa y controlador; *tasks* donde se escribirá el código de los algoritmos de control; *I/O configuration* donde se definen y configuran los módulos de entrada y salidas analógicos y/o digitales y otro tipo de módulos de interacción con el exterior. [92]

- d) Para la configuración de entrada y salida, se debe configurar primero los elementos de comunicación para así establecer el enlace del controlador y los módulos que se requieran para el proyecto. De esta manera en la carpeta *I/O Configuration* encontramos el backplane (chasis virtual) en donde debemos agregar los módulos del PAC. Le damos clic derecho al backplane y agregamos un nuevo modulo. Ver figura 112.

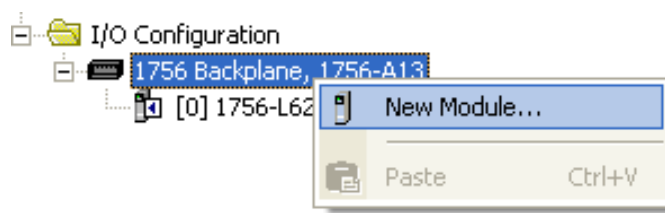


Figura 112: Carpeta *I/O Configuration* [74]

- e) Al seleccionar *New Module* nos muestra una nueva ventana donde podemos seleccionar los módulos que necesitemos para un proyecto. Ver figura 113. Para este caso se configuran los dispositivos que se encuentran instalados para el sistema de control. Ver figura 113.

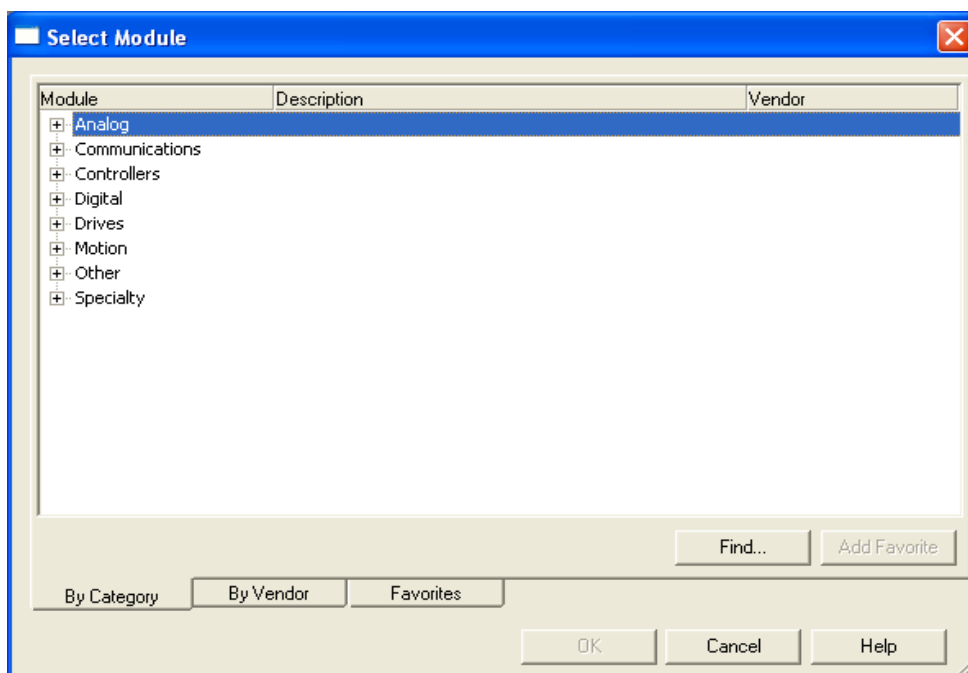


Figura 113: Ventana *Select Module* [74]

- f) Primero debemos configurar el módulo de comunicación Ethernet. Se selecciona la opción *Communications* y luego se busca el módulo, por último OK.

Module	Description	Vendor
1756-DHRIO/D	1756 DH+ Bridge/RIO Scanner	Allen-Bradley
1756-DNB	1756 DeviceNet Scanner	Allen-Bradley
1756-EN2F/A	1756 10/100 Mbps Ethernet Bridge, Fiber Media	Allen-Bradley
1756-EN2T/A	1756 10/100 Mbps Ethernet Bridge, Twisted-Pair Media	Allen-Bradley

Figura 114: Selección del módulo de comunicación Ethernet [74]

- g) Seleccionar el módulo según el orden como se muestra en el software de comunicación *RSLinx*. Después mostrará una ventana nueva en donde se debe seleccionar el *Major Revision* del módulo. Ver figura 115.

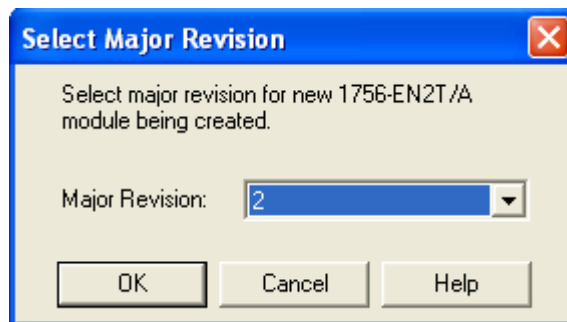


Figura 115: Ventana Select Major Revision del 1756-EN2T [74]

- h) El *Major Revision* de cada módulo se puede ver en el software de comunicación *RSLinx* en *Device Properties*. Ver figura 108. Seleccionar el número mayor que se encuentra en la opción *Major Revision*. Esto se realiza para cada uno de igual manera para cada dispositivo del sistema de control.
- i) En la ventana de *Select Major Revision* dar *OK*. Luego en la ventana *New Module* del 1756-EN2T, seleccionar la *Revision* (2.5) se establece una dirección IP *192.168.1.3* y desactivamos (*Disable Keying*) la codificación electrónica del módulo (*Electronic Keying*), damos *OK* y no realizamos ningún cambio. De igual manera se desactiva la codificación electrónica de todos los módulos del gabinete principal. Ver figura 116.

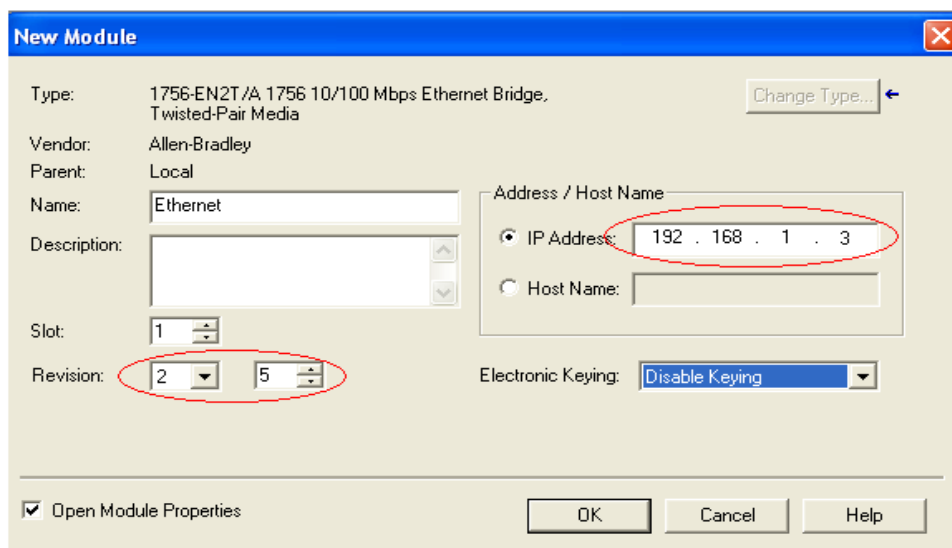


Figura 116: Ventana de Configuración del 1756-EN2T [74]

- j) Agregar un nuevo módulo al árbol del Ethernet. Este nuevo módulo será el Stratix 8000, el cual permite la comunicación entre el PC, el controlador y los módulos remotos. Ver figura 117.

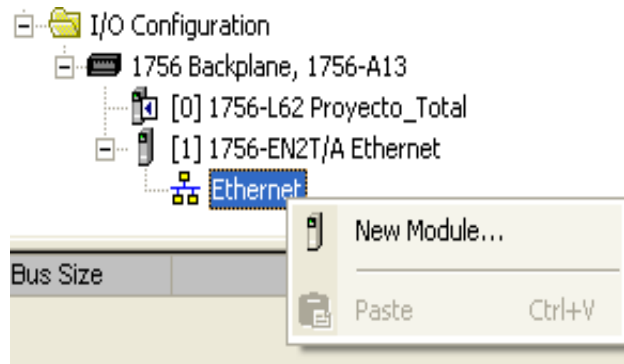


Figura 117: Configurar del árbol Ethernet [74]

- k) Para configurar el Stratix 8000 en el RSLogix 5000, examinar la Revision de este de igual manera como se hizo con el módulo de Ethernet. Luego en la ventana *Select Module* seleccionar en *Communications* el Stratix 8000 de 10 puertos, en seguida dar OK.

