

**INTEGRACIÓN DE SEÑALES DE SUPERVISIÓN Y MONITOREO DE BOMBAS
CON MOTOR ELÉCTRICO POR COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE MODBUS.**

RICARDO ANTONIO MUÑOZ CAMACHO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESPECIALIZACIÓN INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2012**

**INTEGRACIÓN DE SEÑALES DE SUPERVISIÓN Y MONITOREO DE BOMBAS
CON MOTOR ELÉCTRICO POR COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE MODBUS.**

RICARDO ANTONIO MUÑOZ CAMACHO

**Monografía para optar el título de Especialista en Instrumentación y Control
Industrial**

Director. Jhon Jairo Padilla Aguilar, PhD

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESPECIALIZACIÓN INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2012

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 23 de Abril de 2012

A mi esposa, a mi hijo Pablo Antonio con todo mi amor, y a mis padres y hermanas que hacen parte de este esfuerzo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	13
1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	14
1.1 SISTEMA CENTRALIZADO DE SUMINISTRO DE AGUA	14
1.1.1 Captación	15
1.1.2 Clarificación	15
1.1.3 Filtración	16
1.1.4 Ultrafiltración	16
1.1.5 Distribución de agua potable	16
1.16 Suministro a Sistema Contra Incendio	17
2. ESQUEMA OPERATIVO	18
2.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA CRUDA	18
2.1.1 Sistema de captación de agua cruda Bote de Refinería	18
2.1.1.1 Condiciones Generales	18
2.1.1.2 Aspectos Operativos de las Bombas de Succión	20
3. PRINCIPIOS DE AUTOMATIZACIÓN	22
3.1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y SEGURIDAD DE LA PLANTA	22
3.1.1 Subestación Bote de Río Refinería	24
4. PRINCIPIO DE OPERACIÓN	26

4.1 Captación de agua cruda del Río Magdalena	26
5. LOCALIZACIÓN Y DISTRUBICION DE EQUIPOS	30
5.1. TRANSMISOR DE VIBRACIÓN	30
5.2 TRANSMISOR DE TEMPERATURA RTD	32
5.3 GABINETE MARSHALLING MC-U801-02	33
5.4 SWITCHGEAR +L07 (SR469)	35
5.5 PLC U-801/U-830/U-850	37
6. DIAGRAMAS Y CONEXIONADO INSTRUMENTACION	40
6.1 CONEXIONADO SENSORES DE TEMPERATURA Y VIBRACIÓN	41
6.2 CONEXIONADO RELEVADOR MULTILIN SR-469	43
6.3 CONEXIONADO PLC U-801	46
6.4 CABLE MODBUS	48
7. COMUNICACIÓN RS-485	49
7.1 ESTÁNDAR RS-485	49
7.2 CARACTERÍSTICAS	49
8. INTRODUCCIÓN AL PROTOCOLO MODBUS-RTU	50
8.1 MODO DE TRANSMISIÓN	50
8.2 ESTRUCTURA DE LOS MENSAJES EN EL MODO RTU	51
8.3. DIRECCIÓN	52
8.4 CODIGO DE LA FUNCIÓN	52
8.5 CAMPO DE DATOS	53
8.6 CRC	53
9. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	55

9.1 RED DE CONTROL DE PROCESOS	55
9.2 RED DE INFORMACIÓN DE LA PLANTA	56
9.3 RED DE COMUNICACIÓN I/O REMOTOS	56
9.4 SISTEMA DE SUPERVISIÓN	56
10. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFIA	62

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1. Fotografía Área Bote del Río.	19
Figura 2. Esquema Bomba Centrifuga.	20
Figura 3. Bomba con motor eléctrico MP-801Q.	24
Figura 4. Cable de Señales de la Bomba MP-801Q.	26
Figura 5. Diagrama de Bloques Arquitectura Sistema de Control Bote del Río.	27
Figura 6. Esquema P&ID Bomba MP-801Q.	29
Figura 7. Montaje típico transmisor de vibración.	31
Figura 8. Montaje y conexionado transmisor de vibración y RTD.	32
Figura 9. Gabinete Marshalling MC-U801-02	34
Figura 10. Borneras de conexión de señales digitales en gabinete.	35
Figura 11. Switchgear +L07	36
Figura 12. Gabinete PLC U-801.	38
Figura 13. Gabinete PLC U-830.	39
Figura 14. Diagrama de bloques conexionado Bomba MP-801Q.	38
Figura 15. Diagrama de ubicación sensores de temperatura y vibración Bomba MP-801Q.	42
Figura 16. Alambrado típico de RTD en Relevador Multilin.	44
Figura 17. Esquema de conexión RTD's relevador SR-469.	45
Figura 18. Esquema de conexión RS-485.	46

Figura 19. Tarjeta Prosoft MV156E-MCMR.	47
Figura 20. Cable de interfaz RS-485.	49
Figura 21. Estructura de los mensajes en modo RTU.	52
Figura 22. Pantallazo Sistema bombeo flotante Bote del río.	58
Figura 23. Detalle Señales de monitoreo Temperatura y Vibración Bomba MP-801Q.	59
Figura 24. Pantallazo Señales de Bomba eléctrica MP-801Q.	60

LISTA DE ANEXOS

	PAG.
Anexo A. Diagrama general P&ID	64
Anexo B. Diagrama arquitectura Sistema de Control	66
Anexo C. Data Sheet Sensor Rosemount 86	68
Anexo D. Data Sheet Transmisor de Vibración	80
Anexo E. Generalidades y Especificaciones SR469	83
Anexo F. Generalidades y Características Cable Modbus	87
Anexo G. Esquema de Conexión Sensor de Temperatura Bomba MP-801Q	91
Anexo H. Esquema de Conexión Sensor de Vibración Bomba MP-801Q	93
Anexo I. Diagramas de Lazo y Conexionado Señales Bomba MP-801Q	95

RESUMEN

En esta monografía se presenta el desarrollo, montaje, implantación y conexión de un equipo rotativo (bomba con motor eléctrico), el cual tiene señales de comando y estado que son cableadas desde el tablero de distribución (Switchgear) existente hacia el sistema de control PLC, las cuales son monitoreadas y registradas a través de un protocolo de comunicación MODBUS. Adicionalmente se tienen señales de corriente, voltaje y temperaturas, que llegan cableadas desde los transmisores y sensores ubicados en la bomba hacia la subestación de la celda eléctrica Switchgear e interconectada hacia el PLC a través del protocolo Modbus RTU RS 485 para luego pasar a la red de control ControlNet.

El protocolo de comunicación MODBUS es la solución tecnológica de comunicación entre la bomba de motor eléctrico y las estaciones de monitoreo, supervisión y control ubicadas en los cuartos de control de la refinería.

El uso de este protocolo permite obtener un sistema de supervisión y monitoreo de bombas de motor eléctrico utilizadas para la captación de agua cruda ubicadas en sitios remotos y con dificultades de acceso por parte de operadores, aumentando la fiabilidad de control del proceso y la producción de agua potable requerida en Complejo Industrial de Barrancabermeja.

El diseño del sistema de supervisión y monitoreo se presenta en un ambiente gráfico amigable para el operador, con la capacidad de monitorear y manipular las variables físicas que intervienen en el proceso, todo esto bajo nuevos estándares de comunicación y diseños de interfaz hombre máquina.

La importante aplicación de este sistema de supervisión y monitoreo es la incorporación avanzada de proyectos de modernización de la refinería de Barrancabermeja.

SUMMARY

This monograph presents the development, assembly, installation and connection of a rotating equipment (pump with electric motor), which has command and status signals that are wired from the distribution panel (Switchgear) existing to PLC control system, which are monitored and recorded through a MODBUS communication protocol.

Additionally have current signals, voltage and temperature, coming from wired transmitters and sensors in the pump to the electrical substation Switchgear cell and interconnected to the PLC via RS 485 Modbus RTU then move on to the network ControlNet control.

The Modbus protocol is the technological solution for communication between the electric motor and pump stations monitoring, supervision and control located in the control room of the refinery.

Using this protocol enables a system of supervision and monitoring of electric motor pumps used for the abstraction of raw water in a remote location and difficult access by operators, increasing the reliability of process control and production water required in Barrancabermeja Industrial Complex.

The design of supervision and monitoring system is presented in a friendly graphical environment for the operator with the ability to monitor and manipulate the physical variables involved in the process, all under new standards of communication and human-machine interface designs.

The major application of this system of supervision and monitoring is to incorporate advanced project to modernize the Barrancabermeja refinery.

INTRODUCCIÓN

El proyecto propuesto busca solucionar un problema práctico de la Refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja. Se buscará mejorar el control de las bombas con motor eléctrico mediante la utilización de un sistema de comunicaciones que utiliza el protocolo MODBUS.

En el presente documento se describe el proyecto realizado, describiendo los objetivos, metodología seguida y la planeación en general del mismo.

Esta monografía contiene una descripción general del proceso y la filosofía de control de operación, supervisión y monitoreo de bombas con motor eléctrico a través de la comunicación Modbus entre un Relevé Multilin (Multilin Relay) y un PLC gobernador.

El proyecto se enfoca específicamente hacia las plantas de agua del Área de Refinería, y tiene como objeto integrar las señales de supervisión y monitoreo a través de la comunicación Modbus RTU RS-485, las cuales son llevadas desde un Tablero de distribución (Switchgear) (tomadas desde el Relevé Multilin asociado) hacia un PLC. Estas señales provienen de transmisores de temperatura y vibración, también se incluyen las señales y comandos de estado del motor de una nueva bomba con motor eléctrico para la captación de agua cruda del río Magdalena instalada en una plataforma sobre el río.

La integración incluye el acondicionamiento de todas las señales digitales y analógicas de la bomba con motor eléctrico hacia el Relevé Multilin y el PLC.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Dentro de este capítulo se presenta de forma general la descripción de las diferentes fases que se tienen en el proceso, y los equipos involucrados en cada una de estas.

En general, los procesos existentes mantienen el esquema operativo actual que se está implementado en la Refinería de Barrancabermeja, y solo en el caso de que se requiera implementar nuevas modificaciones por requerimientos de nuevos subprocesos, las mismas serán propuestas para estudio y aprobadas por los desarrolladores y constructores de la ingeniería.

Para conocer el esquema existente de operación se presenta la descripción original del tratamiento del agua realizado en el Complejo Industrial de Barrancabermeja, incluyendo puntos asociados a la operación, control y mantenimiento del proceso de captación de agua cruda del río Magdalena, el cual es el eje central de esta monografía de grado.

Ver Anexo A. El cual es un diagrama general P&ID que hace referencia al sistema de servicio industrial – agua en la Refinería de Barrancabermeja.

1.1 SISTEMA CENTRALIZADO DE SUMINISTRO DE AGUA

La filosofía general de este proyecto consiste en la centralización de la producción de agua desmineralizada y potable para toda la Gerencia Regional de Barrancabermeja en el Área de Refinería, instalando nuevas unidades de ultrafiltración y ósmosis reversa, aprovechando las unidades existentes de clarificación, filtración y suavización, términos que más adelante se aclaran.

Adicionalmente se cuenta con un nuevo clarificador y un nuevo sistema para la transferencia del agua clarificada hacia la nueva unidad de ultrafiltración.

En general, las fases principales que se realizan en el proceso de agua se describen a continuación:

1.1.1 Captación

Se realiza captación de agua cruda desde el bote ubicado en el río Magdalena. Incrementando la confiabilidad mediante la instalación de unidades adicionales de bombeo. Estas unidades adicionales están conformadas por una bomba nueva con motor eléctrico (P-801Q) y el reemplazo de una bomba actual eléctrica por una bomba con motor diesel (P-801L). En este proyecto se construyó el control y automatización de la bomba eléctrica P-801Q por medio del conexionado Modbus.

1.1.2 Clarificación

El agua captada se distribuye mediante dos cabezales a los clarificadores.

En estos clarificadores se combinan procesos de floculación y clarificación. Para estos procesos, en las líneas de alimentación a los clarificadores se dosifica sulfato de aluminio y poli-electrolito. La operación del sistema actual de clarificación no se modifica, solo se cuenta con un nuevo clarificador que incluye su respectivo sistema de dosificación de químicos, que a su vez está conformado por bombas dosificadoras de sulfato de aluminio accionadas por motor eléctrico, con una capacidad de 5.4 gpm (galones por minuto), y bombas dosificadoras de polímero floculante también accionadas por motor eléctrico, para el proceso de floculación.

A la salida del nuevo clarificador, el agua se distribuye con dos bombas nuevas, una con motor eléctrico y una accionada por turbina de vapor, cada una con capacidad de 3000 gpm. La bomba con motor eléctrico está normalmente en operación, y la de turbina se encuentra disponible como respaldo. Adicionalmente,

se ha considerado una línea nueva para alimentar el agua clarificada de este nuevo clarificador directamente a la nueva Unidad de Ultrafiltración.

1.1.3 Filtración

Dentro del proceso existente se dispone del paso de agua clarificada por los filtros de lecho mixto con relleno de arena/grava/antracita existentes antes de ingresar a la unidad de Ultra filtración nueva. El agua filtrada se recolecta en un cabezal común, desde el cual se alimenta a la unidad de Ultrafiltración.

1.1.4 Ultrafiltración

Dentro del nuevo esquema operativo se incluye la nueva unidad de ultrafiltración. La producción de agua ultra-filtrada se divide en dos corrientes: una hacia el tanque existente (donde parte del agua se utiliza para posterior alimentación a la unidad de ósmosis inversa) y otra hacia el tanque de agua potable existente. Parte del agua contenida en el Tanque es enviada a la nueva Unidad de Osmosis Inversa por medio de las nuevas bombas de agua ultra filtrada. Todas estas bombas son accionadas por motor eléctrico, cada una con capacidad de 4000GPM.

1.1.5 Distribución de agua potable

Parte del agua ultra filtrada es destinada a la producción de agua potable. Este flujo pasa por los filtros de carbón activado cuando se requiere, y posteriormente se le adiciona cloro para la desinfección. Luego es dirigido hacia un tanque de almacenamiento.

El agua potable se almacena en el tanque de almacenamiento y de acuerdo con el flujo de proceso existente, y se distribuye a los usuarios finales (áreas refinería, balance y usuarios externos) mediante una sistema de bombeo existente.

1.16 Suministro al Sistema Contra Incendio

Dentro de este nuevo esquema operativo se instalaron dos bombas nuevas con motor eléctrico y cada una con capacidad de 1950 gpm, para efectuar reposición de agua al tanque contraincendios de Galán¹ desde el tanque contraincendios de Balance con su respectiva línea de interconexión.

¹Son tanques de almacenamientos ubicados en zona industrial de la Refinería de Barrancabermeja con capacidad de 450.000 ft³ (K-3900) en Galán y (K-2902) en Balance con capacidad 153.952 ft³.

2. ESQUEMA OPERATIVO

Para la producción de agua potable en la planta de tratamiento en Refinería, se utiliza como fuente de suministro el agua del Río Magdalena, usando como sistema de captación dos botes flotantes, en los cuales se encuentra instalado el equipo de bombeo. Este sistema no es exclusivo para agua potable, suministra igualmente el agua requerida para las demás plantas de tratamiento, donde se producen otros tipos de agua (para generación de vapor, enfriamiento en equipos y sistemas contra incendio), para garantizar la operación normal de todas las unidades de proceso.

El suministro de agua cruda se realiza a través de dos cabezales de 20 pulgadas de diámetro.

2.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA CRUDA

Existen dos botes flotantes, uno para el sistema procesamiento de agua de Refinería y el otro para la planta de Balance; para garantizar un suministro permanente de agua cruda, los dos botes que están interconectados.

2.1.1 Sistema de captación de agua cruda Bote de Refinería

2.1.1.1 Condiciones Generales

Es un sistema de flotación compuesto por varias cámaras de aire separadas entre sí, y cuyas dimensiones son: longitud 84 pies, ancho 24 pies, y espesor 5 pies. Sobre superficie esta instaladas siete (7) bombas, de la cual se relacionara la bomba a implementar.

Las bombas envían el agua a un cabezal de 24" de diámetro situado en la parte superior del bote. De este cabezal se conectan 9 mangueras de 10" de diámetro las cuales descargan a un cabezal de 24" de diámetro enterrado, localizado en el muelle.

La parte delantera del bote (proa) está protegida por un botalón, para evitar daños ocasionados por los troncos que son arrastrados por el río.

Este sistema está sujeto al muelle mediante amarres y dispone de una hoja a fin de que varíe su posición de acuerdo al nivel del río. Ver Figura 1. La popa posee una caja semicircular (en forma de media luna), con orificios en el fondo para permitir la entrada de agua al canal de succión y a su vez evitar la presencia de elementos extraños (palos, aceite) en el agua.

El pozo de succión está localizado en la parte central del bote y está provisto a la entrada de tres mallas a fin de evitar el paso de impurezas hasta la succión de las bombas. Estas mallas tienen facilidades para sacarlas y llevarlas cuando sea necesario. Para a lograr la estabilidad del bote, éste está sujeto en sus dos extremos (proa y popa) al muelle mediante cables de hierro.

Figura 1. Fotografía Área Bote del Río.

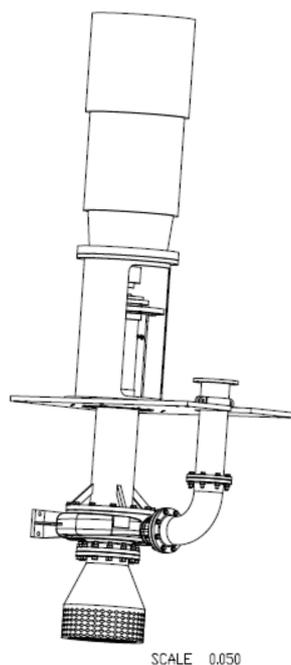


2.1.1.2 Aspectos Operativos de las Bombas de Succión

Las bombas utilizadas en este sistema, tienen como característica el ser de succión negativa², esta condición exige que sean cebadas antes de ponerlas en servicio. Adicionalmente, debido a que la succión de cada bomba está provista de una malla (filtro), se requiere antes del cebado soplar las succiones para eliminar las impurezas atrapadas. Ver Figura 2.