Module	Description	Vendor
Stratix 8000	14 Port Managed Switch	Allen-Bradley
Stratix 8000	10 Port Managed Switch	Allen-Bradley
Stratix 8000	6 Port Managed Switch	Allen-Bradley

Figura 118: Selección del Stratix 8000 [74]

- l) Se da un nombre al Statix 8000 en su ventana de configuración *New Module*. Luego le se asigna una dirección IP 192.168.1.100, esta dirección fue asignada cuando se configuró por primera vez el switch para establecer la comunicación entre los dispositivos del sistema. Ver Anexo I. También seleccionar la Revision (3.1). Ver figura 120. Al cambiar la Revision se realiza lo siguiente: Desactivar la codificación electrónica, después en *connection* se cambia la opción a *Data*, luego asignar una contraseña (*rockwell*), dar *OK* y confirmar que si se desea realizar los cambios. Ver figura 119.

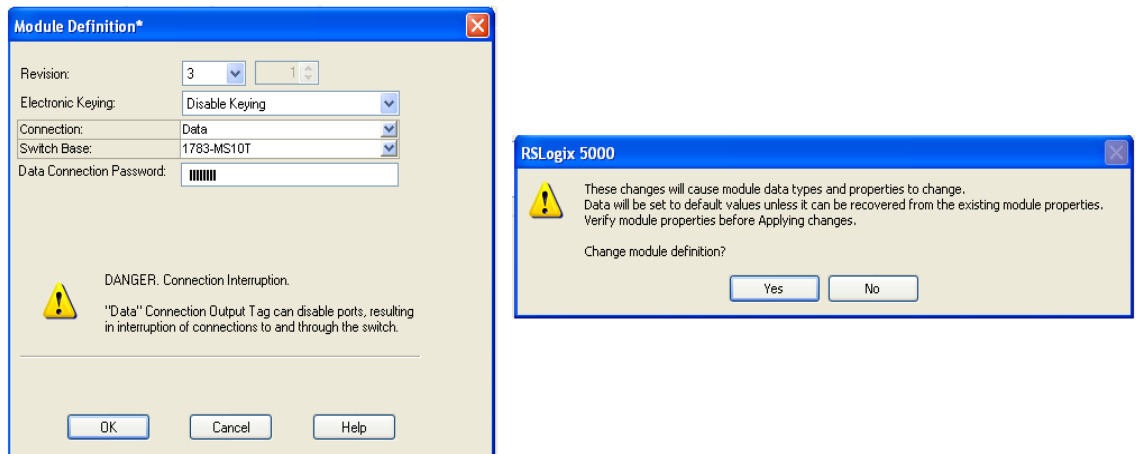


Figura 119: Ventana *Module Definition* del Stratix 8000 [74]

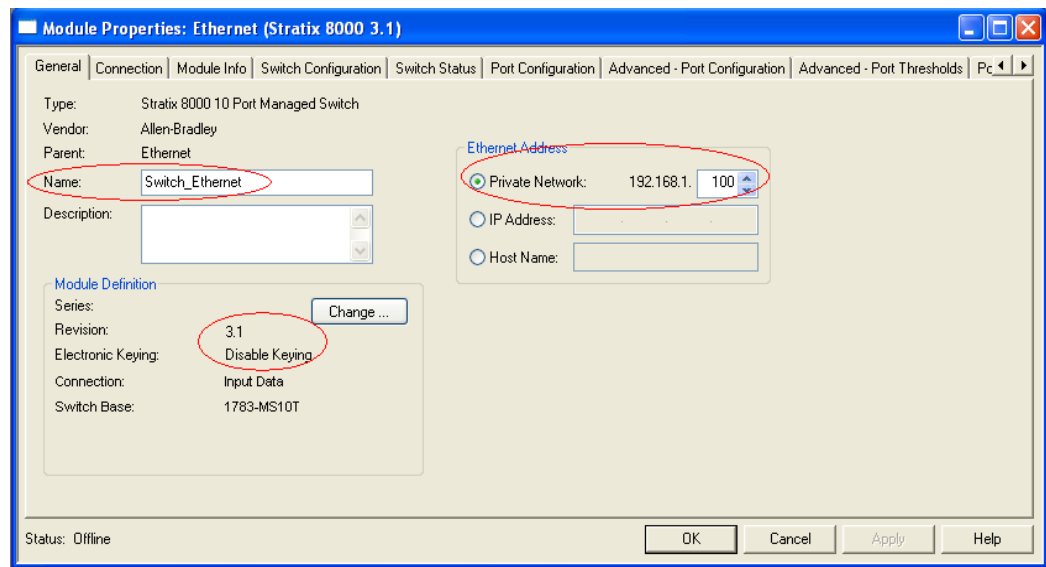


Figura 120: Ventana de Configuración del Stratix 8000 [74]

- m) En el mismo árbol de Ethernet agregamos un nuevo módulo. Este es el adaptador Ethernet para las entradas y salidas remotas (POINT I/O). En la misma opción de *Communications* seleccionamos el adaptador Ethernet 1734-AENT.

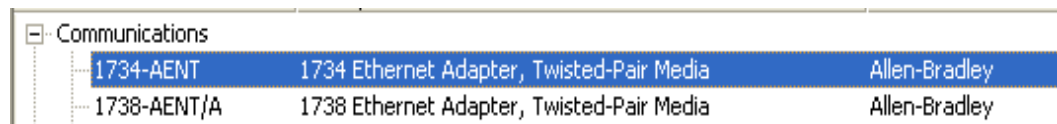


Figura 121: Selección del Módulo 1734-AENT. [74]

- n) Luego en la ventana de configuración *New Module*, se asigna una dirección IP 192.168.1.5, esta dirección fue asignada cuando se configuró por primera vez el adaptador Ethernet para establecer la comunicación entre los dispositivos del sistema. También seleccionar la Revision (3.1). Al cambiar la Revision se realiza lo siguiente: Desactivar la codificación electrónica, después en *connection* se cambia la opción a *Data*, luego el tamaño del chasis (9), dar OK y confirmar que si se desea realizar los cambios. Ver figura 122. Ver figura 123. Ver Anexo J.

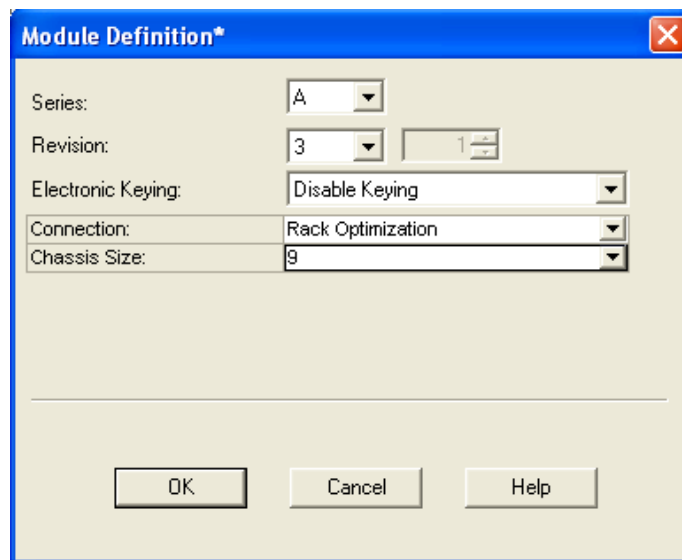


Figura 122: Ventana Module Definition. [74]