Para el cebado se puede utilizar aire o agua lo mismo que para el soplado.

Figura 2. Esquema Bomba Centrífuga.



Estas bombas centrífugas tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en el agua. El agua cruda del río entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión. El rotor también proporciona al

² La altura de succión (H_s) es $H_s < 0$, es decir el nivel del agua inicial está por debajo del eje de la bomba.

líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor.

En la tabla se muestran algunas características principales de la Bomba MP-801Q.

Tabla 1. Características principales de la Bomba MP-801Q.

BOMBA CENTRIFUGA	
Fabricante	FLOWSERVE
Modelo	FRBH
Tipo	Vertical
Capacidad	4800 gpm
Presión de Succión	14.3 psia
Presión de Descarga	65 psia
Presión Diferencial	65 psi
Cabecal Diferencial	150 ft
Poder Hidráulico	182 hp
Peso	2275 kg
Información Drive	
Voltios	4160
Fases	3
Corriente Full Carga	33 A

3. PRINCIPIOS DE AUTOMATIZACIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y SEGURIDAD DE LA PLANTA

Las estrategias de control son diseñadas para una operación sencilla y eficiente, por lo que el control regulatorio consiste en lazos sencillos de presión, flujo, nivel, temperatura y velocidad.

El sistema de control centralizado de la planta de agua está conformado por una red de PLC's existentes los cuales controlan la operación de las bombas de agua cruda (Bomba Centrífuga).

A este sistema de control se tienen asociadas alarmas por alto y/o bajo, que alertan al operador para prevenir problemas que puedan causar una mala operación y eventualmente entrar en pérdida de activos, paradas de plantas y equipos particulares. Ante la presencia de estas alarmas, el operador debe realizar acciones correctivas dependiendo el caso, y así evitar que se generen disparos que ocasionan apagado y/o parada de equipos.

Dentro de la filosofía del sistema, se define como práctica estándar, ante la presencia de valores de alarma por muy bajo y/o muy alto, generar acciones de interbloqueos (I-xxxR: run, I-xxxS: stop) o acciones directas (PSLL, LSLL, LSHH)³ sobre el apagado de equipos individuales, y/o cierre o apertura de dispositivos finales de control, con el fin de reducir consecuencias de un incidente o eventos peligrosos. Para el accionamiento de las bombas incluidas en el alcance del proyecto EPC2-Agua, para las cuales la ingeniería básica ha definido el

³ PSLL (Switch de presión muy bajo), LSLL (Switch de nivel muy bajo), LSHH (Switch de nivel muy alto)

requerimiento de accionamientos automáticos, se han incluido dentro del sistema de Interlocks⁴, interbloques de arranque identificados en la nomenclatura como (I-xxxR) y parada identificados en la nomenclatura como (I-xxxS), que evalúan condiciones de proceso, directas o permisivas, para ejecutar cada acción respectivamente, y así proteger la bomba centrífuga.

Se define como estrategia de control el cierre de una o más válvulas, o la parada de uno o más equipos rotativos (bombas) cuando se detecten desviaciones locales, que no requieran una parada general de la planta.

Como eventos asociados al accionamiento de apagado se definen señales de estado (On/Off), comandos o accionamiento de paradas de emergencia (shutdown) para cada equipo individual. Para el caso de los motores eléctricos estas señales son cableadas desde la subestación eléctrica (MCC ó SWGR) hacia el PLC, y desde allí son confirmadas por comunicaciones (red ControlNet) al sistema de control de proceso, para garantizar así el apagado apropiado de los equipos o parte de la planta.

Por otro lado, para las bombas accionadas por turbina o motor diesel, el apagado se puede realizar a través del accionamiento manual del dispositivo de parada de emergencia dispuesto en campo. Esta señal es cableada hacia el controlador dedicado para la bomba, gobernador en el caso de la turbina ó PLC para el motor diesel. Adicionalmente, para estos equipos las señales de indicación o monitoreo como presiones, velocidad y temperaturas se envían al sistema de control desde el PLC gobernador dedicado para la bomba, por medio de comunicación Modbus RTU.

⁴ Circuitos de control de secuencias para que se actúen cuando se dan las condiciones preestablecidas. Se utiliza para arrancar instalaciones y como protección de equipos y personal en sistemas mecánicos.

3.1.1 Subestación Bote de Río Refinería

El equipo rotativo (bomba con motor eléctrico) dispuesto en el bote del Río, referenciado con el TAG **MP-801Q**, ver Figura 3, tiene señales de comando y estado que son cableadas desde el switchgear existente en la S/E ET-31 hacia el sistema de control PLC U-801.

Figura 3. Bomba con motor eléctrico MP-801Q.



En general, para los motores eléctricos las señales de estados y comandos asociadas son:

- Encendido / apagado del Motor. "On/Off".
- Señal de funcionamiento "Running", o "Stop".
- Señal de falla. "Fault".
- Señal de apagado por shutdown (en el caso que aplique).

Para estos equipos se dispone en campo de una botonera para arranque y parada con pulsadores (1 por motor) para realizar las acciones de START / STOP.

En la subestación (Casilla o Celda) se dispone de un selector que define la condición y posición de operación (MCC o SWGR-MOTOR-PLC) para cada motor. Estas condiciones estas definidas de la siguiente manera:

SWGR (Switchgear) - corresponde a la condición de mantenimiento para el motor. Para esta posición se tienen accionamientos start/stop en la casilla o celda (MCC⁵ ó SWGR) para uso exclusivo durante pruebas por el personal de mantenimiento.

MOTOR - En esta posición se habilita la posibilidad de realizar los accionamientos desde el campo utilizando los pulsadores locales siempre que el operador de la consola se haya liberado para este modo de operación. Tanto la posición “MCC o SWGR” como la posición “MOTOR” son estados que se encuentran asociados a operaciones de “Mantenimiento” configurada en la consola de operación del PLC y que solo se habilitan desde allí para poderlas usar, si una vez se ha adelantado la entrega del equipo por la entidad operaciones a la entidad de mantenimiento y se han evaluado los permisos de operación correspondientes.

Finalmente, la posición **PLC** corresponde a la posición normal de operación del selector en el MCC o SWGR, habilitando la opción de realizar la operación de los motores remotamente desde la consola de operación o para entregar la operación local al lado del motor.

⁵ Es la abreviatura de Motor Control Centers (Centro de Control de Motores).

4. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

4.1 Captación de agua cruda del Río Magdalena

Para la nueva bomba con motor eléctrico MP-801Q se realiza el procedimiento de arranque y parada de forma Manual. Este puede ser efectuado desde campo o remotamente desde el sistema de control. Para realizar la operación del motor, en cada caso se tienen las siguientes condiciones:

Operación Manual - Local

- Selector de posición “CASILLA-MOTOR-PLC” localizado en el SWG- 01, en posición “PLC”.
- Selector virtual del sistema de control en posición “LOCAL”.

Operación Manual – Remoto

- Selector de posición “CASILLA-MOTOR-PLC” localizado en el SWG- 01, en posición “PLC” (posición normal de operación).
- Selector virtual del sistema de control en posición “CONSOLA”.

En el PLC del bote (PLC U-801) se tienen disponibles las siguientes señales asociadas a esta bomba:

Bomba P-801Q (motor de media tensión)

- YY-P801Q - Comando de parada
- XX-P801Q - Comando de arranque
- XS-P801Q - Señal de estado del motor (Encendido)
- YS-P801Q - Señal de estado del motor (Apagado)
- XI-P801Q - Señal de estado casilla del motor disponible
- YIR-P801Q - Señal de estado operación del motor en remoto “PLC”
- YIL-P801Q- Señal de estado operación del motor en local “MOTOR”
- YA-P801Q - Señal de falla del motor

- XY-P801Q - Señal de permiso de arranque local activado
- XM-P801Q - Señal de permiso de mantenimiento activado

Estos comandos y señales de estado son cableados entre el PLC U-801 del bote y el SWG-01 existente en S/E ET-31.

Figura 4. Cable de Señales de la Bomba MP-801Q.

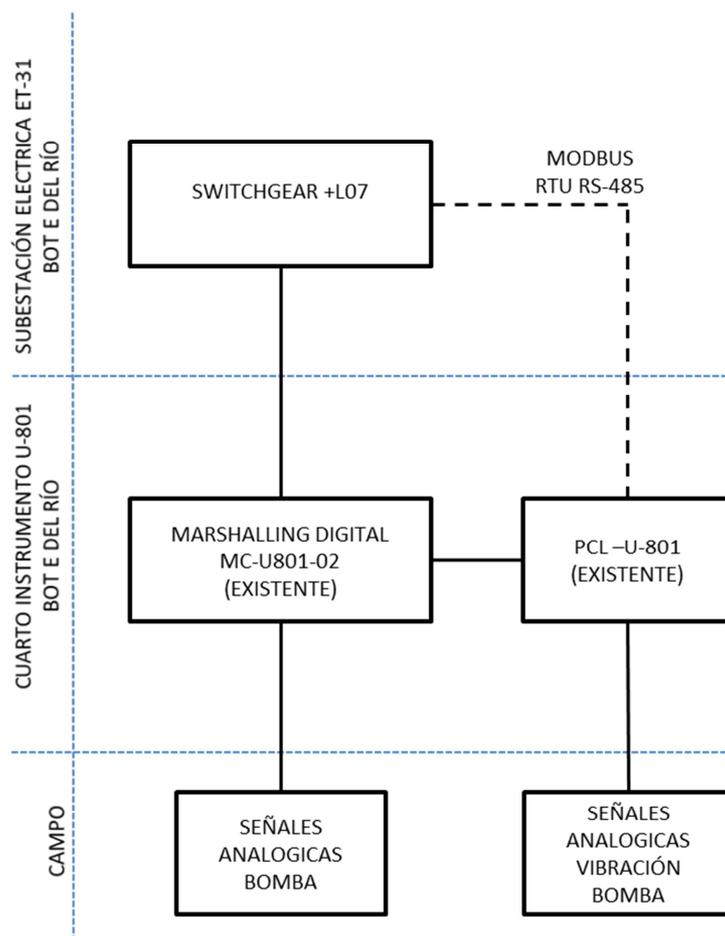


Adicionalmente para esta bomba se realiza el monitoreo de vibraciones, teniendo disponible las siguientes señales:

- VI-80165A - Señal de vibración en rodamientos del motor
- VI-80165B - Señal de vibración en rodamientos de la bomba

Estas señales son cableadas desde campo hacia el PLC del bote PLC U-801.

Figura 5. Diagrama de Bloques Arquitectura Sistema de Control Bote del Río.



Por otro lado, también se tienen para esta bomba las siguientes señales de supervisión y monitoreo, las cuales son llevadas desde el SWG-01 existente en S/E ET-31 (tomadas del Relevador Multilin⁶ asociado) por medio de Modbus RTU RS-485 hacia el PLC U-801 del bote.

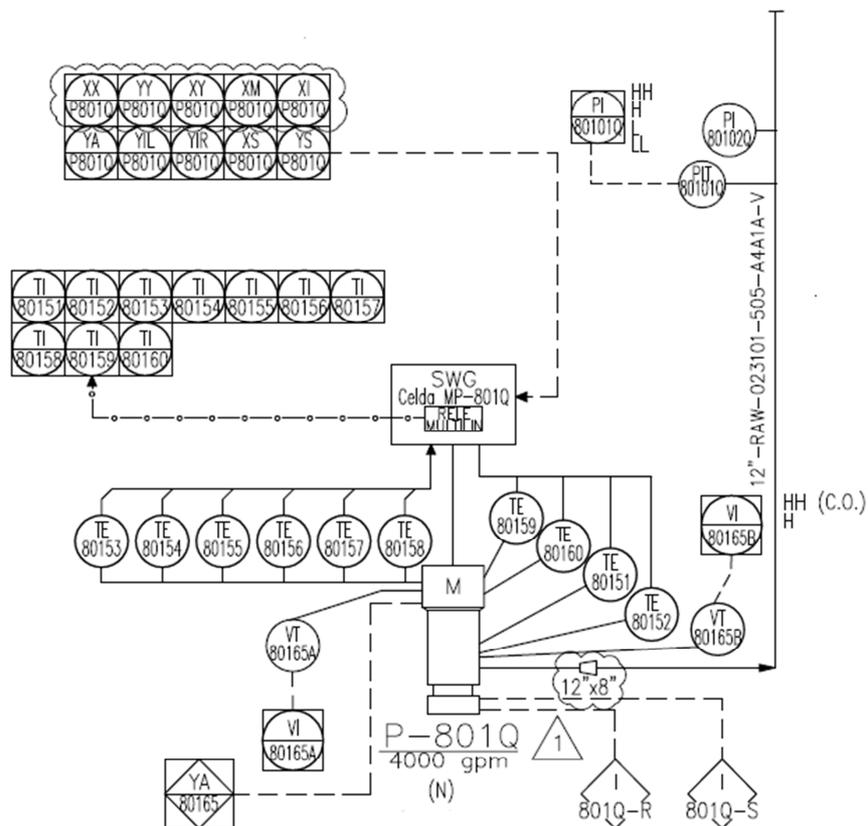
- TI-80151 - Señal de temperatura devanados de la bomba
- TI-80152 - Señal de temperatura devanados de la bomba
- TI-80153 - Señal de temperatura devanados del motor
- TI-80154 - Señal de temperatura devanados del motor

⁶ Equipo eléctrico conformado por relés y microprocesadores que proporcionan funciones de protección, medición y registro de equipos eléctricos, tales como bombas centrifugas

- TI-80155 - Señal de temperatura devanados del motor
- TI-80156 - Señal de temperatura devanados del motor
- TI-80157 - Señal de temperatura de rodamientos
- TI-80158 - Señal de temperatura de rodamientos
- TI-80159 - Señal de temperatura de rodamientos
- TI-80160 - Señal de temperatura de rodamientos

Ver señales de control y monitoreo para la bomba con motor eléctrico MP-801Q, de la captación de agua cruda (Bote de río refinería) en el siguiente gráfico

Figura 6. Esquema P&ID Bomba MP-801Q.



5. LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCION DE EQUIPOS

Dentro de este capítulo se detallará el hardware de control asociado al equipo dispuesto en el área de Refinería de Barrancabermeja. Ver Anexo A.

El sistema de control de la bomba MP-801Q tiene señales de supervisión y monitoreo que están en contacto directo a través de transmisores de vibración y RTD, debidamente montados en la superficie sólida de la Bomba, a su vez son cableadas desde el switchgear existente en la Subestación S/E ET-31 hacia el sistema de control PLC U-801.

Tenemos 2 tipos de transmisores:

- Transmisor de vibración.
- Transmisor de temperatura RTD.

5.1. TRANSMISOR DE VIBRACIÓN

El monitoreo de la vibración de la bomba P-801Q, se realiza a través de 2 transmisores de vibración (VT-80165A y VT-80165B) los cuales combinan un sensor y acondicionador de señal en un solo paquete. El modelo del transmisor de vibraciones ST5484E, es una nueva versión de una serie establecida de transmisores de la compañía Metrix, que incorpora tecnología de última generación componentes electrónicos y circuitos.

El transmisor combina un sensor de vibraciones y acondicionador de señal en un solo paquete. Estos paquetes ofrecen la detección de vibración de los rodamientos

de rotor y bomba, y la transmisión se realiza a través de una señal 4-20 mA directamente al PLC.

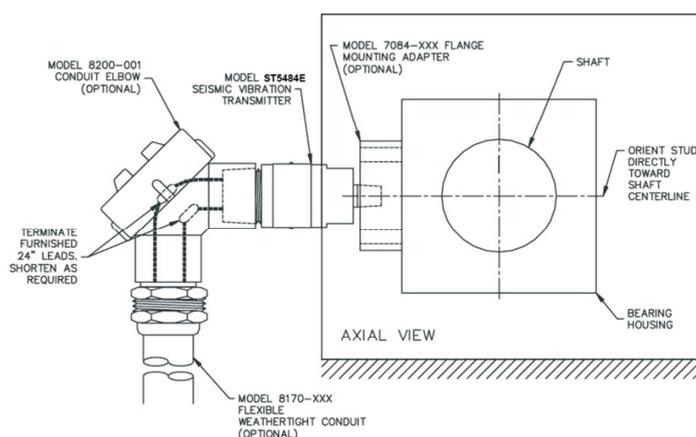
La aplicación típica está incluida en un codo con tornillos en la tapa y accesorios para la conexión de un conducto flexible.

El transmisor ST5484E de vibración sísmica tiene puntos de fijación en la máquina de la bomba MP-801Q y su dirección es sensible a través de su cuerpo cilíndrico. Estos transmisores no miden el movimiento de lado a lado, solo mide la velocidad de vibración en ips (pulgadas por segundo).

La instalación típica del transmisor para las mediciones de vibración en la carcasa de la bomba, se hace en la dirección horizontal a los alojamientos de los cojinetes. Por lo general, la dirección horizontal es más sensible debido al montaje de la bomba en el Bote del Río.

Se realiza un empalme en el centro del conducto de un codo en "Y", ya que evita el conductor se extienda demasiado lejos del transmisor, para no limitar el registro de medidas.

Figura 7. Montaje típico transmisor de vibración.



Se realiza el conexionado eléctrico del transmisor en el codo tipo conduleta, esta curva se debe hacer con el fin de asegurar de que cualquier movimiento de la tubería conduit no pueda introducir objetos extraños en el cuerpo del transmisor.

Figura 8. Montaje y conexionado transmisor de vibración y RTD.