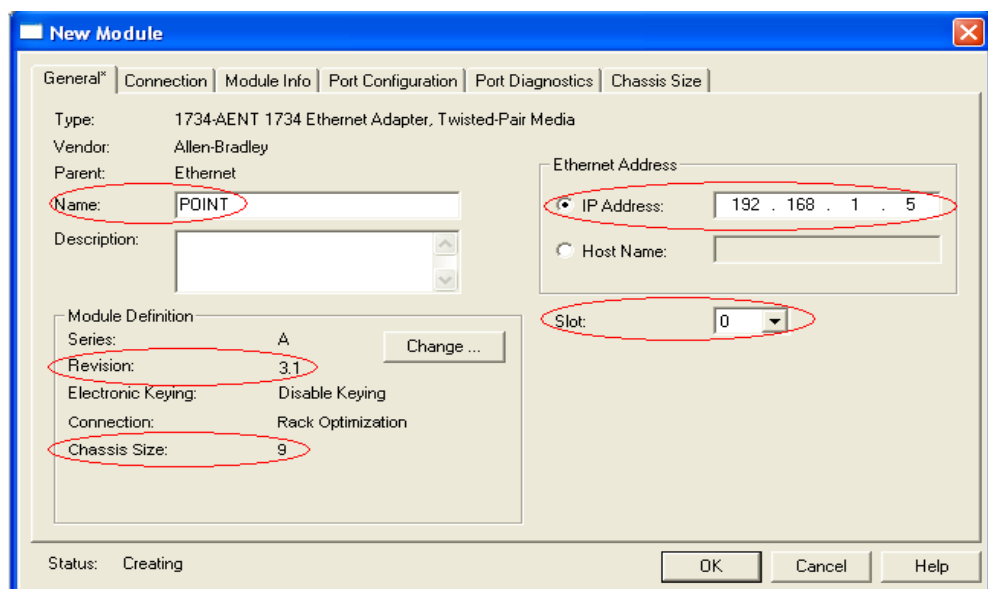


Figura 123: Ventana de Configuración del 1734-AENT. [74]

- o) Al ya estar configurado el adaptador Ethernet se agregan al backplane POINT los módulos de E/S remotos. En la ventana *Select Module* seleccionamos el módulo digital de entrada 1734-IB8. Luego en la ventana de configuración solamente cambiar la Revision del módulo (3.22) la codificación del modulo se deja en compatibilidad del módulo (*Compatible Module*). Ver figura 126. Ya agregado este, volver agregar otro módulo digital de entrada 1734-IB8. Ver figura 124. Ver figura 125. Ver figura 127.

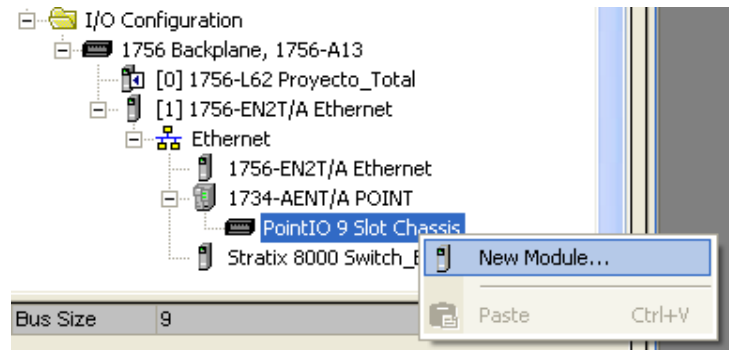


Figura 124: Backplane 1734-AENT. [74]

1734-IB4D	4 Point 10V-28V DC Input w/ Diagnostics, Sink	Allen-Bradley
1734-IB8	8 Point 10V-28V DC Input, Sink	Allen-Bradley
1734-IM2	2 Point 240V AC Input	Allen-Bradley

Figura 125: Selección del 1734-IB8. [74]

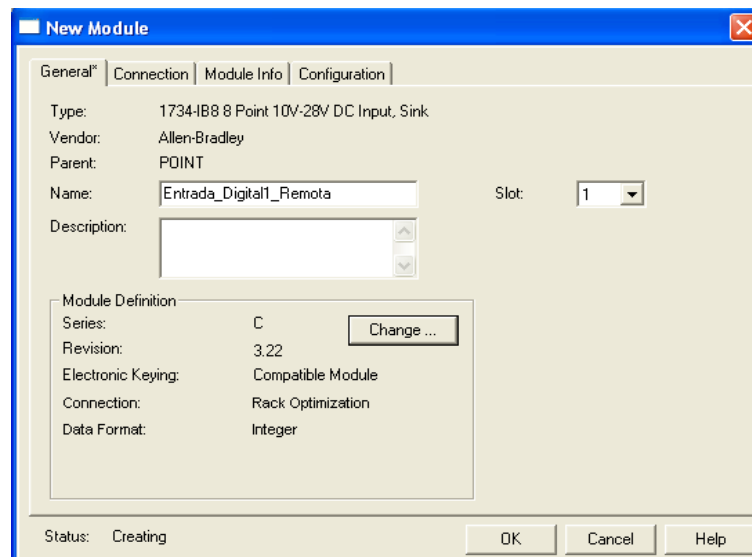


Figura 126: Ventana de Configuración del 1734-IB8. [74]

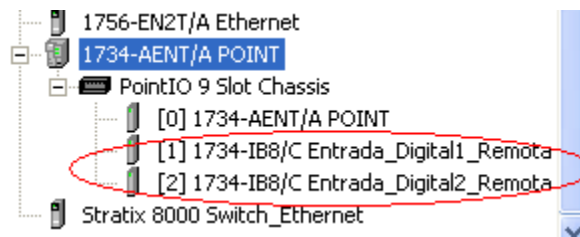


Figura 127: Módulos 1734-IB8 Configurados al RSLogix 5000. [74]

- p) De igual manera agregar los módulos de salida digital remota 1734-OW4. Ver figura 128. El número de Revision es 3.22. Configurar de forma similar a los módulos de entrada digital remota 1734-IB8. Agregar cuatro módulos 1734-OW4. Ver figura 129.

1734-OB2EP	2 Point 10V-28V DC Electronically Fused Protected Output..	Allen-Bradley
1734-OB4	4 Point Relay Output N.O./N.C.	Allen-Bradley

Figura 128: Selección del Módulo 1734-OW4. [74]

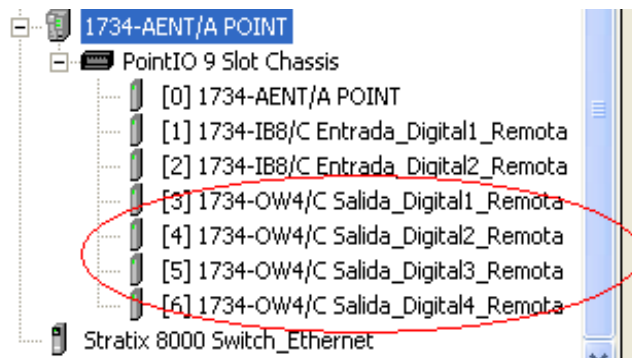


Figura 129: Módulos 1734-OW4 Configurados al RSLogix 5000. [74]

- q) Agregar los módulos de entrada y salida analógica. Estos dos módulos tienen un mismo número de Revision (3.1). De igual manera a los anteriores módulos digitales remotos agregados, se hace el mismo procedimiento para el módulo de entrada analógica 1734-IE4C y el módulo de salida analógica 1734-OE4C. Ver figuras 130, 131,132.

1734-IE4C	4 Channel Analog Current Input	Allen-Bradley
1734-OE4C	4 Channel Analog Current Output	Allen-Bradley

Figura 130: Selección de los Módulos 1734-IEC4 y 1734-OE4C [74]

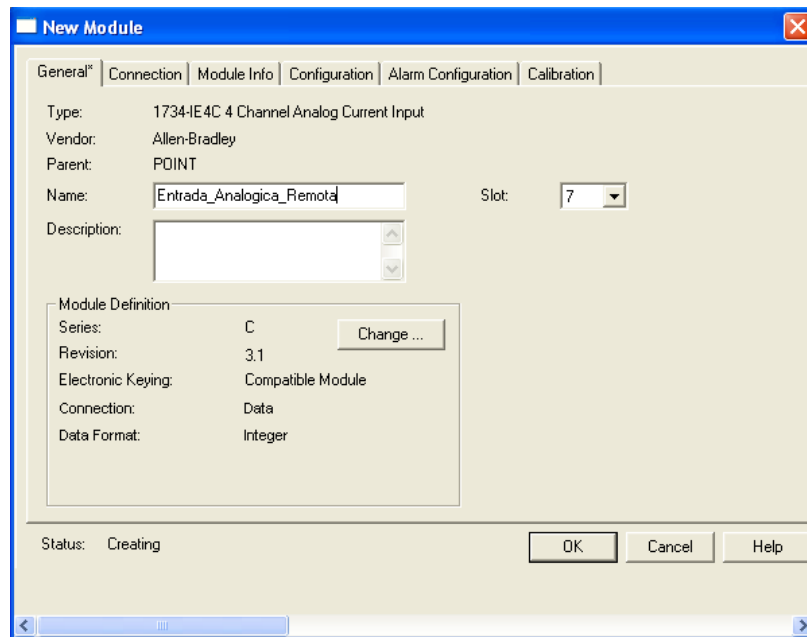


Figura 131: Ventana de Configuración del 1734-IE4C. [74]