5.2 TRANSMISOR DE TEMPERATURA RTD

La medición de la temperatura con los detectores de temperatura resistivo (RTD) se realiza en el lado acople con sensor TE-80151 y para el lado libre de la Bomba P-801Q con el sensor TE-80152, estos integran el uso de sensores de temperatura RTD de platino modelo 68 de la marca Rosemount, el cual consta de un circuito de 3 hilos para la eliminación de la resistencia del cable, utilizada para entornos industriales.

El sensor Rosemount 68 está diseñado con un doble compartimiento y un montaje en campo de configuración electromecánica, el cual protege el transmisor contra la filtración de agua y de sobrecargas electromagnéticas perjudiciales.

Acorde con la normativa DIN EN 607517 la resistencia nominal es definida por 100Ω RTD a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Estas RTD's se encuentran en un rango de operatividad entre $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$, y en un rango de temperatura ambiente desde $-51\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Posee una resistencia mínima de aislamiento de $1000\ \Omega$, medidas a 50V DC a temperatura ambiente.

Estas RTD están montadas en un cabezal de conexionado a prueba de fuego.

⁷Norma Internacional Europea que enmienda: 100Ω a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\alpha = 0,00385\ \Omega \times \text{ }^{\circ}\text{C}/\Omega$

Las RTD de los transmisores TE-80153, TE-80154, TE-80155, TE-80156, TE-80157, TE-80158, TE-80159 y TE-80160 son llevadas desde el switchgear SWG-01 existente en S/E ET-31 (tomadas del relevador Multilin asociado) por medio de Modbus RTU RS-485 hacia el PLC U-801 del bote. Estas señales; al igual que las señales de vibración son cableadas a gabinetes concentradores y a su vez serán desplegadas en la pantalla del servidor del sistema de control DCS⁸.

5.3 GABINETE MARSHALLINGMC-U801-02

Las señales provenientes del campo serán cableadas a tableros concentradores de señales, llamados gabinetes Marshalling.

Estos gabinetes son diseñados con base en los siguientes lineamientos:

- El gabinete será auto soportado y tendrá las facilidades necesarias para el anclaje al piso del cuarto de control y para su respectivo izamiento.
- El acceso será por la parte frontal.
- El diseño y construcción de los conjuntos electrónico y mecánico serán de tipo modular.
- El cableado se discrimina según el tipo de señal (análogo, digital, temperaturas).

⁸Sistema de Control Distribuido (Distributed Control System)

Figura 9. Gabinete Marshalling MC-U801-02



Cada gabinete está provisto de:

- Módulos de suministro de potencia redundantes (Entrada 120 VAC -60 Hz- Salida 24 VDC).
- Juego de barras de cobre de tierra y conexión de pantallas de cables.
- Sistema de enfriamiento por ventilación con termostato para el control, dotado de rejillas y filtros anti polvo removibles.
- Luminaria interna accionada por interruptor de puerta.
- Canales, guías y soportes de cables, tomacorrientes de servicio de 110 VAC y rótulos.
- Borneras y accesorios completamente ensamblados.

En el gabinete se proveerá un 20% de espacio disponible para expansiones futuras y un 50% de reserva en las canalizaciones internas para cables.

Cuentan con borneras, breakers y tomas, y para el conexionado la entrada de los cables será por el lado inferior de la puerta del gabinete.

Figura 10. Borneras de conexión de Señales digitales en gabinete.



5.4 SWITCHGEAR +L07 (SR469)

Este equipo es un relevador para manejo de motores SR469, basado en un microprocesador y está diseñado para la protección y manejo de motores y equipos impulsión de mediana y alta capacidad (bombas centrifugas). El SR469 está equipado con 6 relés de salida para disparos, alarmas y bloques de arranque. La protección de motores, el diagnóstico de fallas, la medición de potencia y las funciones RTU⁹ están integradas en un paquete removible.

Entre las características principales se encuentran:

Cuatro entradas digitales asignables, pueden ser configuradas para diferentes funciones incluyendo tacómetro o disparo genérico y alarma con nombre programable. El modelo térmico incorpora polarización desbalanceada,

9 Unidad de Terminal Remota (RTU)

realimentación por RTD y enfriamiento exponencial. Además de las 15 curvas normales de sobrecarga, el SR469 dispone de una curva definida por el usuario y una curva diseñada específicamente para el arranque con cargas de alta inercia, cuando el tiempo de aceleración excede el tiempo de obstrucción permitido. Una segunda curva de sobrecarga es proporcionada para motores de dos velocidades. Las fallas a tierra o fugas a tierra de hasta 0.25A pueden ser detectadas utilizando el TC¹⁰ para tierra Multilin 50:0.025. También proporciona entradas de TC para protección diferencial de fase. Las 12 entradas para RTD que se proporcionan pueden ser individualmente programadas en el campo para diferentes tipos de RTD, en este caso se están implementando para las RTD que monitorean la temperatura de los devanados y rodamientos del motor y la bomba P-801Q.

Figura 11. Switchgear +L07



Las entradas del transformador de voltaje permiten numerosas características de protección basadas en las cantidades de voltaje y potencia. Las cuatro entradas analógicas de 4-20 mA pueden ser utilizadas para el disparo e indicación de alarma, relacionadas a cualquier entrada del transductor tales como vibración, presión, flujo, etc.

Los diagnósticos de fallas son proporcionados a través de la recolección de datos de pre-disparo, del registrador de eventos, de la memoria de rastreo y de

¹⁰ Abreviatura utilizada para relé térmico.

estadísticas. Antes de la emisión del disparo, el SR469 tomará una instantánea de los parámetros medidos, los que serán almacenados con la causa del disparo.

5.5 PLC U-801/U-830/U-850

Los sistemas PLC que actualmente se encuentran instalados en las unidades U-830, U-850 y U-801 son de la plataforma ControlLogix¹¹ de Allen Bradley.

En el cuarto técnico, unidad U-830 se encuentra el gabinete MC- 83002 donde se alojan dos chasis con procesadores en cada uno y cuatro chasis de I/O. Cada chasis cuenta con dos fuentes de alimentación (redundantes) y con una tarjeta de comunicación ControlNet con dos puertos de comunicación para cable coaxial que permiten también redundancia en comunicaciones. Para este sistema cada procesador trabaja como respaldo del otro en caso de falla.

En el mismo cuarto se encuentran los gabinetes MC-83001 y MC-83003A que tienen los módulos de interfaces para las I/O y el gabinete UY-83001 donde están instalados los servidores del PLC U- 830 y del PLC U-801. En este último gabinete también se encuentran los conversores de medio de coaxial a fibra óptica de la red ControlNet y los patch panel de fibra óptica y de la red Ethernet.

En el cuarto de control de la U-830 se encuentran cuatro estaciones de operación, una de supervisión y una de ingeniería, una impresora y un servidor OPC que permite integrar la información del sistema de control a la red corporativa. Desde las estaciones de operación de esta unidad se tiene acceso para operar los PLC de las unidades U-801 y U- 850.

En el cuarto de instrumentos de la unidad U-801 bote del río se encuentra el gabinete PLC-U-801 que tiene cuatro chasis, dos para los procesadores redundantes y dos para los I/O integrados a la red ControlNet, además de los

¹¹Plataforma de automatización, incluyendo aplicaciones discretas, de control de movimiento, control de procesos y de lotes, control de variadores y seguridad usando un solo entorno de desarrollo RSLogix 5000 y un solo protocolo de comunicación abierta CIP.

convertidores de medio de coaxial a fibra óptica. En esta unidad no se encuentra ninguna estación de operación, sólo se dispone de un panel view en el gabinete para visualizar y/o acceder al PLC.

Figura 12. Gabinete PLC U-801.



En este mismo cuarto los gabinetes MC-U801-01 y MC-U801-02 tienen los módulos de interfaces para las I/O y en el gabinete TI-01 se encuentra los patch panel de fibra óptica de la red ControlNet, una Controlink Network Master de EIM para válvulas motorizadas, un indicador remoto de un transmisor de nivel ultrasónico y un patch panel para la fibra óptica del CCTV.

En el cuarto técnico de la U-850 se encuentran tres gabinetes del sistema de control: el PLC5/03, el Marshalling Digital y el Marshalling Análogo. El primer gabinete tiene dos chasises para los procesadores redundantes, los convertidores de medio de coaxial a fibra óptica y cuatro racks para las I/O, estos últimos de la serie PLC-5 de Allen Bradley. Los Marshalling Digital y Análogos tienen las terminal blocks (borneras) que recogen y agrupan todos los multipares que vienen de campo ya que en este sistema no se tienen módulos de interfaces. En este mismo cuarto se encuentra el servidor del PLC.

En el cuarto de control de la U-850 sólo se tiene una estación de operación.

Figura 13. Gabinete PLC U-830.



En todos los gabinetes donde se encuentran los PLC se encuentran las siguientes características en común:

- Procesadores redundantes.
- Fuentes de alimentación redundantes por cada chasis.
- Módulos de comunicación ControlNet por cada chasis con dos puertos para comunicación para permitir redundancia.
- Conversores de medio de cable coaxial a fibra óptica para integrar todos los PLC.
- Módulos de interfaces de las señales digitales con porta fusibles para la protección y aislamiento. (Sólo en el PLC-U-830 y PLC-U-801).
- Red ControlNet en cable coaxial entre los chasis de procesadores y los de I/O.

Entre los trabajos que se van a realizar en los PLC existentes comprende lo siguiente:

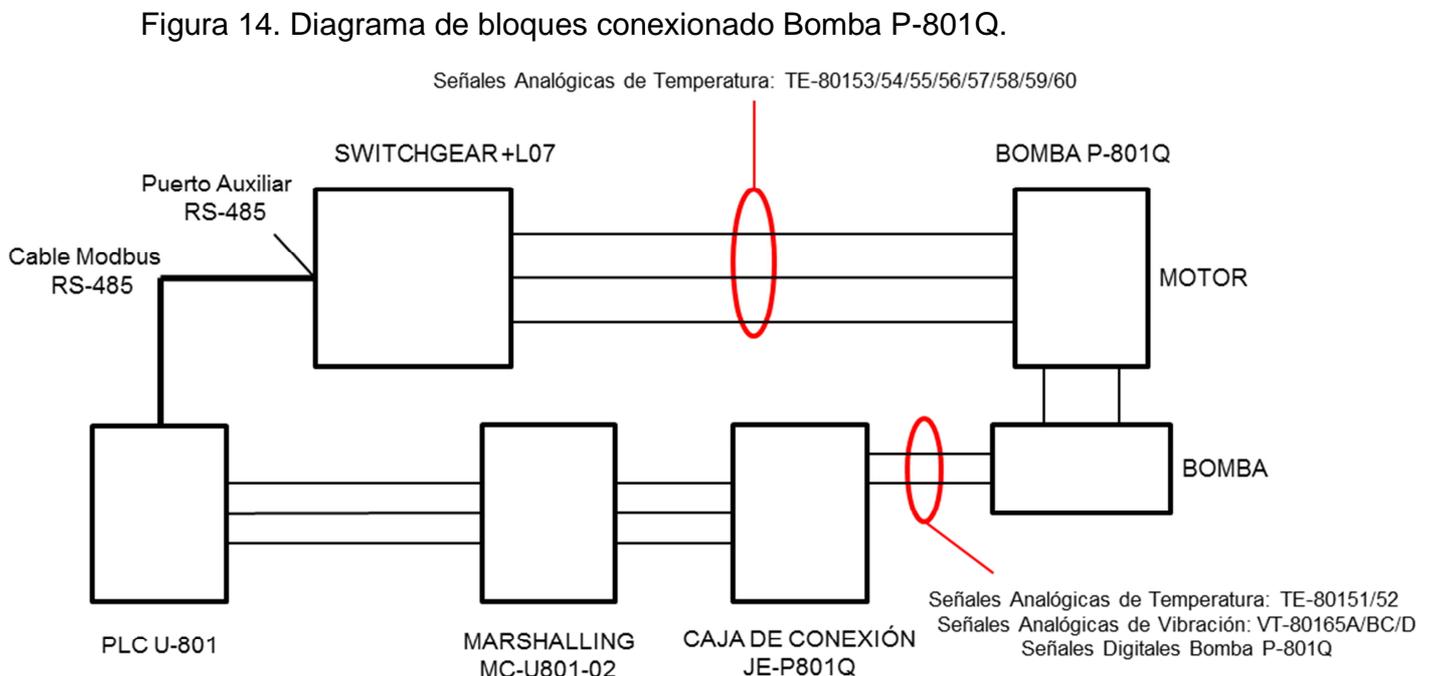
- Realizar un backup de la configuración antes de intervenir cualquiera de los PLC.
- En el PLC-U-801 se instalarán cuatro tarjetas en los chasis existentes. Una tarjeta para señales análogas de entrada de instrumentos nuevos, una tarjeta para digitales de entrada y otra para digitales de salida que tendrán los comandos y estados del motor eléctrico de la bomba nueva P-801Q.
- En el PLC-U-850 se tiene la integración de una nueva señal analógica de entrada en una de las tarjetas existentes que tenga una reserva disponible.

6. DIAGRAMAS Y CONEXIONADO INSTRUMENTACION

En el siguiente capítulo se realizará una tabla descriptiva con la información correspondiente a los lazos de control de las señales de control y monitoreo que hacen parte de la Bomba P-801Q. Ver Anexo H.

En el Anexo A se indica mediante un diagrama toda la arquitectura del sistema de control desde su conexionado en campo hasta su conexionado al gabinete de control y DCS, en donde se referencia la información correspondiente desde el conexionado del sensor, pasando por su caja de conexión, relevador multilin y llegado al módulo y tarjeta del Marshalling MC-U801-02 y PLC U-801 en el cuarto de instrumentos U-801, a su vez el despliegue en las diferentes estaciones de los cuartos de control.

En el siguiente diagrama se mostrarán en bloques los elementos que hacen parte del conexionado de la bomba P-801Q.



6.1 CONEXIONADO SENSORES DE TEMPERATURA Y VIBRACIÓN

La medición de la temperatura se integra en el uso de sensores de temperatura RTD de platino modelo 068 de la marca Rosemount, el cual consta de un circuito de 3 hilos.

Los transmisores TE-80151 lado acople de la bomba y el TE-80152 lado libre van conexiados a una caja de conexión JE-P801Q, ubicada a un costado de la bomba en el mismo Bote del río. Ver anexo F.

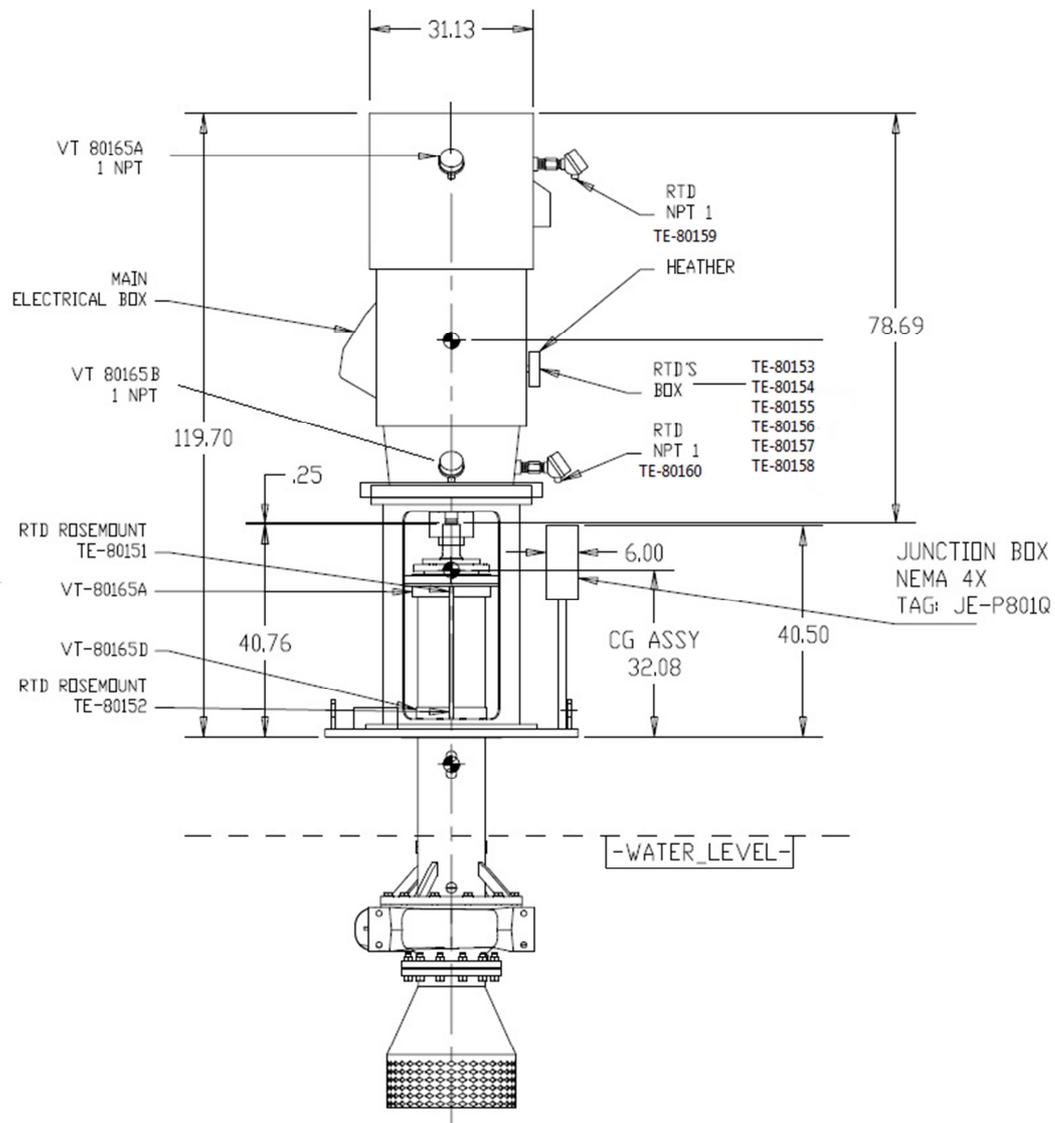
Existe una caja de RTD's en la cual estarán conexiados los sensores de temperatura TE-80153/54/55/56/57/58 y una RTD lado superior e inferior del motor referenciados como TE-80159 y TE-80160 respectivamente.