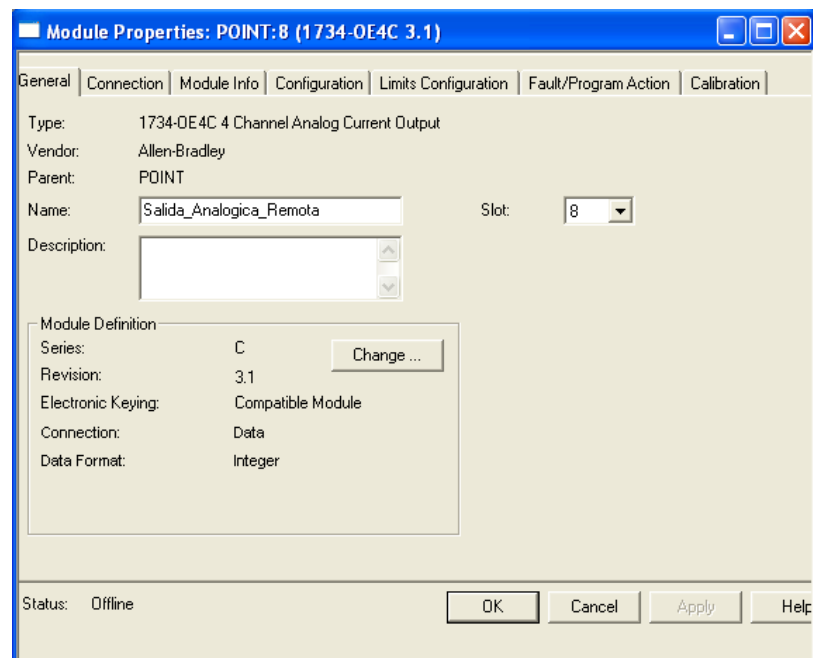


Figura 132: Ventana de Configuración del 1734-OE4C. [74]

- r) Ya configurados los módulos de E/S remota (Ver figura 133), retornamos al backplane principal y agregamos los módulos digitales tanto de entrada y

salida. En la ventana *Select Module* en la opción *Digital* buscamos los módulos digitales que se necesita el de entrada o salida. Ver Figura 134.

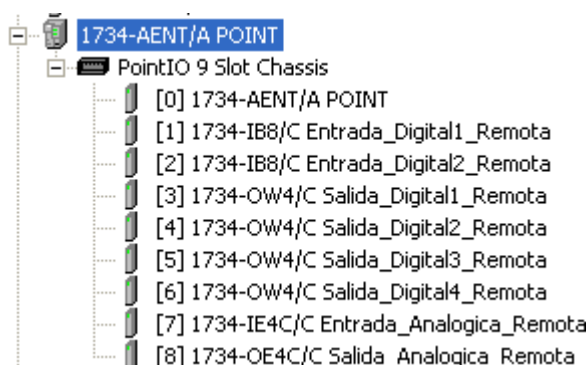


Figura 133: Módulos Remotos Configurados en el RSLogix 5000 [74]

Module	Description	Vendor
1756-IA32/A	32 Point 74V-132V AC Input	Allen-Bradley
1756-IA8D	8 Point 79V-132V AC Diagnostic Input	Allen-Bradley
1756-IB16	16 Point 10V-31.2V DC Input	Allen-Bradley
1756-IB16D	16 Point 10V-30V DC Diagnostic Input	Allen-Bradley
1756-OW32E/A	32 Point 10V-30V DC Electronically Fused Output, Sink	Allen-Bradley
1756-OW16I	16 Point 10V-265V AC, 5V-150V DC Isolated Relay	Allen-Bradley
1756-0X8I	8 Point 10V-265V AC, 5V-150V DC Isolated Relay N.O./N...	Allen-Bradley

Figura 134: Selección de los Módulos 1734-IEC4 y 1734-OE4C [74]

- s) Luego en la ventana de configuración del módulo 1756-IB16 solamente cambiar la Revision del módulo (3.3) y desactivamos la codificación del módulo (*Disable Keying*). Ver figura 135. De esta misma manera hacer para el módulo 1756-OW16I. Ver figura 136.

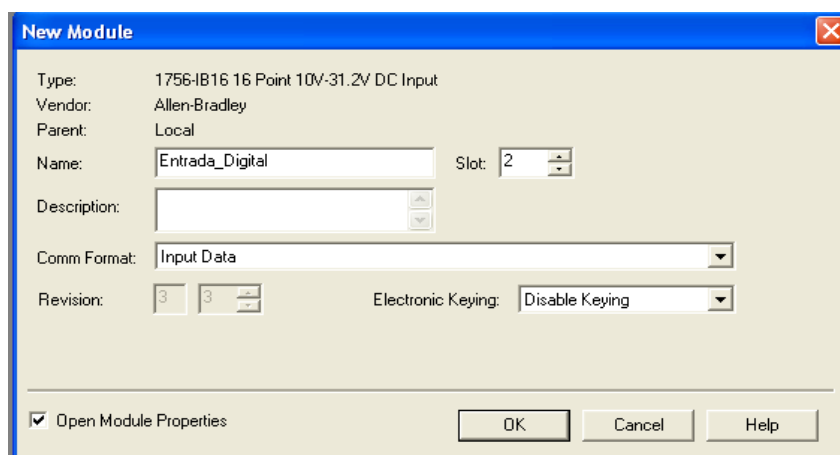


Figura 135: Ventana de Configuración del 1756-IB16 [74]

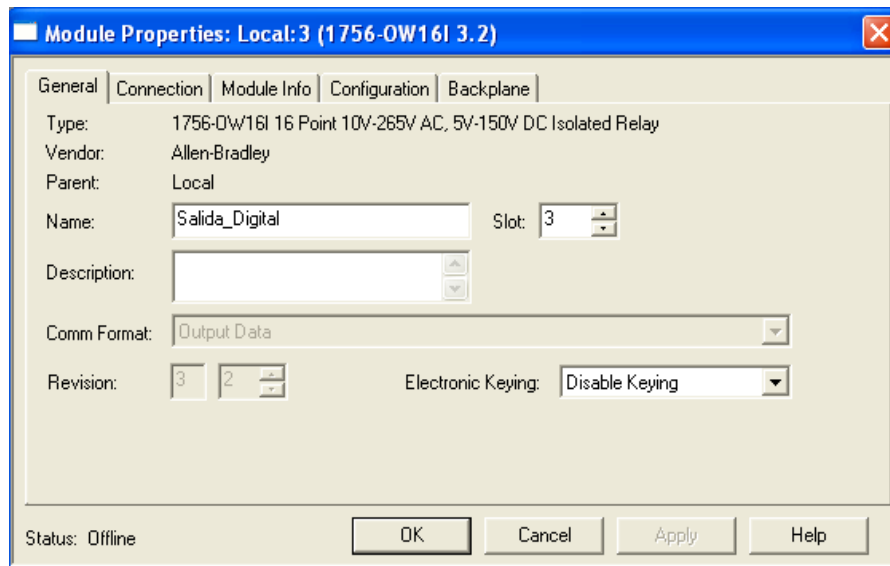


Figura 136: Ventana de Configuración del 1756-OW16I [74]

- t) Agregar ahora los módulos de E/S analógica. Se hace de igual manera que los módulos anteriores se seleccionan (Ver figura 137) y se configuran de forma similar, el número de Revision es 1.5. Ver figuras 138, 139.