Asimismo los sensores de vibración Metrix VT-80165A y VT-80165B lado motor y sensores de lado bomba VT-80165C y VT-80165D van conexiados a los bornes de la caja JE-P801Q.

Ver anexo G.

La ubicación de las RTD se representa en el siguiente diagrama:

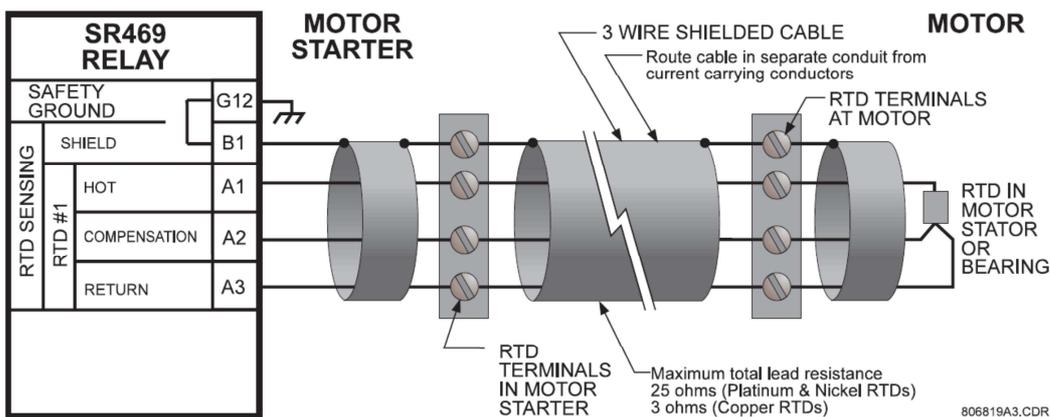
Figura 15. Diagrama de ubicación sensores de temperatura y vibración bomba MP-801Q.



6.2 CONEXIONADO RELEVADOR MULTILIN SR-469

El conexionado hacia el lado del Relevador de motores SR469 (Switchgear +L07) se hará a través del puerto auxiliar RS485. Además proporciona 12 entradas RTD que pueden ser programadas individualmente en campo para los diferentes tipos de RTD, de las cuales se utilizarán 8 entradas (TE-80153 hasta TE-80160); y cuenta con 4 entradas analógicas de 4-20 mA utilizadas para disparo y alarma, relacionadas a las entradas de los transductores de vibración.

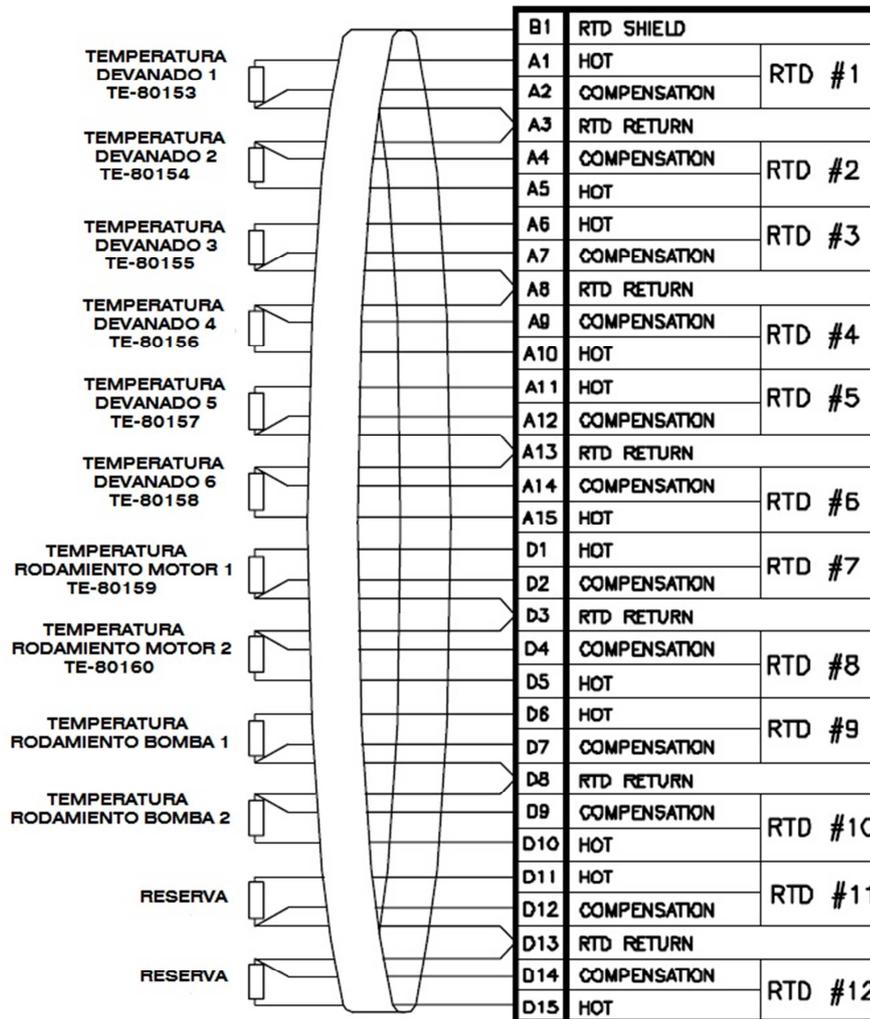
Figura 16. Alambrado típico de RTD en Relevador Multilin.



El monitoreo de temperatura se hace a través de 8 entradas RTD para devanados y rodamiento del motor, programables en campo 100Ω en platino. Estas RTD deben ser del tipo de tres alambres. Cada dos RTD's comparten un retorno común.

A continuación en la Figura 17, se detalla en un esquema de conexión de la RTD en los puertos del Relevador Multilin

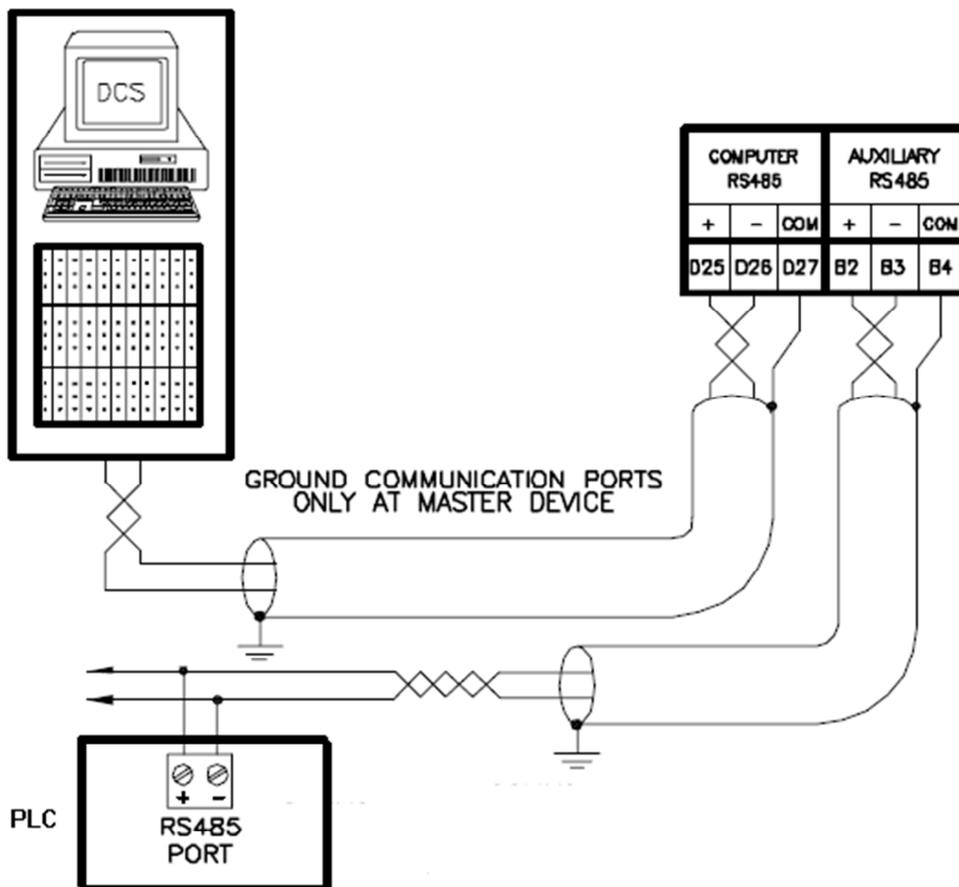
Figura 17. Esquema de conexión RTD's relevador SR-469.



Para las comunicaciones RS485, cada SR469 debe tener una dirección única de 1-254. Dirección 0 es la dirección de transmisión que todos los relevadores escuchan. Las direcciones no tienen que estar en orden secuencial, pero no puede haber dos unidades con la misma dirección u ocurrirán conflictos que se convierten en errores, de ser más alta, comenzando en 1. La velocidad en baudios puede ser seleccionada como 300,1200, 2400, 4800, 9600 o 19200. La estructura de datos está fijada a 1 bit de arranque, 8 bits de datos y 1 bit de parada, mientras que la paridad es opcional. El puerto de computador RS485 es un puerto de uso general para conexiones a DCS, PLC o PC. El puerto Auxiliar RS485 puede ser

usado para redundancia, y en nuestro caso, se hará conexión del cable Modbus para la lectura y registro de datos desde el PLC.

Figura 18. Esquema de conexión RS-485.



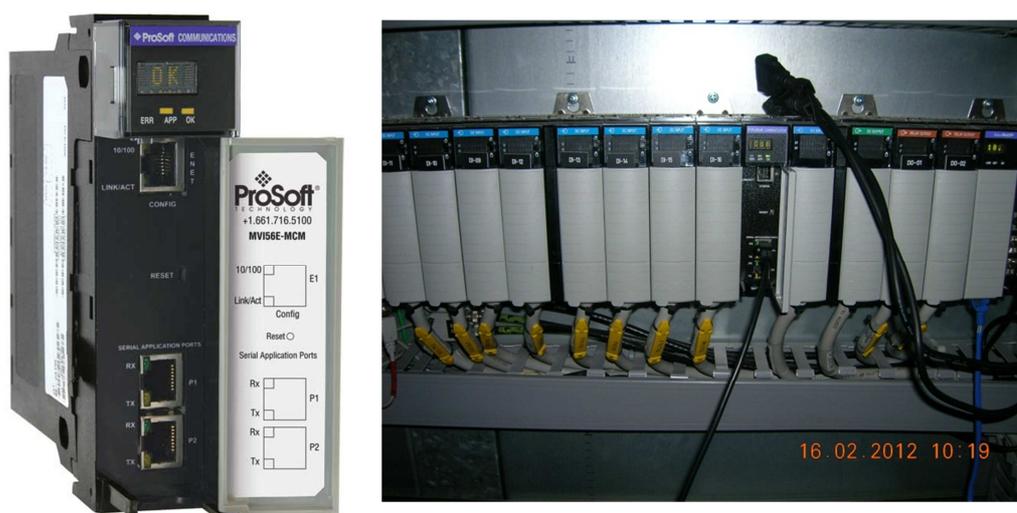
6.3 CONEXIONADO PLC U-801

El PLC puede integrar e intercambiar datos con una red de mayor nivel de control principal o un sistema de control u otros equipos o subsistemas.

El sistema PLCU-801 incluye un enlace de comunicación externa a través de módulos con protocolo Modbus RTU por interfaz RS-485, la cual tendrá comunicación con el puerto auxiliar RS485 del relevador de motores SR469 (Switchgear +L07). Por esta comunicación se integrarán las señales de supervisión y monitoreo de la bomba MP-801Q.

Hacia el lado del PLC se utilizará una tarjeta Prosoft, referencia MVI56E-MCMR, el cual dispone de dos (2) puertos de comunicación que soporta RS-232, 485 y 422, la cual permite a los procesadores ControlLogix de Rockwell Automation interactuar con los dispositivos que utilizan el protocolo de comunicación Modbus RTU.

Figura 19. Tarjeta Prosoft MV156E-MCMR.



Se utilizara un cable conector DB9 Hembra a RJ-45 y se ensamblara con un cable Modbus con terminales DB9 macho en el extremo lado PLC y en conexión de “pin” hacia el lado puerto auxiliar RS-485 del relevador multilin.

6.4 CABLE MODBUS

Se utilizó un cable multipar blindado de 2 pares de cobre reducido estañado 22AWG con blindaje de cinta de aluminio-poliéster más trenza de cobre estañado marca Marlew.

El cable cuenta con las siguientes características:

- Tensión nominal: 300 V.
- Temperatura de servicio: Máxima 80°C.
- Normas: Reglamento AEA señales débiles. Código NEC, art. 725 clase 2 y 3, art. 800 comunicaciones.
- Construcción: UL 13.
- Fuego: No propagación del incendio, VW1, IRAM 2399, IEC 60332-1.

7. COMUNICACIÓN RS-485

7.1 ESTÁNDAR RS-485

El estándar de comunicaciones RS485 permite la conexión de más de un instrumento mediante dos conductores con una longitud máxima de 1200m.

Adicionalmente es recomendable conectar un tercer conductor a tierra y a las pantallas de los cables de comunicaciones con el fin de proporcionar a la línea una protección adicional a las interferencias.

7.2 CARACTERÍSTICAS

Es una mejora sobre RS-422 ya que incrementa el número de dispositivos que se pueden conectar (de 10 a 32) y define las características necesarias para asegurar los valores adecuados de voltaje cuando se tiene la carga máxima.

El estándar RS-485 soporta distintos tipos de conectores como DB-9 y DB-37.

Puede soportar hasta 32 nodos (equipos emisores/receptores conectados por cada segmento de red).

El bus RS-485 puede instalarse tanto como sistema de 2 hilos o de 4 hilos, y maneja rangos de bus de -7V a +12V.

Figura 20. Cable de interfaz RS-485.



8. INTRODUCCIÓN AL PROTOCOLO MODBUS-RTU

El protocolo MODBUS define una estructura de mensajes que puede ser reconocida por diferentes dispositivos independientemente del tipo de red de comunicaciones utilizada. El protocolo describe el proceso para acceder a información de un dispositivo, cómo debe responder éste, i como se notifican las situaciones de error.

El protocolo MODBUS define una red digital de comunicaciones con un solo master y uno o más dispositivos slave (esclavo).

El protocolo Modbus fue desarrollado por la empresa Modicon, parte de la Schneider Automation. En el protocolo están definidos el formato de los mensajes utilizado por los elementos que hacen parte de la red Modbus, los servicios (o funciones) que pueden ser ofrecidos vía red, y también como estos elementos intercambian datos en la red.

8.1 MODO DE TRANSMISIÓN

El modo de transmisión es la estructura de las unidades de información contenidas en un mensaje. El protocolo MODBUS define dos modos de transmisión: ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y RTU (Remote Terminal Unit). En una red de dispositivos conectados mediante el protocolo MODBUS no se pueden compartir dispositivos utilizando diferentes modos de transmisión.

En la especificación del protocolo están definidos dos modos de transmisión: ASCII y RTU. Los modos definen la forma como son transmitidos los bytes del mensaje. No es posible utilizar los dos modos de transmisión en la misma red.

En el modo RTU, cada palabra transmitida posee 1 start bit, ocho bits de datos, 2 stop bits, sin paridad. De este modo, la secuencia de bits para la transmisión de un byte es la siguiente:

Start	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Stop	Stop
-------	----	----	----	----	----	----	----	----	------	------

En el modo RTU, cada byte de datos es transmitido como siendo una única palabra con su valor directamente en hexadecimal.

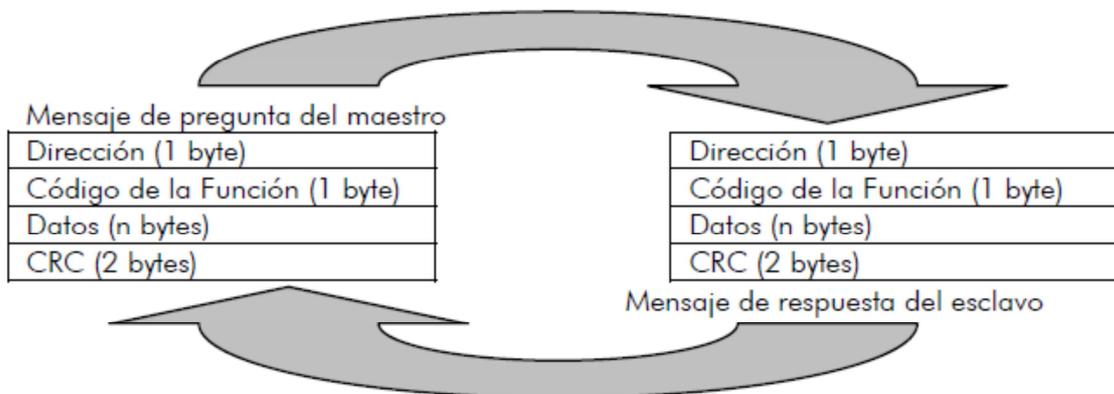
8.2 ESTRUCTURA DE LOS MENSAJES EN EL MODO RTU

Un mensaje consiste en una secuencia de caracteres que puedan ser interpretados por el receptor. Esta secuencia de caracteres define la trama.

Para sincronizar la trama, los dispositivos receptores monitorizan el intervalo de tiempo transcurrido entre caracteres recibidos. Si se detecta un intervalo mayor que tres veces y medio, que es el tiempo necesario para transmitir un carácter, el dispositivo receptor ignora la trama y asume que el siguiente carácter que recibirá será una dirección.

La red Modbus-RTU utiliza el sistema maestro-esclavo para el intercambio de mensajes. Permite hasta 247 esclavos, más solamente un maestro. Toda comunicación inicia con el maestro haciendo una solicitud a un esclavo, y este contesta al maestro el que fue solicitado. En ambos los telegramas (pregunta y respuesta), la estructura utilizada es la misma: Dirección, Código de la Función, Datos y Checksum. Solo el contenido de los datos posee tamaño variable.

Figura 21. Estructura de los mensajes en modo RTU.



8.3 DIRECCIÓN

El maestro inicia la comunicación enviando un byte con la dirección del esclavo para el cual se destina el mensaje. Al enviar la respuesta, el esclavo también inicia el telegrama con el su propia dirección, posibilitando que el maestro conozca cual esclavo está enviándole la respuesta. El maestro también puede enviar un mensaje destinado a la dirección "0" (cero), lo que significa que el mensaje es destinada a todos los esclavos de la red (broadcast). En este caso, ninguno esclavo irá contestar al maestro.

8.4 CÓDIGO DE LA FUNCIÓN

Este campo también contiene un único byte, donde el maestro especifica el tipo de servicio o función solicitada al esclavo (lectura, escrita, etc.). De acuerdo con el protocolo, cada función es utilizada para acceder un tipo específico de dato.

8.5 CAMPO DE DATOS

Campo con tamaño variable. El formato y el contenido de este campo dependen de la función utilizada y de los valores transmitidos. Este campo está descrito juntamente con la descripción de las funciones.

8.6 CRC

La última parte del telegrama es el campo para el chequeo de errores de transmisión. El método utilizado es el CRC-16 (Cycling Redundancy Check). Este campo es formado por dos bytes, donde primero es transmitido el byte menos significativo (CRC-), y después el más significativo (CRC+).

El cálculo del CRC es iniciado cargándose una variable de 16 bits (referenciado a partir de ahora como variable

CRC) con el valor FFFFh. Después se debe ejecutar los pasos de acuerdo con la siguiente rutina:

1. Se somete al primer byte del mensaje (solamente los bits de datos - start bit, paridad y stop bit no son utilizados) a una lógica XOR (O exclusivo) con los 8 bits menos significativos de la variable CRC, retornando el resultado en la propia variable CRC;
2. Entonces, la variable CRC es desplazada una posición a la derecha, en dirección al bit menos significativo, y la posición del bit más significativo es rellenada con 0 (cero);
3. Luego de este desplazamiento, el bit de flag (bit que fue desplazado para fuera de la variable CRC) es analizado, ocurriendo lo siguiente:
 - Si el valor del bit fuera 0 (cero), nada es hecho,
 - Si el valor del bit fuera 1 (uno), el contenido de la variable CRC es sometida a una lógica XOR con un valor constante de A001h y el resultado es regresado a la variable CRC.

4. Se repiten los pasos 2 y 3 hasta que ocho desplazamiento tengan sido hechos;
5. Se repiten los pasos de 1 a 4, utilizando el próximo byte del mensaje, hasta que todo el mensaje tenga sido procesado.

El contenido final de la variable CRC es el valor del campo CRC que es transmitido en el final del telegrama. La parte menos significativa es transmitida primero (CRC-) y en seguida la parte más significativa (CRC+).

9. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

9.1 RED DE CONTROL DE PROCESOS

En general el sistema de control de la planta de agua centralizada está conformado por una red de PLC's existentes marca ALLEN BRADLEY los cuales controlan la operación manual-local, manual-remota y automática de las diferentes fases del proceso.

Los PLC's involucrados en esta red corresponden a los siguientes sistemas:

- Operación bombas de agua cruda (PLC U-801 para U-801).
- Plantas de agua U-800 / U-850 (PLC U-850 para U-850).
- Planta de agua U-830 (PLC U-830 para U-830).
- Unidad de Ultrafiltración U-5400 y unidad de ósmosis inversa U-5500 (PLC U-5400/5500).

De acuerdo con la arquitectura del sistema de control, para el sistema centralizado del suministro de agua, los PLC's actualmente en la unidad U-850 y U-801, se caracterizan por tener CPU Control Logix habilitados para interconexión a través de fibra óptica con la unidad U-830, mediante plataforma ControlNet NETWORK.

La red de control en cuestión de este documento está involucrada la red conformada por los sistemas de operación de bombas de agua cruda, el cual se enlaza con toda la red de la planta de agua y se despliega en pantallas de monitoreo y supervisión el cuarto de control U-830 y U-850.

9.2 RED DE INFORMACIÓN DE LA PLANTA

En el cuarto de control de la unidad U-830 existente se encuentra disponible una estación de interfaz hacia la red corporativa RS LinxGateway tipo “Servidor OPC”, para la integración de los datos de terceros. Esta integración se realiza a través de conexión a la red corporativa de datos tipo LAN/WAN, para comunicación Ethernet a 100 Mbps.

9.3 RED DE COMUNICACIÓN I/O REMOTOS

El módulo ControlNet propuesto para la comunicación de los I/O remotos son marca Allen Bradley referencia 1756-CNBR en configuración redundante para montaje en chasis de la serie 1756.

Para la red de comunicación redundante de los I/O remotos, la falla de un enlace de comunicación será detectada y reportada al procesador y automáticamente se realizará la transferencia de comunicación al enlace redundante sin interrumpir la ejecución de la lógica o la alteración de los estados de los puntos de los I/O.

9.4 SISTEMA DE SUPERVISIÓN

Los I/O del Cuarto Técnico en la S/E ET-222 y del Bote del Río tendrán interfaz para programación con las plataformas del sistema de control RSLOGIX 5000 Versión 13.25 para programación y con el RSView Supervisory Edition¹², Revisión

¹² Es una línea de productos de software HMI de Rockwell Automation, diseñado con aspectos y navegación comunes para el desarrollo de aplicaciones HMI

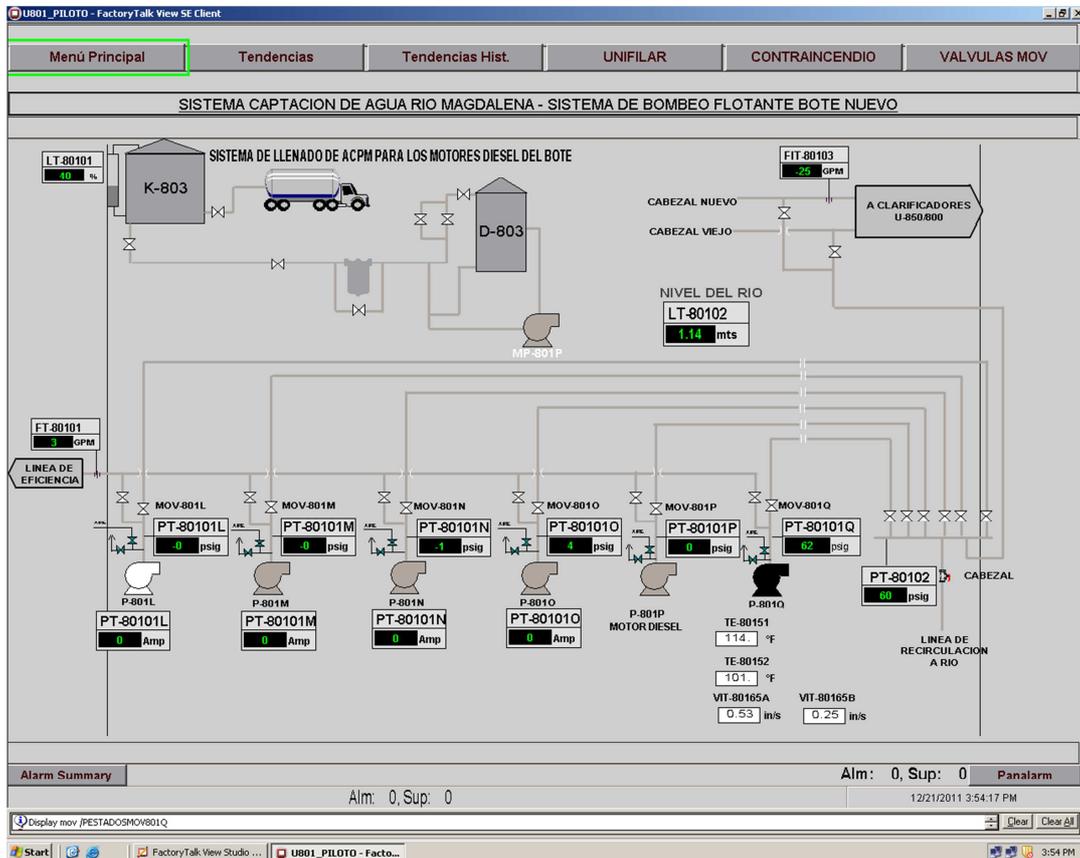
4.00 para HMI, ambas de Rockwell Automation, ubicadas en los servidores y estaciones de la U-830.

Los datos que se transfieren al sistema de control deberán incluir, pero no se limitan a lo siguiente:

- a) Sistema de alarmas y estado.
- b) Estado de las I/O discretas, valores de las I/O análogos,
- c) variables internas.
- d) Las alarmas estarán plenamente disponibles para la visualización en el sistema de control de tal manera que se pueda determinar el tipo de falla del sistema y a quien pertenece.
- e) La mínima velocidad de transmisión deberá ser tal que cualquier cambio en el I/O remoto deberá actualizarse en el HMI en un tiempo no superior a 4 segundos desde el momento del evento.

Todo el sistema de control de captación de agua del río estará visible en las pantallas HMI como se muestra en la Figura 22.

Figura 22. Pantallazo Sistema bombeo flotante Bote del río.

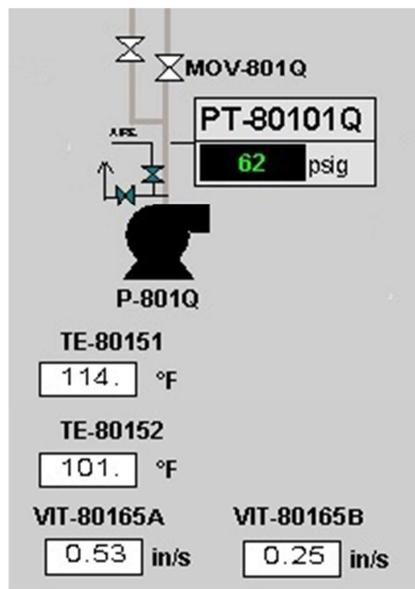


En él se detallará el estado de las bombas existentes y de las dos nuevas bombas (P-801Q y P-801L).

Se desplegará el registro de las temperaturas de devanados de la bomba P-801Q (TE-80151/TE-80152) y el registro de las señales de vibración (VIT-80165A/VIT-80165B)

Ver detalle en Figura 23:

Figura 23. Detalle Señales de monitoreo Temperatura y Vibración Bomba MP-801Q.

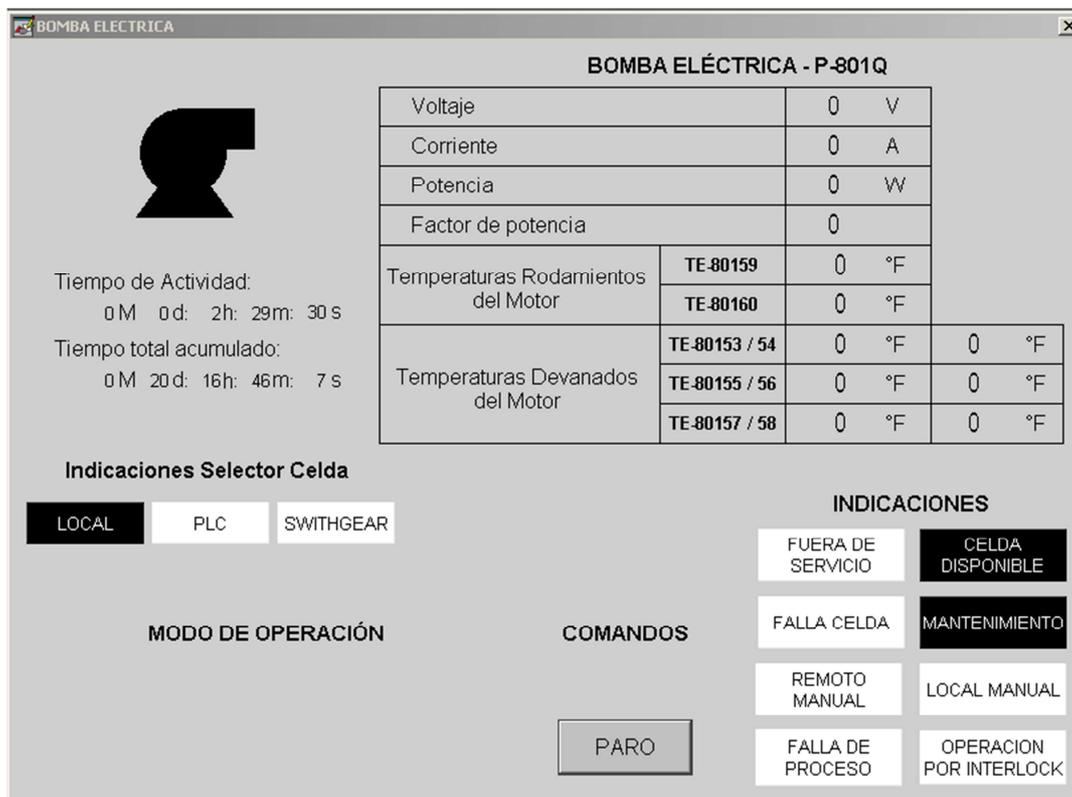


El desarrollo del proyecto tiene como finalidad que se integre el monitoreo de siguientes señales de supervisión y monitoreo, las cuales son llevadas desde el SWG-01 existente en S/E ET-31 (tomadas del relevador multilin asociado) por medio de Modbus RTU RS-485 hacia el PLC U-801 del bote.

Estas señales serán desplegadas en una pantalla única de la bomba eléctrica P-801Q, en el que se involucran las señales de voltaje, corriente, potencia, factor de potencia y el monitoreo de temperatura de rodamiento del motor (TE-80159/TE-80160) y devanados del motor (TE-80153/80154/80155/80156/80157/80158).

Como se muestra en la siguiente Figura 24.

Figura 24. Pantalla Señales de Bomba eléctrica MP-801Q.



A su vez se tendrá el control de Arranque y Parada de forma Manual. Este puede ser efectuado remotamente desde este sistema de control.

Para las operaciones del motor, fallas y condiciones del mismo se cuenta con animaciones de indicación en pantalla, las cuales pasaran de estado blanco al negro según la condición.

10. CONCLUSIONES

En una red de control distribuido, el protocolo Modbus/TCP puede ser usado para comunicarse con una serie de controladores o PLC's distribuidos alrededor de la planta. Esto permite a una sola persona supervisar remotamente diversos procesos simultáneamente desde una posición única.

Además del monitoreo de variables (temperatura, vibración, corriente, voltaje, factor de potencia) pueden ser cambiados para ajustar el proceso si es requerido, tales como presión y flujo.

Con la implementación del protocolo MODBUS y Modbus/TCP en sistema de bombeo de agua en Bote del Río, se evidencia la facilidad y flexibilidad de este protocolo y por ende la razón de su alta difusión en entornos industriales.

Además se demostró la interoperabilidad de la red implementada, de forma que desde clientes Modbus/TCP de diferentes cuartos de control es posible leer y escribir registros y datos discretos sobre los diversos elementos que conforman la red.

La integración de las señales analógicas de temperatura y vibración de la bomba se integran desde una instrumentación y un conexionado en campo en la bomba eléctrica a través de sensores, los cuales llegan a cajas de conexionado y tableros de distribución, que a su vez son supervisados y controlados desde una red TCP/IP (Red Ethernet IP) en cuartos de control e implementando el estándar Modbus para el registro de estas variables demostrando que sistemas de control de procesos ya instalados pueden ser integrados con redes Modbus.

BIBLIOGRAFIA

FILOSOFIA DE CONTROL Y OPERACIÓN – AREA REFINERÍA. Documento: 1227-02-SP-0000-01. Proyecto Plan Maestro de Servicios Industriales de la Refinería de Barrancabermeja (EPC2 – AGUA). ECOPETROL, 30 Agosto de 2010.

ARQUITECTURA SISTEMA DE CONTROL – AREA REFINERÍA. Documento: GRB-5206207-209001-ID-IN-PL-116. Proyecto Plan Maestro de Servicios Industriales de la Refinería de Barrancabermeja (EPC2 – AGUA). ECOPETROL, 30 Agosto de 2010.

INSTRUTIONS FOR INSTALLATION, OPERATION, MAINTENANCE AND LIST OF PARTS CENTRIFUGAL PUMPS FLOWSERVE , P-801Q, Flowserve Colombia, 2010

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN (ISO). Modelo OSI, Capa Física. Estándar EIA/RS-485.

OPEN DEVICENET VENDORS ASSOCIATION. Capa Física. Protocolo de Red abierta. Controlnet.

FLOWSERVE CORPORATION Recursos Hidráulicos. Pump división. E.E.U.U. Abril,2004.Internet
<http://www.flowserve.com/files/Files/Literature/ProductLiterature/Pumps/ps-10-13-s.pdf>.

BAUMEISTER, Theodore, Avallone Eugene. Manual del Ingeniero Mecánico. Octava Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 1984.

GE MULTILIN. SR469 RELEVADOR PARA EL MANEJO DE MOTORES. Manual de Instrucciones SR496 Versión 30D200A4.000. Manual Versión D4, 1997.