... 1756-IF8	8 Channel Non-Isolated Voltage/Current Analog Input	Allen-Bradley
... 1756-OF4	4 Channel Non-Isolated Voltage/Current Analog Output	Allen-Bradley

Figura 137: Selección de los Módulos 1756-IF8 y 1734-OF4 [74]

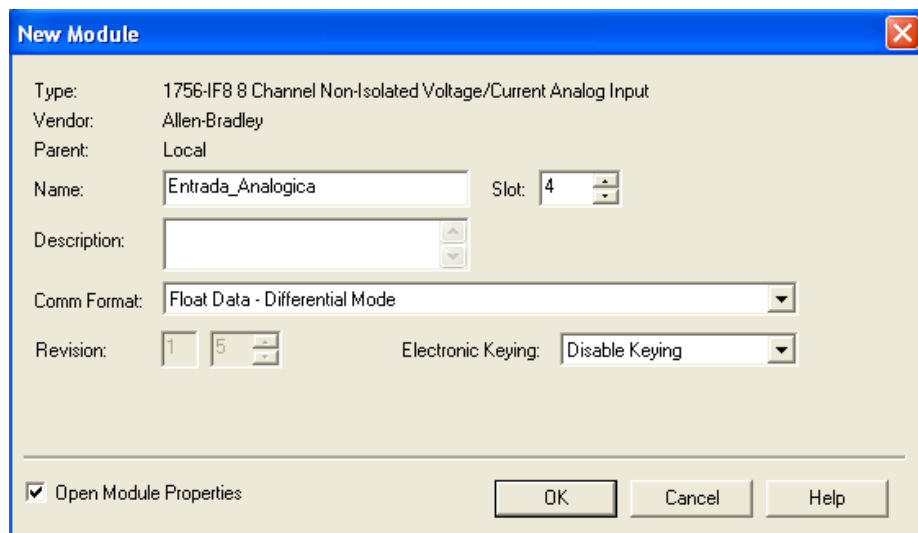


Figura 138: Ventana de Configuración del 1756-IF8. [74]

New Module

Type: 1756-OF4 4 Channel Non-Isolated Voltage/Current Analog Output
 Vendor: Allen-Bradley
 Parent: Local
 Name: Salida_Analogica Slot: 5
 Description:
 Comm Format: Float Data
 Revision: 1 5 Electronic Keying: Disable Keying

☒ Open Module Properties

OK Cancel Help

Figura 139: Ventana de Configuración del 1756-OF4. [74]

- u) Ya configurados los módulos de E/S del gabinete principal (ver figura 140), se configura el módulo sercos para el gabinete del módulo control de movimiento. En la ventana Select Module en la opción Motion seleccionar 176-M03SE. Ver figura 141.

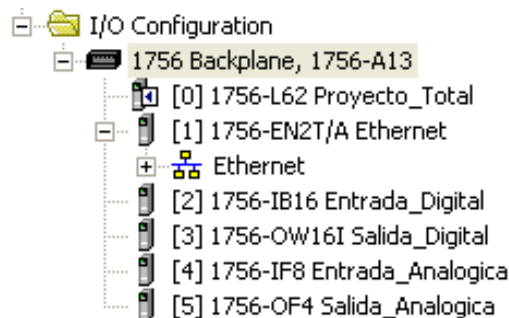


Figura 140: Módulos 1756 Configurados en el RSLogix 5000. [74]

1756-MU2A5	2 Axis Analog/SSI Servo	Allen-Bradley
1756-M03SE	3 Axis SERCOS Interface	Allen-Bradley

Figura 141: Selección del Módulo 1756-M03SE. [74]

- v) Para el módulo 1756-M03SE su número de Revision es 17.16, y se configura de esa manera, se desactiva la codificación electrónica. (Disable Keying). Ver figura 142.

Figura 142: Ventana de Configuración del 1756-M03SE. [74]

- w) Ya configurado el módulo sercos agregamos los drivers al árbol del módulo. Ver figura 143. Luego buscar en la opción *Drivers* de la ventana *Select Module* el driver 2094-DSD-005-SE. Ver figura 143.



Figura 143: 1756-M03SE Configurado. [74]

2094-SE02F-M00-...	Kinetix 6000, 460Vac, AM, 2.8A	Allen-Bradley
2098-DSD-005-SE	Ultra3000, 230VAC, SERCOS Drive, 2.5A Cont., 7.5A Peak	Allen-Bradley
2098-DSD-010-SE	Ultra3000, 230VAC, SERCOS Drive, 5A Cont., 15A Peak	Allen-Bradley

Figura 144: Selección del 2098-DSD-005-SE. [74]

- x) En la ventana de configuración se coloca el número de Revision (1.53), se desactiva la codificación electrónica. (Disable Keying). Agregar dos driver para este módulo. Ver figuras 145, 146.



Figura 145: Drivers Configurados en la Red Sercos. [74]

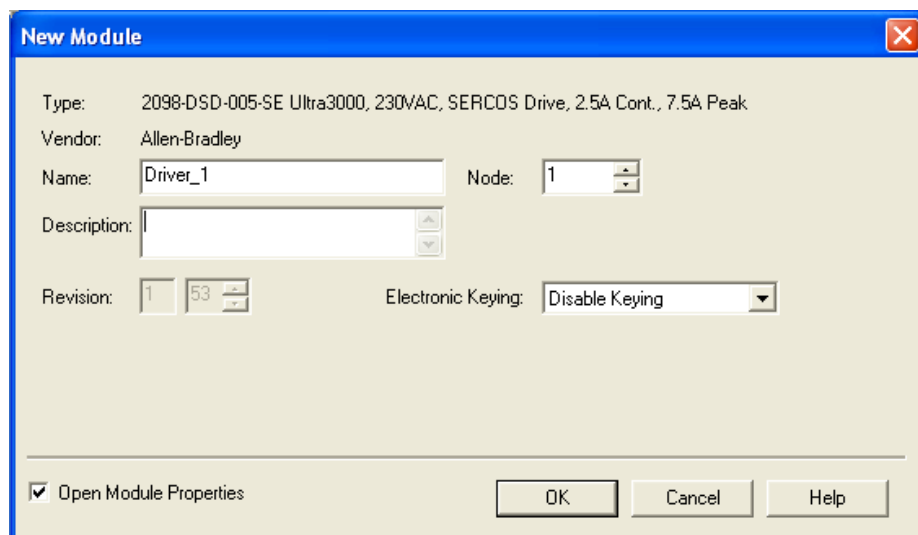


Figura 146: Ventana de Configuración del Driver 2092-DSD-005-SE. [74]

- y) Todos los módulos han sido configurados para el proyecto creado. Ver imagen 147.

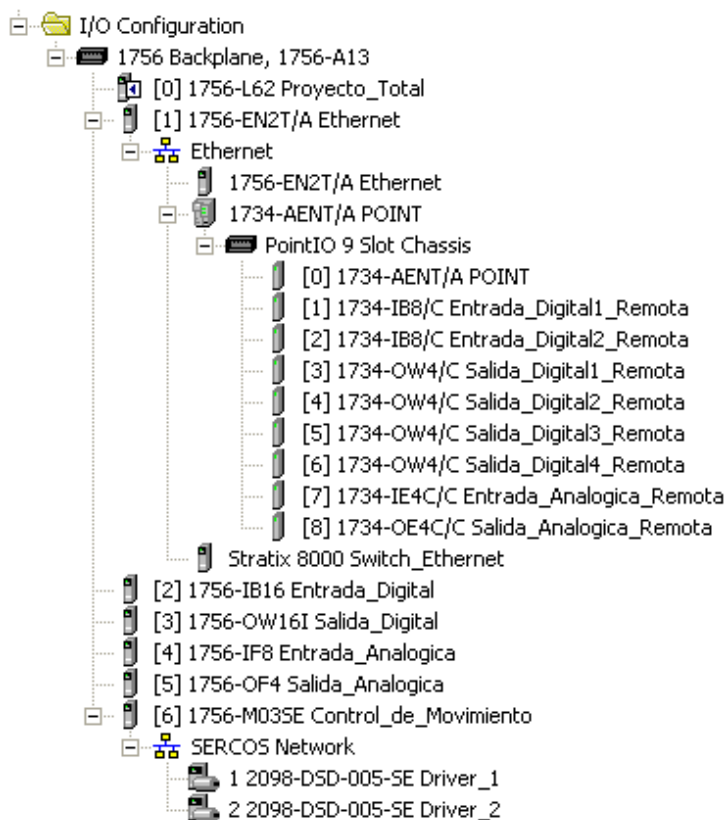


Figura 147: Módulos y Comunicaciones Configurados en el RSLogix 5000. [74]

RECOMENDACIONES

- No realizar ningún tipo de operación sobre la maquina sin haber realizados los pasos incluidos en los manuales de operaciones, tales como verificación de la parte mecánica, eléctrica, y la configuración de hardware y software.
- La manipulación de los elementos de control o de potencia debe ser realizada únicamente con el sistema desenergizado, ya que esto implica riesgos a la integridad humana.
- Durante el tiempo que el sistema se encuentre operando, no se pueden manipular los elementos de esta, tales como gabinete de paso, cilindros neumáticos, electro-válvulas y todos los componentes del sistema.
- La maquina no puede ser puesta en marcha si algún elemento neumático está fallando, la revisión de estos es fundamental antes de iniciar.
- La envasadora de miel desarrollada en este proceso es un prototipo, por tanto es de vital importancia tener en cuenta que el producto obtenido no es apto para consumo humano.
- Los productos viscosos se adhieren y se acumulan con facilidad en las superficies con las que tienen contacto, por lo tanto una vez usado el equipo es necesaria una limpieza de los elementos para garantizar que el funcionamiento de esta no sea afectado para prácticas posteriores.
- El barraje del tablero principal, no debe ser manipulado una vez encendido el tablero, ya que se corre el riesgo de descarga eléctrica.