GE MULTILIN. SR469 RELEVADOR PARA EL MANEJO DE MOTORES. Manual de Instrucciones SR496 Versión 30D200A4.000. Manual Versión D4, 1997. Fuente bibliográfica Figura 16, 17.

MARLEW CONDUCTORES ELECTRICOS.

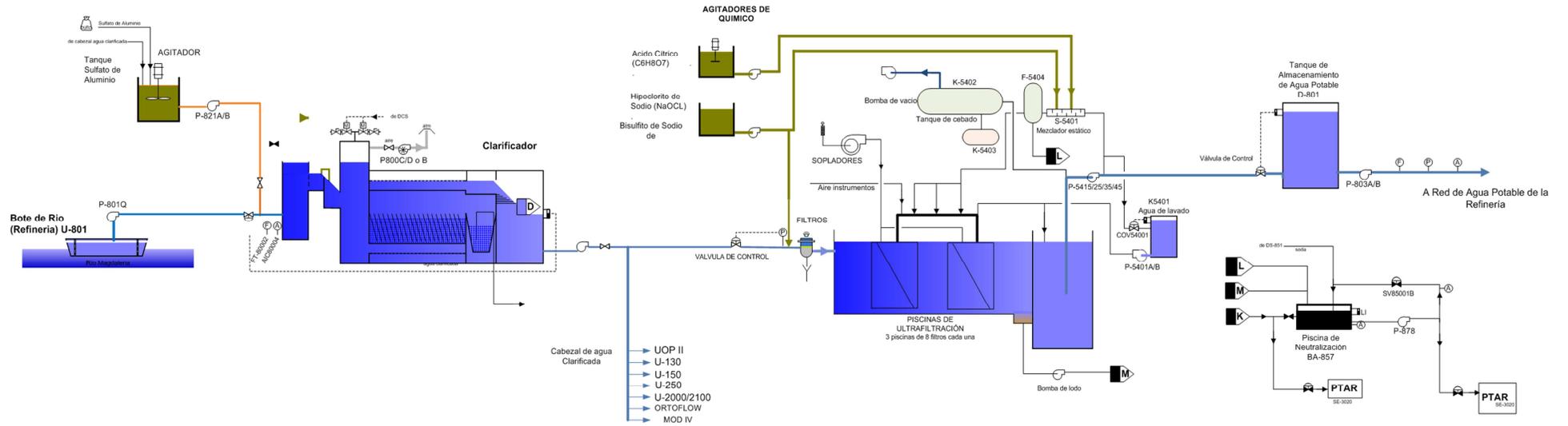
Internet

http://www.marlew.com.ar/espanol/productos/catalogo/elecinformcom/index.php?id_categoria=3&id_familia=57

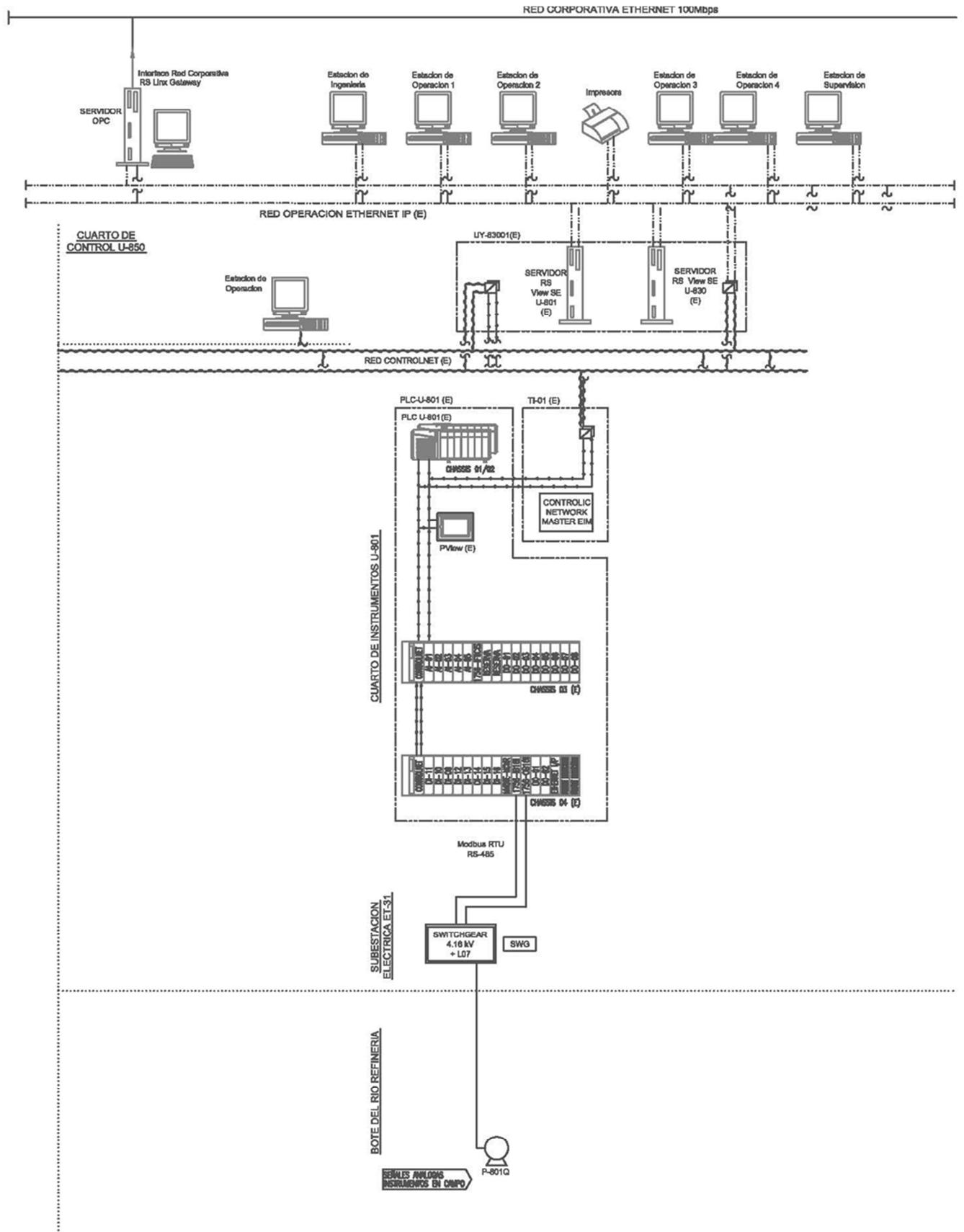
ROSEMOUNT 68 SENSOR AND TERMOWELL, Product Data Sheet 00813-0100-2654 Rev GC, Enero 2011.

Anexo A.

**DIAGRAMA GENERAL P&ID
SERVICIOS INDUSTRIALES - AGUA**



Anexo B.



Anexo C.

Rosemount 68 Sensor and Thermowell



The Rosemount 68 Sensor and Thermowell have designs that provide flexible and reliable temperature measurements in process environments.

Features include:

- Industry-standard Pt-100 RTD
- Variety of enclosure and connection head options
- Global hazardous-location approvals (Option Codes E5, E6, E7)
- Calibration services to give you insight to sensor performance (Option Codes V1-V8, X8, X9)
- Calibration certification documentation to accompany sensor (Option Code Q4)
- Assemble to Transmitter option (Option Code XA)

Table 1. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITHOUT Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Model	Product Description	Available Safety Approvals				
		FM	ATEX	CSA	IECEx	
0068	Platinum Temperature Sensor WITHOUT thermowell					
Sensor Lead Wire Termination						
Standard						
R	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Flat Cover, Unpainted	Y	Y	Y	N	★
T	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Extended Cover, Unpainted	Y	Y	Y	N	★
P	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Flat Cover, Painted	Y	Y	Y	N	★
L	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Extended Cover, Painted	Y	Y	Y	N	★
N	Sensor only with 6-in. PTFE-insulated, 22-gauge lead wires	Y	Y	Y	N	★
D	Rosemount Aluminum Connection Head with 1/2-in. Entries	Y	Y	Y	Y	★
Expanded						
C	Polypropylene Connection Head	N	N	N	N	
G	Rosemount SST Connection Head with 1/2-in. Entries	Y	Y	Y	Y	
Sensor Type (single element -50 to 400 °C (-58 to 752 °F))						
Standard						
01 ⁽¹⁾⁽²⁾	Capsule Style					★
11 ⁽³⁾	General-purpose style					★
21 ⁽⁴⁾	Spring-loaded style					★
Expanded						
31 ⁽⁵⁾	Bayonet spring-loaded style (not available in (X) lengths over 21 inches)					
Extension Type						
Standard						
A	Nipple Coupling					★
C	Nipple Union					★
N	None					★
Extension Length (E)						
Standard						
00	0.0 in.					★
30	3.0 in.					★
60	6.0 in.					★

Sensors and Accessories (English)

Table 1. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITHOUT Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Thermowell Material		
Standard		Standard
N	No thermowell required	★
Immersion Length (L)		
Standard		Standard
010 ^{(1)(B)}	1.0-in.	★
015	1.5-in.	★
020	2.0-in.	★
025	2.5-in.	★
030	3.0-in.	★
035	3.5-in.	★
040	4.0-in.	★
045	4.5-in.	★
050	5.0-in.	★
055	5.5-in.	★
060	6.0-in.	★
065	6.5-in.	★
070	7.0-in.	★
075	7.5-in.	★
080	8.0-in.	★
085	8.5-in.	★
090	9.0-in.	★
Standard		Standard
095	9.5-in.	★
100	10.0-in.	★
105	10.5-in.	★
110	11.0-in.	★
115	11.5-in.	★
120	12.0-in.	★
125	12.5-in.	★
130	13.0-in.	★
135	13.5-in.	★
140	14.0-in.	★
145	14.5-in.	★
150	15.0-in.	★
155	15.5-in.	★
160	16.0-in.	★
165	16.5-in.	★
170	17.0-in.	★
175	17.5-in.	★
180	18.0-in.	★
185	18.5-in.	★
190	19.0-in.	★
195	19.5-in.	★
200	20.0-in.	★
205	20.5-in.	★
210	21.0-in.	★
210	21.5-in.	★
220	22.0-in.	★
225	22.5-in.	★
230	23.0-in.	★
235	23.5-in.	★

Product Data Sheet

00813-0100-2654, Rev GC
January 2011

Sensors and Accessories (English)

Table 1. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITHOUT Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

240	24.0-in.	★
245	15.5-in.	★
250	25.0-in.	★
260	26.0-in.	★
270	27.0-in.	★
280	28.0-in.	★
290	29.0-in.	★
300	30.0-in.	★
310	31.0-in.	★
320	32.0-in.	★
330	33.0-in.	★
340	34.0-in.	★
350	35.0-in.	★
360	36.0-in.	★
370	37.0-in.	★
380	38.0-in.	★
390	39.0-in.	★
400	40.0-in.	★
410	41.0-in.	★
Standard		Standard
420	42.0-in.	★
430	43.0-in.	★
440	44.0-in.	★
450	45.0-in.	★
460	46.0-in.	★
470	47.0-in.	★
480	48.0-in.	★

Options (Include with selected model number)

Approval Options		
Standard		Standard
E5	FM Explosion-proof approval (See Figure 24)	★
E6	CSA Explosion-proof approval (See Figure 25)	★
E7 ⁽⁷⁾	IECEX Flameproof approval (See Figure 28)	★
E1	KEMA/CENELEC Flameproof approval	★
Callendar-Van Dussen Constants		
Standard		Standard
V1-V8	V-Callendar-van Dussen Constant (V4 not available with series 68 sensors)	★
Calibration Schedule		
Standard		Standard
X8	Customer-Specified Temperature Range Calibration	★
X9	Customer-Specified Single Temperature Point Calibration	★
Calibration Certification		
Standard		Standard
Q4	Calibration Certification, Customer-Specified Temperature	★
Mounting Adapters		
Standard		Standard
M5-M7	Mounting adapter: Sensor Compression Fitting: M5 = 1/8 - 27 NPT, M6 = 1/4 - 18 NPT, M7 = 1/2 - 14 NPT	★
A Leadkit		
Standard		Standard
A1-A8	Twisted lead wire extension: A1 = 1.5 ft, A2 = 3.0 ft, A3 = 6.0 ft, A4 = 12 ft, A5 = 24 ft, A6 = 50 ft, A7 = 75 ft, A8 = 100 ft	★
B Leadkit		
Standard		Standard
B1-B8 ⁽⁸⁾	Shielded cable lead wire extension: B1 = 1.5 ft, B2 = 3.0 ft, B3 = 6.0 ft, B4 = 12 ft, B5 = 24 ft, B6 = 50 ft, B7 = 75 ft, B8 = 100 ft	★

Sensors and Accessories (English)

Table 1. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITHOUT Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

C Leadkit		
Standard		Standard
C1-C8 ⁽³⁾	Armored cable lead wire extension: C1 = 1.5 ft, C2 = 3.0 ft, C3 = 6.0 ft, C4 = 12 ft, C5 = 24 ft, C6 = 50 ft, C7 = 75 ft, C8 = 100 ft	★
D Leadkit		
Standard		Standard
D1-D8 ⁽³⁾	Armored cable lead wire extensions with electrical plug: D1 = 1.5 ft, D2 = 3.0 ft, D3 = 6.0 ft, D4 = 12 ft, D5 = 24 ft, D6 = 50 ft, D7 = 75 ft, D8 = 100 ft	★
L Leadkit		
Standard		Standard
L1-L8	Armored cable mating plugs with lead wire extension: L1 = 1.5 ft, L2 = 3.0 ft, L3 = 6.0 ft, L4 = 12 ft, L5 = 24 ft, L6 = 50 ft, L7 = 75 ft, L8 = 100 ft	★
F Leadkit		
Standard		Standard
F1	4-pin bayonet connector	★
H Leadkit		
Standard		Standard
H1-H8	4-pin connector mating plugs with lead wire extension: H1 = 1.5 ft, H2 = 3.0 ft, H3 = 6.0 ft, H4 = 12 ft, H5 = 24 ft, H6 = 50 ft, H7 = 75 ft, H8 = 100 ft	★
J Leadkit		
Standard		Standard
J1	Moisture-proof seal assembly for armored cables	★
Assemble to Options		
Standard		Standard
XA ⁽⁹⁾	Assemble connection head or transmitter to a sensor assembly	★

(1) Capsule style available in 1-in. increments only, starting at 1-in. (i.e. 1, 2, 3-inches, etc.) See "Mounting Adapters for Series 58, 68, 78, and 183" on page 72.

(2) This option must be used with Sensor Lead Wire Termination code N and is not available with assembly code XA or with Approval codes E1, E5, E6, and E7.

(3) General-purpose sensors are only available in (L) lengths of 2.5-in. or greater.

(4) Spring loaded sensors must be installed in a thermowell assembly to meet the requirements of explosion-proof approvals code E6.

(5) Not available with Sensor Lead Wire Termination codes R, P, or C or with approval codes E1, E5, E6, or E7.

(6) 1-in. length without extension is only available in capsule style.

(7) IECEx Flame-proof Approval is only applicable if installed with Rosemount 248, 644, or 3144P transmitters.

(8) These options are not available with Sensor Lead Wire Termination codes R, P, or W.

(9) If ordering code XA with a transmitter, specify the same option on the transmitter model code.

Ordering Example

Typical Model Number	Model	Lead Wire Termination	Sensor Type	Extension Type	Extension Length	Thermowell Material	Immersion Length	Additional Options
	0068	N	11	N	00	N	045	E5

Product Data Sheet

00813-0100-2654, Rev GC
January 2011

Sensors and Accessories (English)

Table 2. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITH Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Model	Product Description	Available Safety Approvals					
		FM	ATEX	CSA	IECEX		
0068	Platinum Temperature Sensors WITH Thermowell						
Sensor Lead Wire Termination							
Standard							Standard
R	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Flat Cover, Unpainted	Y	Y	Y	N		★
T	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Extended Cover, Unpainted	Y	Y	Y	N		★
P	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Flat Cover, Painted	Y	Y	Y	N		★
L	Aluminum Connection Head, Six Terminals, Extended Cover, Painted	Y	Y	Y	N		★
N	Sensor only with 6-in. PTFE-insulated, 22-gauge lead wires	Y	Y	Y	N		★
D	Rosemount Aluminum Connection Head with 1/2-in. Entries	Y	Y	Y	Y		★
Expanded							
C	Polypropylene Connection Head		N	N	N		
G	Rosemount SST Connection Head with 1/2-in. Entries	Y	Y	Y	Y		
Sensor Type (single element -50 to 400 °C (-58 to 752 °F))							
Standard							Standard
11	General-purpose style						★
21	Spring-loaded style						★
Expanded							
31 ⁽¹⁾⁽²⁾	Bayonet spring-loaded style (available in (X) lengths of 1 to 21-in., increments of 1-in.)						
Extension Type							
Standard							Standard
A ⁽³⁾	Nipple Coupling						★
C ⁽³⁾	Nipple Union						★
N	None						★
Extension Length (E)							
Standard							Standard
00	0.0 in.						★
30	3.0 in.						★
60	6.0 in.						★
Thermowell Material							
Standard							Standard
A	Type 316 SST ⁽⁴⁾						★
B	Type 304 SST						★
C	Carbon Steel						★
D	316L SST						★
E	304L SST						★
Expanded							
F	Alloy 20						
G	Alloy 400						
H	Alloy 600						
J	Alloy C-276						
L	Alloy B						
M	304 SST with PTFE coating						
P	Chrome Molybdenum F22						
R	Nickel 200						
T	Titanium						
U ⁽⁵⁾	316 SST with Tantalum Sheath						
V	310 SST						
W	321 SST						
Z	Chrome Molybdenum F11						

Sensors and Accessories (English)

Table 2. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITH Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery.
The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Sensor/Immersion Length (U ⁽⁶⁾) length in inches	(L) Length in inches	(T ⁽⁷⁾) Length in inches	Standard	
015	1.5-in.	4.0-in.	1.0-in.	★
020	2.0-in.	4.0-in.	0.5-in.	★
025	2.5-in.	4.0-in.	0.0-in.	★
030	3.0-in.	6.0-in.	1.5-in.	★
035	3.5-in.	6.0-in.	1.0-in.	★
040	4.0-in.	6.0-in.	0.5-in.	★
045	4.5-in.	6.0-in.	0.0-in.	★
050	5.0-in.	9.0-in.	2.5-in.	★
055	5.5-in.	9.0-in.	2.0-in.	★
060	6.0-in.	9.0-in.	1.5-in.	★
065	6.5-in.	9.0-in.	1.0-in.	★
070	7.0-in.	9.0-in.	0.5-in.	★
075	7.5-in.	9.0-in.	0.0-in.	★
080	8.0-in.	12.0-in.	2.5-in.	★
085	8.5-in.	12.0-in.	2.0-in.	★
090	9.0-in.	12.0	1.5-in.	★
095	9.5-in.	12.0-in.	1.0-in.	★
100	10.0-in.	12.0-in.	0.5-in.	★
105	10.5-in.	12.0-in.	0.0-in.	★
110	11.0-in.	15.0-in.	2.5-in.	★
115	11.5-in.	15.0-in.	2.0-in.	★
120	12.0-in.	15.0-in.	1.5-in.	★
125	12.5-in.	15.0-in.	1.0-in.	★
130	13.0-in.	15.0-in.	0.5-in.	★
135	13.5-in.	15.0-in.	0.0-in.	★
140	14.0-in.	18.0-in.	2.5-in.	★
145	14.5-in.	18.0-in.	2.0-in.	★
150	15.0-in.	18.0-in.	1.5-in.	★
155	15.5-in.	18.0-in.	1.0-in.	★
160	16.0-in.	18.0-in.	0.5-in.	★
165	16.5-in.	18.0-in.	0.0-in.	★
170	17.0-in.	21.0-in.	2.5-in.	★
175	17.5-in.	21.0-in.	2.0-in.	★
180	18.0-in.	21.0-in.	1.5-in.	★
185	18.5-in.	21.0-in.	1.0-in.	★
190	19.0-in.	21.0-in.	0.5-in.	★
195	19.5-in.	21.0-in.	0.0-in.	★
200	20.0-in.	24.0-in.	2.5-in.	★
205	20.5-in.	24.0-in.	2.0-in.	★
210	21.0-in.	24.0-in.	1.5-in.	★
215	21.5-in.	24.0-in.	1.0-in.	★
220	22.0-in.	24.0-in.	0.5-in.	★
225	22.5-in.	24.0-in.	0.0-in.	★
230	23.0-in.	27.0-in.	2.5-in.	★
240	24.0-in.	27.0-in.	1.5-in.	★
250	25.0-in.	27.0-in.	0.5-in.	★
260	26.0-in.	30.0-in.	2.5-in.	★
270	27.0-in.	30.0-in.	1.5-in.	★

Product Data Sheet

00813-0100-2654, Rev GC
January 2011

Sensors and Accessories (English)

Table 2. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITH Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

280	28.0-in.	30.0-in.	0.5-in.	★
290	29.0-in.	33.0-in.	2.5-in.	★
300	30.0-in.	33.0-in.	1.5-in.	★
310	31.0-in.	33.0-in.	0.5-in.	★
320	32.0-in.	36.0-in.	2.5-in.	★
330	33.0-in.	36.0-in.	1.5-in.	★
340	34.0-in.	36.0-in.	0.5-in.	★
350	35.0-in.	39.0-in.	2.5-in.	★
360	36.0-in.	39.0-in.	1.5-in.	★
370	37.0-in.	39.0-in.	0.5-in.	★
380	38.0-in.	42.0-in.	2.5-in.	★
390	39.0-in.	42.0-in.	1.5-in.	★
400	40.0-in.	42.0-in.	0.5-in.	★
410	41.0-in.	45.0-in.	2.5-in.	★
420	42.0-in.	45.0-in.	1.5-in.	★
430	43.0-in.	45.0-in.	0.5-in.	★
440	44.0 in.	48.0 in.	2.6 in.	★
450	45.0-in.	48.0-in.	1.5-in.	★
460	46.0-in.	48.0-in.	0.5-in.	★
470	47.0-in.	51.0-in.	2.5-in.	★
480	48.0-in.	51.0-in.	1.5-in.	★
Thermowell Style		Mounting	Stem	
Standard				Standard
T20 ⁽⁴⁾	Threaded	1/2-14 ANPT	Stepped	★
T22 ⁽⁴⁾⁽¹⁰⁾	Threaded	3/4-14 ANPT	Stepped	★
T24 ⁽⁴⁾⁽¹⁰⁾	Threaded	1-11.5 ANPT	Stepped	★
T26 ⁽¹⁰⁾	Threaded	3/4-14 ANPT	Tapered	★
T28 ⁽¹⁰⁾	Threaded	1-11.5 ANPT	Tapered	★
T30 ⁽¹⁰⁾	Threaded	1 1/2-11 ANPT	Tapered	★
T32 ⁽¹⁰⁾	Threaded	1/2-14 ANPT	Straight	★
T34 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	Threaded	3/4-14 ANPT	Straight	★
T36 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	Threaded	1-11.5 ANPT	Straight	★
T38 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	Threaded	3/4-14 ANPT	Straight	★
T44 ⁽¹⁰⁾	Threaded	1/2-14 ANPT	Tapered	★
W38	Welded	3/4-in. pipe	Stepped	★
W40	Welded	1-in. pipe	Stepped	★
W42	Welded	3/4-in. pipe	Tapered	★
W44	Welded	1-in. pipe	Tapered	★
W46	Welded	1 1/4-in. pipe	Tapered	★
W48 ⁽¹⁰⁾	Welded	3/4-in. pipe	Straight	★
W50 ⁽¹⁰⁾	Welded	1-in. pipe	Straight	★
F10 ⁽¹⁰⁾	Flanged	2-in., Class 150	Straight	★
F12 ⁽¹⁰⁾	Flanged	3-in., Class 150	Straight	★
F52	Flanged	1-in., Class 150	Stepped	★
F54	Flanged	1 1/2-in., Class 150	Stepped	★
F56	Flanged	2-in., Class 150	Stepped	★
F58	Flanged	1-in., Class 150	Tapered	★
F60	Flanged	1 1/2-in., Class 150	Tapered	★
F62	Flanged	2-in. Class 150	Tapered	★
F64 ⁽¹⁰⁾	Flanged	1-in., Class 150	Straight	★

Sensors and Accessories (English)

Table 2. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITH Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

F66 ⁽¹⁰⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 150	Straight	★
F70	Flanged	1-in., Class 300	Stepped	★
F72	Flanged	1 1/2-in., Class 300	Stepped	★
F74	Flanged	2-in., Class 300	Stepped	★
F76	Flanged	1-in., Class 300	Tapered	★
F78	Flanged	1 1/2-in., Class 300	Tapered	★
F80	Flanged	2-in., Class 300	Tapered	★
F82 ⁽¹⁰⁾	Flanged	1-in., Class 300	Straight	★
F84 ⁽¹⁰⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 300	Straight	★
F86 ⁽¹⁰⁾	Flanged	2-in., Class 300	Straight	★
F88 ⁽⁶⁾	Flanged	1-in., Class 600	Stepped	★
F90 ⁽⁶⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 600	Stepped	★
F92 ⁽⁶⁾	Flanged	2-in., Class 600	Stepped	★
F94 ⁽⁶⁾	Flanged	1-in., Class 600	Tapered	★
F96 ⁽⁶⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 600	Tapered	★
F98 ⁽⁶⁾	Flanged	2-in., Class 600	Tapered	★
F02 ⁽¹⁰⁾⁽⁸⁾	Flanged	1-in., Class 600	Straight	★
F04 ⁽¹⁰⁾⁽⁸⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 600	Straight	★
F06 ⁽¹⁰⁾⁽⁸⁾	Flanged	2-in., Class 600	Straight	★
F16 ⁽⁶⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 900	Tapered	★
F34 ⁽⁶⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 1500	Tapered	★
F24 ⁽⁶⁾	Flanged	2-in., Class 1500	Tapered	★
F08 ⁽⁶⁾	Flanged	1 1/2-in., Class 2500	Tapered	★
Q02 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	1-in., Tri-Clamp	Stepped	★
Q04 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	1 1/2-in., Tri-Clamp	Stepped	★
Q06 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	2-in., Tri-Clamp	Stepped	★
Q08 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	3-in., Tri-Clamp	Stepped	★
Q20 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	3/4-in., Tri-Clamp	Straight	★
Q22 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	1-in., Tri-Clamp	Straight	★
Q24 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	1 1/2-in., Tri-Clamp	Straight	★
Q26 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	2-in., Tri-Clamp	Straight	★
Q28 ⁽⁹⁾	Sanitary, Tri-Clamp	3-in., Tri-Clamp	Straight	★

Options (Include with selected model number)

Product Certifications		
Standard		Standard
E5	FM Explosion-proof approval (See Figure 24)	★
E6	CSA Explosion-proof approval (See Figure 25)	★
E7 ⁽¹⁰⁾	IECEx Flameproof approval (See Figure 28)	★
Callendar-Van Dusen Constants		
Standard		Standard
V1-V7	V-Callendar-van Dusen Constants (V4 not available with series 68 sensors)	★
Calibration Schedule		
Standard		Standard
X8	Customer-Specified Temperature Calibration	★
X9	Customer-Specified Single Temperature Point Calibration	★
Calibration Certification		
Standard		Standard
Q4	Calibration Certification, Customer-Specified Temperature	★
Mounting Adapters		
Standard		Standard
M5-M7	Mounting adapter; Sensor Compression Fitting: M5 = 1/8-27 NPT, M6 = 1/4-18 NPT, M7 = 1/2-14 NPT	★

Product Data Sheet

00813-0100-2654, Rev GC
January 2011

Sensors and Accessories (English)

Table 2. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITH Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

A Leadkit		
Standard		Standard
A1-A8	Twisted lead wire extension: A1 = 1.5 ft, A2 = 3.0 ft, A3 = 6.0 ft, A4 = 12 ft, A5 = 24 ft, A6 = 50 ft, A7 = 75 ft, A8 = 100 ft	★
B Leadkit		
Standard		Standard
B1-B8 ⁽¹⁾	Shielded cable lead wire extension: B1 = 1.5 ft, B2 = 3.0 ft, B3 = 6.0 ft, B4 = 12 ft, B5 = 24 ft, B6 = 50 ft, B7 = 75 ft, B8 = 100 ft	★
C Leadkit		
Standard		Standard
C1-C8 ⁽¹⁾	Armored cable lead wire extension: C1 = 1.5 ft, C2 = 3.0 ft, C3 = 6.0 ft, C4 = 12 ft, C5 = 24 ft, C6 = 50 ft, C7 = 75 ft, C8 = 100 ft	★
D Leadkit		
Standard		Standard
D1-D8 ⁽¹⁾	Armored cable lead wire extensions with electrical plug: D1 = 1.5 ft, D2 = 3.0 ft, D3 = 6.0 ft, D4 = 12 ft, D5 = 24 ft, D6 = 50 ft, D7 = 75 ft, D8 = 100 ft	★
L Leadkit		
Standard		Standard
L1-L8	Armored cable mating plugs with lead wire extension: L1 = 1.5 ft, L2 = 3.0 ft, L3 = 6.0 ft, L4 = 12 ft, L5 = 24 ft, L6 = 50 ft, L7 = 75 ft, L8 = 100 ft	★
F Leadkit		
Standard		Standard
F1 ⁽¹⁾	4-pin bayonet connector	★
H Leadkit		
Standard		Standard
H1-H8	4-pin connector mating plugs with lead wire extension: H1 = 1.5 ft, H2 = 3.0 ft, H3 = 6.0 ft, H4 = 12 ft, H5 = 24 ft, H6 = 50 ft, H7 = 75 ft, H8 = 100 ft	★
J Leadkit		
Standard		Standard
J1	Moisture-proof seal assembly for armored cables	★
Special External Pressure Test		
Standard		Standard
R01	Special External Pressure Test	★
Material Certification		
Standard		Standard
O8	Material Certification	★
Surface Finish Certification		
Standard		Standard
Q16	Surface Finish Certification	★
Dye Penetration Test		
Standard		Standard
R03	Dye Penetration Test	★
Thermowell Special Cleaning		
Standard		Standard
R04	Thermowell Special Cleaning	★
NACE Approval		
Standard		Standard
R05	NACE Approval	★
SST Plug and Chain		
Standard		Standard
R06	Stainless steel plug and chain	★
Full Penetration Weld		
Standard		Standard
R07 ⁽¹⁾	Full penetration weld	★
Thermowell Concentric Serrations		
Standard		Standard
R09 ⁽¹⁾⁽¹²⁾	Concentric serrations of thermowell flange face	★

Sensors and Accessories (English)

Table 2. Series 68 RTD Sensor Assemblies WITH Thermowell

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Flat Faced Flange		
Standard		Standard
R10 ⁽¹⁾⁽¹²⁾	Flat Faced Flange	★
Vent Hole		
Standard		Standard
R11	Vent Hole	★
Thermowell Xray		
Standard		Standard
R12	Thermowell Xray	★
Special Surface Finish		
Standard		Standard
R14	Special Surface Finish (12 Ra Maximum "U" length = 22.5-in.)	★
Ring Joint Flange		
Standard		Standard
R16 ⁽¹⁾⁽¹²⁾	Ring joint flange (Not available with 0-in. (T) length)	★
Electropolish		
Standard		Standard
R20	Electropolish	★
Wake Frequency		
Standard		Standard
R21	Wake Frequency-Thermowell Strength Calculation	★
Internal Pressure Test		
Standard		Standard
R22	Internal pressure test	★
Brass Plug & Chain		
Standard		Standard
R23	Brass plug & chain	★
Canadian Registration No.		
Expanded		
R24	CRN Marking for British Columbia	
R25	CRN Marking for Alberta	
R26	CRN Marking for Saskatchewan	
R27	CRN Marking for Manitoba	
R28	CRN Marking for Ontario	
R29	CRN Marking for Quebec	
R30	CRN Marking for New Brunswick	
R31	CRN Marking for Nova Scotia	
R32	CRN Marking for Prince Edward Island	
R33	CRN Marking for Yukon Territory	
R34	CRN Marking for Northwest Territory	
R35	CRN Marking for Nunavut	
R36	CRN Marking for Newfoundland and Labrador	
Twel From Hex Stock		
Expanded		
R37	Thermowell from Hex stock	
Assemble to Options		
Standard		Standard
XA ⁽¹³⁾	Assemble connection head or transmitter to a sensor assembly	★

(1) Not available with Sensor Lead Wire Termination codes R, P, or W.

(2) Not available with option codes E1, E5, E6, and E7.

(3) Codes A and C must be used with an extension length. Additional non-standard (E) lengths are available in ¹/₂-in. increments from 2.5 to 9-in.

(4) Standard configuration with best delivery.

(5) Available only with straight stem thermowells.

Product Data Sheet00813-0100-2654, Rev GC
January 2011**Sensors and Accessories (English)**

- (6) Thermowells with an overall length ("U" + "T" + 1.75-in.) of 36-in. or less are machined from solid barstock. Thermowells with an overall length larger than 42-in. will be constructed using a welded 3-piece design and are available only with a stepped stem style.
- (7) For additional (T) lengths, see Table 15 on page Temperature-40.
- (8) F00 to F00 cannot be used with 0-in. (T) length. F00 cannot be used with 0- or 1/2-in. (T) length.
- (9) Limited to 24" immersion length and 316 or 304 SST materials only.
- (10) IECEx flame-proof approval is only applicable if installed with a Rosemount 248, 644, or 3144P transmitter.
- (11) Available on flanged thermowells only.
- (12) Only one flange face option allowed.
- (13) If ordering option code XA with a transmitter, specify the same option on the transmitter model code.

Table 3. Ordering Example

Typical Model Number	Model	Lead Wire Termination	Sensor Type	Extension Type	Extension Length	Material Code	Immersion Length	Mounting Style	Additional Options
		0068	N	21	A	30	A	075	T22

Anexo D.



ST5484E Velocity 4-20 mA Vibration Transmitters

Model ST5484E is the ideal solution for sensing vibration on most plant equipment. This precision case mounted vibration sensor and signal conditioner in a single package is built to provide years of reliable service. A simple two-wire loop signal proportional to velocity is generated for transfer to a programmable logic controller (PLC), distributed control system (DCS) or other 4-20 mA input devices. Simply mount the transmitter on the machine case, connect the 2-wire loop and read and/or record the vibration. Model ST5484E is made with our patented IPT^{®1} technology which eliminates wiring polarity errors.

Notes:

1. IPT[®] (Independent Polarity Terminal) is a registered trademark of Metrix Instrument Co.

SPECIFICATIONS

Applications

- Blowers
- Centrifuges
- Compressors
- Engines
- Fans
- Generators
- Motors
- Pumps
- Turbines
- Turbochargers

Vibration Range: 4 to 20 mA output proportional to velocity. Refer to "How to Select A" for ranges. Nonstandard ranges available.

Accuracy: 2% (Repeatability)

Dynamic Signal: Acceleration, 100 mV/g.

The dynamic signal has the same frequency range as in "How to Select E/F". 12dB / oct high pass and 12 dB / oct low pass response.

Frequency Response:

Standard: 2 - 1500 Hz, available up to 2000 Hz. Refer to "How to Select E/F". 12 dB / oct high pass and low pass filters are used.