CONCLUSIONES

- El equipo implementado en un proceso de automatización e instrumentación requiere de un análisis minucioso previo de acuerdo los objetivos planteados por el proyecto, definir el alcance de estos es primordial para la buena planificación y el desarrollo de éste, y así poder evaluar el tipo de instrumentos y elementos finales de control, como las condiciones a las cuales estarán sometidas, entre otras. En este tipo de hardware del sistema de control es necesario tener en cuenta todos los aspectos considerados dentro del proyecto, la aplicación que va manejar con el sistema de control para poder definir las características del controlador y a su vez los componentes que lo acompañaran. Los equipos que componen el sistema de control, así como los elementos que componen la aplicación requieren de un adecuado estudio de los requerimientos de alimentación y protección que demandan los equipos. Esto con el fin de garantizar la integridad de todo el sistema, bien sea de los equipos o la integridad del personal encargado de operar el sistema.
- Se debe tener en cuenta que este tipo de sistema de control trabaja como un sistema de control centralizado en donde las entradas y salidas remotas así también como el control de movimiento, dependen del funcionamiento del controlador que se encuentra en el gabinete principal, pero recalcando que este sistema puede tener procesos múltiples trabajando de forma paralela sin ninguna restricción.
- El sistema de control basado en la tecnología Allen Bradley, ofrece un número de ventajas en relación a los diferentes sistemas de control tradicionales, permitiendo facilidades que reducen el tiempo de desarrollo de aplicaciones, tales como los diferentes lenguajes de programación ofrecidos por el software utilizado, como las facilidades técnicas que este ofrece.
- El sistema de comunicaciones usado por el sistema de control, basado en el protocolo Ethernet Industrial permite la integración de diferentes módulos de ampliación ofrecidos por la arquitectura integrada *logix*, de forma sencilla, ahorrando costos en cableado y espacio; así mismo permiten la modificación del sistema, bien sea realizando un intercambio de los módulos existentes o agregando nuevos módulos para la ampliación del sistema de control.

BIBLIOGRAFIA

- [1] SPUR GÜNTER. Handbuch der Fertigungstechnik: Fügen, Handhaben und Montieren Edición 1986. Alemania, Capitulo 2.5.10. 375-377p
- [2] AUTOMATIZACIÓN CADENA DE MONTAJE. [Imagen electrónica].
En:
http://grupos.emagister.com/imagen/automatizacion_cadena_de_montaje/t107812-0.jpg
[Consulta: 2010-08-01].
- [3] OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN. [Página de Internet]
En:
[http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm#Objetivos de la automatización](http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm#Objetivos%20de%20la%20automatizacion)
[Consulta: 2010-07-22]
- [4] QUE SON LOS PAC. [Página de Internet]
En:
<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/DBCC2AA73D23AABB86256F49006EFD2B>
[Consulta: 2010-07-22]
- [5] INDUSTRIAL AUTOMATION. [Imagen electrónica]
En: http://www.cgcontrols.ie/images/siemens_plc_auto.jpg
[Consulta: 2010-07-22]
- [6] MANTILLA JUAN .C., LARA FABIAN .A.
Ingeniería conceptual para la Implementación del modelo de manufactura integrada por computador en las plantas de tratamiento de agua por osmosis inversa modelo Clearwater Facultad de Ingeniería Electrónica. UPB - Bucaramanga. Abril / 2009. 26-63p
- [7] CIM. [Imagen electrónica].
En: http://www.aventa.com.au/html/classic_cim.html
[Consulta: 2010-08-10]
- [8] NV TECNOLOGIA. [Imagen electrónica].
En: <http://www.nvtecnologias.com/imagenes/serv.jpg>
[Consulta: 2010-08-10]
- [9] SENSORES Y TRANSDUCTORES. [Página de internet]
En: http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/

- [Consulta: 2010-07-28]
- [10] SAM AUTOMATION. [Imagen electrónica]
En: <http://www.samsl.com/es/images/stories/imagenes/lendher-inductive-sensors.jpg> [Consulta: 2010-07-28]
- [11] RELÉ. [Página de internet]
En: http://www.ugr.es/~amroldan/enlaces/dispo_potencia/relés.htm
[Consulta: 2010-07-28]
- [12] OMRON, AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. [Imagen Electrónica].
En: http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/switching_components/electromechanical_relays/industrial_plug_in_relays/my/default.html
[Consulta: 2010-07-28].
- [13] ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA. [Imagen electrónica].
En: http://eecta.com/01_desarrollo%20de%20software.html
[Consulta: 2010-08-10].
- [14] ROCKWELL AUTOMATION, SoftLogix5800 Guía de selección.
Publicación 1789-SG001A-ES-P Agosto de 2000. [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [15] ROCKWELL AUTOMATION, FlexLogix Controller. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239770/2183981/>
[Consulta: 2010-08-12].
- [16] ROCKWELL AUTOMATION, Controllers – CompactLogix System. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/407648/7921716/index.html> [Consulta: 2010-08-12].
- [17] ROCKWELL AUTOMATION, CompactLogix Guía de selección.Publicación 1769-SG001K-ES-P – Marzo 2010. [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com> [Consulta: 2010-08-12].
- [18] ROCKWELL AUTOMATION, Controllers – ControlLogix System. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/360807/1837516> [Consulta: 2010-08-12].
- [19] INDUSTRIAL TRAINING. [Imagen electrónica].

- En: <http://www.bin95.com/seminars/abcontrollogix-rslogix5000.jpg> [Consulta: 2010-08-10].
- [20] ROCKWELL AUTOMATION. [Imagen electrónica].
En: <http://epub1.rockwellautomation.com/images/web-proof-large/GL/40784.jpg> [Consulta: 2010-08-10].
- [21] ROCKWELL AUTOMATION, Guía de selección del sistema de Controladores programables PLC-5.
Publicación 1785-SG001A-ES-P - Marzo 2004 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [22] ROCKWELL AUTOMATION, SLC 500 System. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/plclogic/slc/>
[Consulta: 2010-08-12].
- [23] SE-SYSTEMS. [Imagen electrónica].
En: <http://www.se-systems.com/pics/plc5.jpg>
[Consulta: 2010-08-10].
- [24] ROCKWELL AUTOMATION, MicroLogix 1500 System.
Publicación 1764-SO001A-ES-P 2004 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [25] CINEMATICA AUTOMATIZACION. [Imagen electrónica].
En: http://www.automatizacion-plc.com.mx/media/DIR_123/ml1500.jpg
[Consulta: 2010-08-10].
- [26] ROCKWELL AUTOMATION, MicroLogix™ 1400.
Publicación 1766-PP001A-ES-P Julio de 2008 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [27] ROCKWELL AUTOMATION, Controladores programables MicroLogix 1400
Publicación 1766-IN001C-ES-P Octubre 2009 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [28] ROCKWELL AUTOMATION, MicroLogix Family Brochure
Publicación 1761-BR006C-ES Enero 2006 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].

- [29] ROCKWELL AUTOMATION, MicroLogix 1100
Publicación 1763_PP001A_ES. Enero 2005 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [30] ROCKWELL AUTOMATION, Pico Controller. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239730/3676481/>
[Consulta: 2010-08-12].
- [31] ROCKWELL AUTOMATION. [Imagen electrónica].
En:
http://www.ab.com/programmablecontrol/plc/pico/images/home_pico.jpg
[Consulta: 2010-08-10].
- [32] ROCKWELL AUTOMATION, SmartGuard 600 Controllers
Publicación 1752-UM001B-ES-P Febrero 2007 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-12].
- [33] ODVA. [Imagen electrónica].
En:
http://www.ab.com/programmablecontrol/plc/pico/images/home_pico.jpg
[Consulta: 2010-08-13].
- [34] ROCKWELL AUTOMATION, Controladores Compact GuardLogix
Publicación 1768-UM002A-ES-P – Febrero 2010 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-13].
- [35] HBI PR & MARCON. [Imagen electrónica].
En:
http://www.hbi.de/uploads/media/03-29-10_Allen-Bradley_Compact_GuardLogix_GRAPHIC.jpg
[Consulta: 2010-08-13].
- [36] ROCKWELL AUTOMATION, GuardPLC™ Controller System
Publicación 1753-RM002B-EN-P - October 2005 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-13].

- [37] ROCKWELL AUTOMATION, GuardPLC™ Controladores de seguridad PLC fáciles de usar y programar con la función “arrastrar y colocar”
Publicación 1755-PP001B-ES-P Septiembre de 2001
[Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-13].
- [38] ROCKWELL AUTOMATION, GuardPLC Safety Control Systems Overview.
[Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239764/2198252/>
[Consulta: 2010-08-13].
- [39] ROCKWELL AUTOMATION, GuardPLC 1800 Safety Controller. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239764/5884578/tab2.html>
[Consulta: 2010-08-13].
- [40] ROCKWELL AUTOMATION. 1769 Compact I/O [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/407648/6238134/tab2.html>
[Consulta: 2010-08-13].
- [41] DIDRA SISTEMAS. [Imagen electrónica].
En: <http://www.didra.com/contenido/productos/m1500-1769-compact-i-o-mod.jpg>
[Consulta: 2010-08-13].
- [42] ROCKWELL AUTOMATION. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/360807/2284181>
[Consulta: 2010-08-13].
- [43] ODVA. [Imagen electrónica].
En: <http://www.odva.org/Portals/0/images/products/EWEB.jpg>
[Consulta: 2010-08-13].
- [44] ROCKWELL AUTOMATION. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239760/1551233/tab3.html>
[Consulta: 2010-08-15].

- [45] ROCKWELL AUTOMATION. [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239758/2554063/tab4.html>
[Consulta: 2010-08-15].
- [46] A-TECH CONTROLS. [Imagen electrónica].
En: http://www.a-techcontrols.com/Images_Sale_Items/A-Bracket.jpg
[Consulta: 2010-08-13].
- [47] ROCKWELL AUTOMATION. [Página de Internet].
En: <Http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239756/2688040/>
[Consulta: 2010-08-15].
- [48] KOLLEWIN. [Imagen electrónica].
En: http://www.kollewin.com/EX/09-14-21/fgc_SLC500.jpg
[Consulta: 2010-08-13].
- [49] ROCKWELL AUTOMATION, Guía de selección de productos Compact I/O
Publicación 1769-SG002D-ES-P Mayo de 2005 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-13].
- [50] ROCKWELL AUTOMATION. Programmable Controllers [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/>
[Consulta: 2010-08-15].
- [51] ROCKWELL AUTOMATION. MicroLogix Expansion I/O [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/9071972/9072277/index.html>
[Consulta: 2010-08-15].
- [52] ROCKWELL AUTOMATION, POINT I/O Datos técnicos
Publicación 1734-TD002B-ES-P - Enero de 2001 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].
- [53] ROCKWELL AUTOMATION, POINT I/O Datos técnicos
Publicación 1734-TD002B-ES-P - Enero de 2001 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].

- [54] ROCKWELL AUTOMATION, NetLinx Selection Guide
Publicación 1734-TD002B-ES-P Enero de 2001 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].
- [55] ECLECTRO-INTRO. [Página de Internet].
En: <http://www.elec-intro.com/EX/05-13-02/devicenet2.jpg>
[Consulta: 2010-08-16].
- [56] ROCKWELL AUTOMATION. Networks and Communications [Página de Internet].
En: <http://www.ab.com/networks/switches/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [57] ROCKWELL AUTOMATION, Arquitectura Integrada
Publicación IA-BR004A-ES-P Diciembre de 2007 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].
- [58] TECONOLGICO. [Página de Internet].
En: <http://www.mitecnologico.com/Main/Firmware>
[Consulta: 2010-08-16].
- [59] ROCKWELL AUTOMATION, Cómo obtener resultados con RSLinx Classic
Publicación LNX-GR001A-ES-E Agosto de 2008 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].
- [60] ROCKWELL AUTOMATION. RSLogix 5 [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogix5/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [61] ROCKWELL AUTOMATION. RSLogix 500 [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogix500/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [62] ROCKWELL AUTOMATION. RSLogix 5000 [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogix5000/>
[Consulta: 2010-08-16].

- [63] ROCKWELL AUTOMATION. RSLogix Archinet [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogixarchitect/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [64] ROCKWELL AUTOMATION. RSLogix Emulate [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogixemulate/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [65] ROCKWELL AUTOMATION. RSLogix NetWorx [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslogixnetworx/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [66] ROCKWELL AUTOMATION. RSView32 [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/performance/view32/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [67] ROCKWELL AUTOMATION. FactoryTalk View [Página de Internet].
En: <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/performance/view/>
[Consulta: 2010-08-16].
- [68] ROCKWELL AUTOMATION, Controladores Logix5000 Información y estado del controlador.
Publicación 1756-PM015B-ES-P Julio 2008 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].
- [69] ROCKWELL AUTOMATION, ControlLogix Selection Guide.
Publicación 1756-SG001G-ES-P Julio 2008 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].
- [70] ROCKWELL AUTOMATION, ControlLogix for SIL2 Reference Manual.
Publicación 1756-RM092A-ES-P Septiembre 2002 [Documento Electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-15].

- [71] ROCKWELL AUTOMATION, Consideraciones de diseño de los Controladores Logix5000 Manual de referencia
Publicación 1756-RM094B-ES-P Agosto 2005 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-16].
- [72] CATARINA, Controlador Lógico Programable [Documento electrónico].
En: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf
[Consulta: 2010-08-17].
- [73] FESTO, Grafcet [Documento electrónico].
En: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/548680_grafcet_es_leseprobe.pdf
[Consulta: 2010-08-17].
- [74] RODRIGUEZ D. JAIME A., SANGREGORIO S. VIYILS. Implementación del sistema de control tecnología *Rockwell Automation* en el laboratorio de automatización industrial de la universidad pontificia bolivariana. Universidad Pontificia Bolivariana, Agosto de 2010.
- [75] ROCKWELL AUTOMATION, Pautas de cableado y conexión a tierra de equipos de automatización industrial.
Publicación 1770-4.1ES Febrero de 1998 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [76] ROCKWELL AUTOMATION, Controladores Logix5000
Publicación 1756-QR107C-ES-P Junio 2005 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [77] ROCKWELL AUTOMATION, ControlLogix Selection Guide
Publicación 1756-SG001M-EN-P May 2009 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [78] ROCKWELL AUTOMATION, ControlLogix EtherNet/IP Bridge Module Installation Instructions.
Publicación 1756-IN603B-EN-P January 2009 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].

- [79] ROCKWELL AUTOMATION, Módulo de entrada (10 a 31.2 V) de CC ControlLogix.
Publicación 1756-5.31ES Septiembre de 1999 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [80] ROCKWELL AUTOMATION, Módulo de contacto aislado de CA (10-265 V) CC (5-150 V) ControlLogix
Publicación 1756-IN011A-ES-P Octubre de 2000 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-17].
- [81] ROCKWELL AUTOMATION, Módulo de entrada de corriente/voltaje ControlLogix
Publicación 1756-5.40ES Septiembre de 1999 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [82] ROCKWELL AUTOMATION, Módulo de salida de voltaje/corriente ControlLogix Instrucciones de instalación.
Publicación 1756-IN016A-ES-P Octubre de 2000 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [83] ROCKWELL AUTOMATION, Módulo ControlLogix SERCOS interface Instrucciones de instalación.
Publicación 1756-IN572G-ES-P Mayo de 2005 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [84] ROCKWELL AUTOMATION, Stratix 8000 Ethernet Managed Switches Installation Instructions.
Publicación 1783-IN005B-EN-P December de 2008 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [85] ROCKWELL AUTOMATION, POINT I/O GUÍA DE SELECCIÓN
Publicación 1734-SG001C-ES-P Mayo de 2006 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].

- [86] ROCKWELL AUTOMATION, POINT I/O Ethernet Adapter User Manual
Publicación 1734-UM011C-EN-P Junary de 2006 [Imagen electrónica].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [87] ROCKWELL AUTOMATION, Point I/O Sink Input Module
Publicación 1734-IN051F-EN-E August de 2005 [Imagen electrónica].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [88] ROCKWELL AUTOMATION, Potencia y flexibilidad del servovariador digital
Publicación 2098-BROO1B-ES-P Junio de 2001 [Documento electrónico].
En: <http://literature.rockwellautomation.com>
[Consulta: 2010-08-18].
- [89] ARIAS JARAMILLO, Juan José y OLARTE SILVA, Leidy Johanna.
Instrumentación y Automatización de una Maquina Extrusora-Prensadora para
la Extracción de Aceite de la Semilla de Algodón. Bucaramanga, 2009,
Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de
Ingeniería Electrónica.
- [90] TELEMECANIQUE, Zelio Relay
Julio de 2009 [Imagen electrónica].
En: www.schneider-electric.com
[Consulta: 2010-08-18].
- [91] SIEMENS, El gran programa de relés SIRIUS
Octubre del 2009 [Imagen electrónica].
En: www.automation.siemens
[Consulta: 2010-08-16].

ANEXOS

ANEXO A. Presupuesto Del Proyecto

DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR CONVENIO UNIT.	VALOR TOTAL
EQUIPO DE CONTROL			
Rack no extensible de 12 posiciones para TSX Premium	1	\$ 780.780,00	\$ 780.780,00
Fuente de Alimentación TSX-Premium 110...220Vac/26W	1	\$ 584.640,00	\$ 584.640,00
Procesador PREMIUM 57264	1	\$ 3.053.820,00	\$ 3.053.820,00
Módulo de 16 entradas Digitales 24Vdc PNP	1	\$ 378.840,00	\$ 378.840,00
Módulo de 16 salidas Digitales 24Vdc/0,5A PNP	1	\$ 467.040,00	\$ 467.040,00
Módulo de 4 entradas analógicas de alto nivel 16 bits	1	\$ 1.359.036,00	\$ 1.359.036,00
Módulo de 4 salidas analógicas de alto nivel aisladas	1	\$ 1.470.000,00	\$ 1.470.000,00
Módulo Premium Profibus-DP Master	1	\$ 3.035.340,00	\$ 3.035.340,00
Gateway para bus de campo Profibus-DP Esclavo	1	\$ 516.180,00	\$ 516.180,00
Módulo de comunicación 1 vía Full Modbus	1	\$ 1.068.186,00	\$ 1.068.186,00
CANOPEN PC-CARD TYPE III	1	\$ 1.146.180,00	\$ 1.146.180,00
Terminal Táctil Magelis XBTGT 5.7"	1	\$ 2.671.200,00	\$ 2.671.200,00
Fuente Auxiliar para instrumentación 24 Vdc/5A	1	\$ 198.680,00	\$ 198.680,00
Switch de 5 puertos - 10/100TX	1	\$ 398.160,00	\$ 398.160,00
Cable TSX-Premium SCY21600 RS485 a SCA	1	\$ 160.440,00	\$ 160.440,00
Cable de conexión RJ45 a MiniDIN para programacion de PLC	1	\$ 106.260	\$ 106.260,00
Cable conversor USB a RS485	1	\$ 209.160	\$ 209.160,00
Cable conexión XBT GT a PLC Premium	1	\$ 47.880,00	\$ 47.880,00
Bornero tornillos 20 contactos para Entradas	4	\$ 48.720,00	\$ 194.880,00
Tapa de slot vacío TSX-Premium	1	\$ 74.340,00	\$ 74.340,00
Software Vijeo Designer terminales XBT GT, Licencia para 1 PC	1	\$ 1.371.426,00	\$ 1.371.426,00
SYCON V2.9 SINGLE USER	1	\$ 1.883.280,00	\$ 1.883.280,00
Unity PRO M EDUC FACILITY (100 Licencias)	1	\$ 1.853.880,00	\$ 1.853.880,00
		SUBTOTAL	\$ 23.029.628,00
		IVA	\$ 3.684.740,48
		TOTAL DESC.	\$ 26.714.368,48

EQUIPO DE POTENCIA			
Totalizador del Tablero de Automáticos/50A (EZC100N3050)	1	\$ 241.500,00	\$ 241.500,00
Totalizador del Tablero de Control/20A (EZC100N3020)	1	\$ 241.500,00	\$ 241.500,00
Bobina de disparo MN (EZAUVR110AC)	1	\$ 221.600,00	\$ 221.600,00
Taco del Tablero de Automaticos	1	\$ 36.000,00	\$ 36.000,00
Interruptor Termomagnético bipolar C60N (24068) 220Vac/0.5A	1	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00
Parado de Emergencia rojo - 1 NC/ girar para liberar (XB5AS542)	1	\$ 91.400,00	\$ 91.400,00
Bases para relé enchufable Tipo Universal 14 pines (RXZE2M114M)	16	\$ 37.000,00	\$ 592.000,00
Relé enchufable Tipo Universal 14 pines 220Vac/10A (RXM4AB2P7D)	16	\$ 54.200,00	\$ 867.200,00
		SUBTOTAL	\$ 2.444.200,00
		IVA	\$ 391.072,00
		TOTAL	\$ 2.835.272,00
		TOTAL DESC.	\$ 1.134.108,80

ELEMENTOS			
Caja de Automáticos	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Gabinete principal con sobrefondo	1	\$ 950.000,00	\$ 950.000,00
Laminas de Barrage	3	\$ 20.000,00	\$ 60.000,00
Canaleta ranurada de 40mm X 60mm	4	\$ 15.920,00	\$ 63.680,00
Canaleta ranurada de 25mm X 60mm	2	\$ 16.380,00	\$ 32.760,00
Riel Omega perforado EBC	4	\$ 3.000,00	\$ 12.000,00
Manguera tubería Flexible Flexiconduit 1"	2	\$ 7.350,00	\$ 14.700,00
Manguera tubería Flexible Flexiconduit 1/2"	2	\$ 7.350,00	\$ 14.700,00
Conector recto para tubería de 1"	2	\$ 4.150,00	\$ 8.300,00
Conector recto para tubería de 1/2"	2	\$ 6.000,00	\$ 12.000,00
Bornas Universales (0390 60)	155	\$ 2.550,00	\$ 395.250,00
Señalización de las bornas	35	\$ 3.000,00	\$ 105.000,00
Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras	120	\$ 4.000,00	\$ 480.000,00
Cable vehículo AWG 18 ROJO/NEGRO/AZUL/VERDE	20	\$ 8.000,00	\$ 160.000,00
Base adhesiva 25mm X 25mm blanca	100	\$ 1.500,00	\$ 150.000,00
Cinta adhesiva de doble faz 5m X 3/4"	3	\$ 4.000,00	\$ 12.000,00
Remaches	500	\$ 50,00	\$ 25.000,00
Alambre desnudo 14	10	\$ 800,00	\$ 8.000,00
Bolsa de amarres plásticos 12 cm blancos	10	\$ 5.500,00	\$ 55.000,00
		SUBTOTAL	\$ 2.559.890,00
		IVA	\$ 409.582,40
		TOTAL DESC.	\$ 2.969.472,40
		TOTAL PRESUP. +IVA	\$ 30.817.949,68

Nota: Presupuesto dotado por la Facultad de Ingeniería Industrial.

ANEXO B. 1756 ControlLogix Chassis Specifications.
(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO C. Specifications - ControlLogix Controllers.
(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO D. Manual de los Módulos de Entrada y Salida Digital

(Remitase al Anexo Digital)

**ANEXO E. Manual de los Módulos de Entrada y Salida Digital
Analógicos**

(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO F. Manual Módulo ControlLogix SERCOS interface
(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO G. Tabla de referencia de interruptores Stratix
(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO H. Stratix 8000 Ethernet Managed Switches
(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO I. Manual de Configuración Ethernet con el Switch Stratix 8000

ANEXO J. Manual de Configuración y Especificaciones del Adaptador Ethernet 1734-AENT

ANEXO K. Especificaciones generales del POINT I/O
(Remitase al Anexo Digital)

**ANEXO L. Especificaciones Ultra3000 Digital Servo
Drives**

(Remitase al Anexo Digital)

**ANEXO M. Especificaciones de los Relés Telemecanique y
Siemens**

(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO N. Fuente 24VDC 1606-XLS120E.

(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO O. Fuente 24VDC 1794-PS13.

(Remitase al Anexo Digital)

ANEXO P. Filtro AC
(Remitase al Anexo Digital)

**ANEXO Q. Conjunto de Instrucciones para la Programación en el
RSLogix 5000**

(Refiérase al Anexo Digital)

ANEXO R. Planos Eléctricos del Sistema de Control

ANEXO S. Manual de Operación