Axis Orientation: Any

Supply Voltage (Vs): 11 to 30 VDC, Non-polarity sensitive, IPT[®]

Isolation: 500Vrms, circuit to case

Electrical Connection Options:

- Flying leads w/18 AWG wire 457 mm (24 in.) long.
- MIL style 2-pin connector.
- Terminal block (accepts up to 16 AWG wire)

Maximum Load Resistance (R_L):

R_L = 50 x (Vsupply-11) ohms

Service Temp. Rating: -40° to 100°C (-40°F to 212°F)

Enclosure Materials: 303SS / 316SS

Enclosure Environmental Rating: Flying Lead and Terminal Block Connectors – 95% Humidity non condensing.

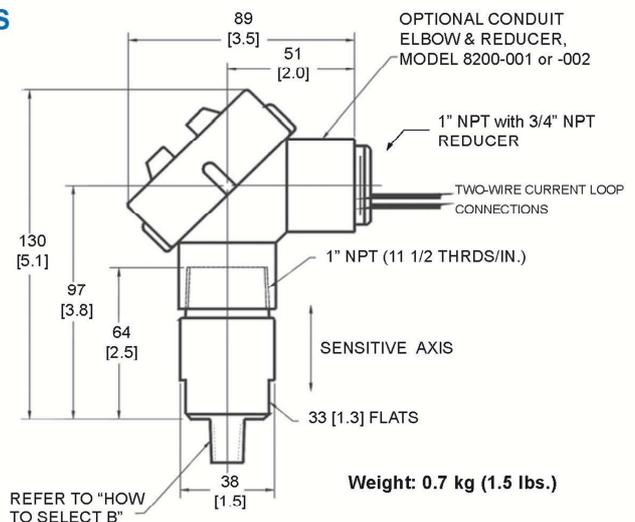
Two pin MIL style connectors - NEMA 4X, IP 65, IP 67

Approvals: Refer to "How to Select C".

Features

- Loop terminals with Independent Polarity (IPT[®])¹
- Stable detection circuit
- Temperature shock protected
- Widest frequency range
- High & low pass filters options
- Dynamic signal option

WEIGHT & DIMENSIONS



Weight: 0.7 kg (1.5 lbs.)



ST5484E-XXX-X14-XX
With 2-pin MIL style connector.



ST5484E-XXX-X32-XX
With two slot terminal block.



ST5484E-XXX-X33-XX
Dynamic signal terminals provide buffered 100 mV/g connection for analysis.



ST5484E-XXX-X20-XX
With 2-24" flying leads.

ST5484E-XXX-X21-XX
With 4-24" flying leads.

HOW TO SELECT

ST5484E - - -

A **Full Scale Range**

1	2	1	= 1 ips (25 mm/s), pk
1	2	2	= 0.5 ips (12.7 mm/s), pk
1	2	3	= 2.0 ips (50 mm/s), pk
1	2	4	= 5.0 ips (125 mm/s), pk
1	2	6	= 0.8 ips (20.3 mm/s), pk
1	3	2	= 3.0 ips (75 mm/s), pk
1	5	1	= 1 ips (25 mm/s), rms
1	5	2	= 0.5 ips (12.7 mm/s), rms
1	5	3	= 2.0 ips (50 mm/s), rms

Note: For true RMS velocity calibration, add 30 to dash number. Ex: -121 becomes -151.

B **Mounting Stud**

0	= Integral 1/4" NPT
1	= Integral 1/2" NPT
2	= 3/8 - 24 UNF X 1/2"
4	= M8 X 1-12
5	= M10 X 1.25-12
6	= 1/4 - 20 UNC
7	= 1/4 - 28 UNF

Note: For 316SS Housing Material, Add 10 to dash number Ex: -0 for standard 1/4 NPT (303SS material), -10 for 1/4 NPT (316SS material)

C **Hazard Rating**

1	= Non-hazardous & CSANRTL/C (for all connections) Class I, Div 2, Grps A, B, C & D
2	= CSANRTL/C for Class I, Div 1, Grps B-D & Class II, Div 1, Grps E-G (available with flying leads ONLY)
3	= ATEX, Ex ia IIC T4 Intrinsically Safe (available with terminal block or 2-pin MS connector)
4	= CSA, Intrinsically Safe, Class I, Div 1, Grps A, B, C & D
5	= IN Metro, BR-Ex ia IIC T4 (for all connections)
6	= IN Metro, BR-Ex d IIC T4 (for flying leads only)
7	= IECEx, Ex ia IIC T4 Intrinsically Safe (available with terminal block or 2-pin MS connector)

D **Connection**

0	= 4-20 mA: Flying leads (C = 1, 2, 5 or 6)
1	= 4-20 mA and dynamic signal: Flying leads (C = 1, 2, 5 or 6)
2	= 4-20 mA: 2-pin terminal block (C = 1, 3, 4 or 5)
3	= 4-20 mA and dynamic signal: 4-pin terminal block (C = 1, 3, 4 or 5)
4	= 4-20 mA: 2-pin MIL style connector (C = 1, 3, 4 or 5)

E **High Pass Filter**

0	= No Filter (2 Hz), Standard
1	= 5 Hz
2	= 10 Hz
3	= 20 Hz
4	= 50 Hz
5	= 100 Hz
6	= 200 Hz

F **Low Pass Filter**

0	= No Filter (1500 Hz), Standard
1	= 500 Hz
2	= 1000 Hz
3	= 2000 Hz
4	= 250 Hz

Optional Stud Adapters

STUD	BUSHING
8253-002	1/4" NPT to 1/2" NPT
8841-084	3/8 - 24 UNF to 1/2 - 20 UNF
8841-099	M8 to M10 x 1.25

Not all Full Scale Ranges are available with all Mounting options. Consult Metrix for valid combinations.

[Additional Accessories - Page 2.32](#)

Anexo E.

1. INTRODUCCION

GENERALIDADES

El Relevador para Manejo de Motores SR469 está basado en un microprocesador, y ha sido diseñado para la protección y manejo de motores y equipo impulsado de mediana y alta capacidad. El SR469 está equipado con 6 relés de salida para disparos, alarmas y bloques de arranque. La protección de motores, el diagnóstico de fallas, la medición de potencia y las funciones RTU estan integrados en un paquete económico removible. El diagrama unifilar de la Figure 1-1 ilustra la funcionalidad del SR469 utilizando los números de dispositivo de acuerdo a las normas ANSI (Instituto Nacional Americanano de Normas).

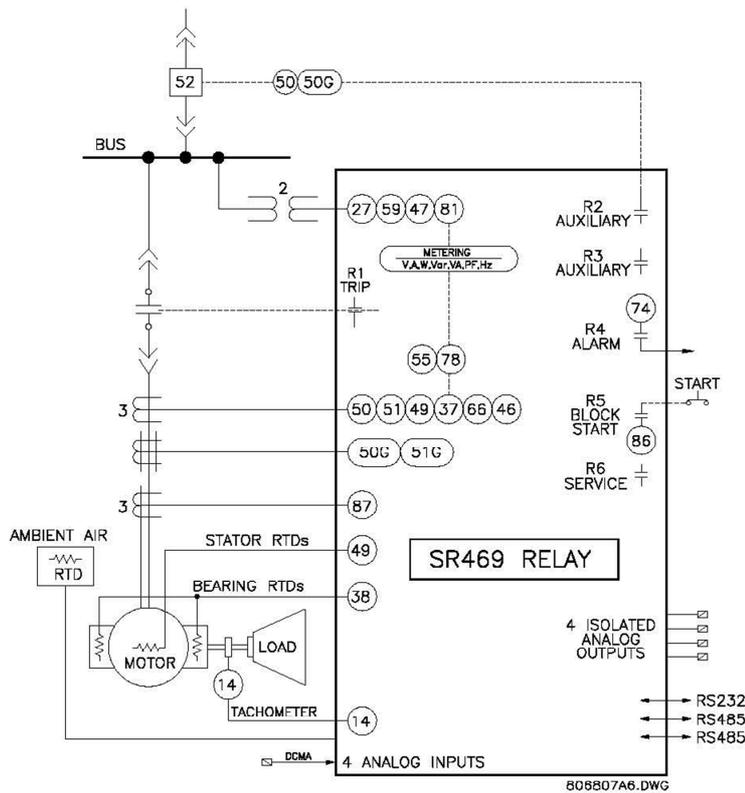


Figure 1-1 DIAGRAMA UNIFILAR

Aplicaciones típicas:

- Bombas
- Ventiladores
- Compresores
- Molinos
- Desmenzadores
- Estrujadores
- Decortezadores
- Refinerías
- Grúas
- Bandas Transportadoras
- Enfriadores
- Trituradoras
- Sopladores

Algunas de las características principales de protección son detalladas aquí. Una lista completa puede ser encontrada en la siguiente tabla Tabla 1-1. Las cuatro entradas digitales asignables, pueden ser configuradas para diferentes funciones incluyendo tacómetro o disparo genérico y alarma con nombre programable. El modelo térmico incorpora polarización desbalanceada, realimentación por RTD y enfriamiento exponencial. Además de las 15 curvas normales de sobrecarga, el SR469 dispone de una curva-usuario-definida y una curva diseñada específicamente para el arranque con cargas de alta inercia, cuando el tiempo de aceleración excede el tiempo de obstrucción permitido. Una segunda curva de sobrecarga es proporcionada para motores de dos velocidades. Las fallas a tierra o fugas a tierra de hasta 0.25A pueden ser detectadas utilizando el TC para tierra Multilin 50:0.025. También proporciona entradas de TC para protección diferencial de fase. Las 12 entradas para RTD que se proporcionan pueden ser individualmente programadas en el campo para diferentes tipos de RTD. Las entradas de transformador de voltaje permiten numerosas características de protección basadas en las cantidades de voltaje y potencia. Las cuatro entradas analógicas de 4-20mA pueden ser utilizadas para disparo y alarma, relacionadas a cualquier entrada de transductor tales como vibración, presión, flujo, etc.

1. INTRODUCCION

INFORMACION PARA ORDENAR

Características adicionales se describen en la Tabla 1-3.

Tabla 1-2 MEDICION

- Voltaje
- Demanda de Corriente y Amperios
- Potencia Real, Demand de kW, Consumo de Potencia kWh
- Potencia Aparente y Demanda de Kva
- Potencia Reactiva, Demand de kvar, consumo/generación de kvar
- Frecuencia
- Factor de Potencia
- RTD
- Velocidad en RPM con una Entrada de Fazor Clave
- Entradas Analógicas Usuario-Programables

Tabla 1-3 CARACTERISTICAS ADICIONALES

- Estuche Removible (para fácil ejecución de pruebas y mantenimiento)
- Control de Voltaje de Arranque Reducido para una Transición Unica
- Supervisión de Bobina de Disparo
- Memoria Titilante para fácil actualización del programa residente (firmware).

Todas las características del SR469 son fijas, no hay ninguna optional. Los secundarios de los TC de fase deben ser especificados en el momento de poner la orden. La potencia de control y el rango de salida analógica deben también ser especificados en ese momento. Las entradas de TC diferenciales del SR469 son programables en el campo para TC con secundarios de 1A o 5A. Hay dos entradas para TC de tierra, una para el TC de balance Multilin 50:0.025, y una para el TC de tierra con secundarios de 1A o 5A, también programable en el campo. Las entradas de VT acomodaran los VT ya sea en la configuración delta o estrella. Los relés de salida no siempre son a prueba de fallas, con la excepción del relé de servicio. El programa de montaje(SETUP) se incluye con cada unidad. Un relevador de muestra con estuche metálico puede ser ordenado con propósitos de prueba y demostración. Abajo se listan otros accesorios.

469	*	*	*
469			Basic unit
	P1		1A phase CT secondaries
	P5		5A phase CT secondaries
		LO	DC: 25-60 V; AC: 20-48 V @ 48-62 Hz
		HI	DC: 90-300 V; AC: 70-265 V @ 48-62 Hz
		A1	0-1 mA analog outputs
		A20	4-20 mA analog outputs

OTROS ACCESORIOS

Programa 469PC: Suministrado sin costo con cada relevador

DEMO: Caja para Acarreo in la cual la unidad SR469 puede ser montada

PANEL SR 19-1: Panel de 19" para un relevador

PANEL SR 19-2: Panel de 19" para dos relevadores

MODULO SCI: Caja convertidora de RS232 a RS485 diseñada para ambientes industriales rigurosos

TC de Fase: 50,75,100,150,200,250,300,350,400,500,600,750,1000

HGF3, HGF5, HGF8: Para detección sensitiva de tierra en sistemas de tierra de alta impedancia.

Collar SR469 1 1/8": Para paneles poco profundos, reduce la profundidad del relevador en 1 1/8"

Collar SR469 3": Para paneles poco profundos, reduce la profundidad del relevador en 3"

Equipo para montaje opcional: Soporte adicional para montaje 1819-0030

Figura 1-2 SR469 CODIGO PARA ORDENAR

1. INTRODUCCION

ESPECIFICACIONES DEL SR469

RFI: Transmisor de 50 MHz/15W
EMI: C37.90.2 Interferencia Electromagnética
@ 150 MHz y 450 MHz, 10V/m
Estática: IEC 801-2 Descarga Estática
Humedad: 95% sin condensación
Temperatura: -40 °C a +60 °C ambiente
Ambiente: IEC 68-2-38 Temperatura/Ciclo De Humedad
Vibración: Vibración Sinusoidal 8.0g por 72 hrs

EMPAQUE

Caja de Embarque: 12x11"x10" (Ancho x Alto x Espesor)
30.5cm x 27.9cm x 25.4cm
Peso de Embarque: 17 lbs Max / 7.7 kg

CERTIFICACION

ISO: Certificado ISO9000
UL: Aprobado UL
CSA: Aprobado CSA
CE: Conforme a EN 55011/CISPR 11, EN 50082-2

Anexo F.

SB 2100/9700/9800 ®

Multipar blindado para sistema RS 485 - UL 13



SB 9701 - Par blindado para sistemas RS 485

Atributos destacados

Sistemas Informáticos



Marcación Secuencial



No propagación de incendio



Protección interferencias electromagnéticas



Doble Blindaje

**Aplicaciones**

Circuitos de distribución de buses de campo, aptos para canalizaciones aéreas y subterráneas, para sistemas informáticos RS 485. Este sistema permite una red de nodos múltiples comunicada con un cable a pares que ofrece: comunicación bidireccional, gran longitud del cable de interconexión y alta velocidad de transmisión de datos.

Características

Tensión nominal:	300 Volt.
Temperatura de servicio:	Máxima 80°C.
Normas:	Reglamento AEA señales débiles. Código NEC, art. 725 clase 2 y 3, art. 800 comunicaciones.
Construcción:	UL 13.
Fuego:	No propagación del incendio, VW1, IRAM 2399, IEC 60332-1.

Descripción

Conductor:	Cobre recocido estañado, 7 hilos clase B.
Aislación:	Compuesto termoplástico.
Identificación:	Ver carta de colores en Apéndice Técnico/Secciones y materiales/Aislaciones/Colores.
Paso:	50mm (20 torsiones por metro).
Blindaje:	Cinta de aluminio-poliéster más trenza de cobre estañado.
Cubierta:	SB 2100 PVC negro, no propagante del incendio y resistente a rayos U.V. SB 9700 y SB 9800 PVC gris, no propagante de incendio.
Desgarre:	Hilo de poliamida bajo la cubierta.

Opcionales

Armadura: Corona helicoidal de alambres de acero galvanizado más cubierta de PVC, no propagante de incendio. Ver nota técnica titulada "Propiedades de las armaduras de alambres".

Alternativas

Construcción: Material de cubierta libre de halógenos LSOH (Low Smoke, Zero Halogen = Bajos Humos, Cero Halógenos), norma IEC 60502-1, IEC 60754-1-2, IEC 61034, NES 713 y CEI 20-37.

Instalación

Conexión: La máxima longitud del bus RS 485 es de 1200 metros sin el uso de amplificadores, para distancias mayores se debe utilizar equipamiento para regenerar y amplificar la señal. El RS 485 es un bus serie, por lo tanto no permite la instalación de los equipos en estrella o anillo. Evitar el paso de los cables del bus cerca de cables y equipos de potencia, estos producen inducciones electromagnéticas que pueden provocar el mal funcionamiento del sistema.

Montaje: Radio mínimo $7 \times$ Diámetro Exterior.
Tracción máxima: 5 daN/mm² sobre los conductores de cobre.

Propiedades generales

Código	Nº Pares	Calibre	Resist. Eléct.	Tipo de Blindaje	Veloc. Propag.	Imped. Caract.	Capac. Mutua		Diám. ext.	Peso
		AWG	ohm/km		VP (%)	Ohm	pF/m	pF/ft	mm	kg/km
SB 2106	1			Cinta					8,2	78
SB 2107	1,5 (*)			Aluminio/ Poliéster +					8,6	88
SB 2108	2	22	57,4	trenza de cobre estañado con cobertura 90%	78	120	42	12,8	8,6	85
SB 2109	3								9,1	98
SB 2110	4								10,4	126
SB 9701	1			Cinta					7,3	68
SB 9702	2								8,8	88
SB 9703	3			Aluminio/ Poliéster + trenza de cobre estañado con cobertura 90%	66	120	48	14,6	7,9	102
SB 9704	4	24	90,9						10,6	129
SB 9708	8								13,4	208
SB 9712	12								16,5	293
SB 9716	16								18,1	347

Cualquiera de los datos suministrados en este documento podrán ser modificadas por Marlew S.A. sin aviso previo.

www.marlew.com.ar - todos los derechos reservados © - 2008/10/30 08:13:49

2

SB 9801	1			Cinta					8,6	89
SB 9802	2			Aluminio/					8,4	91
SB 9803	3			Poliester +					8,9	108
SB 9804	4	22	57,4	trenza de	66	120	44	13,4112	9,6	128
SB 9808	8			cobre					12,6	223
SB 9812	12			estañado					15,2	334
SB 9816	16			con					17,2	438
				cobertura						
				90%						

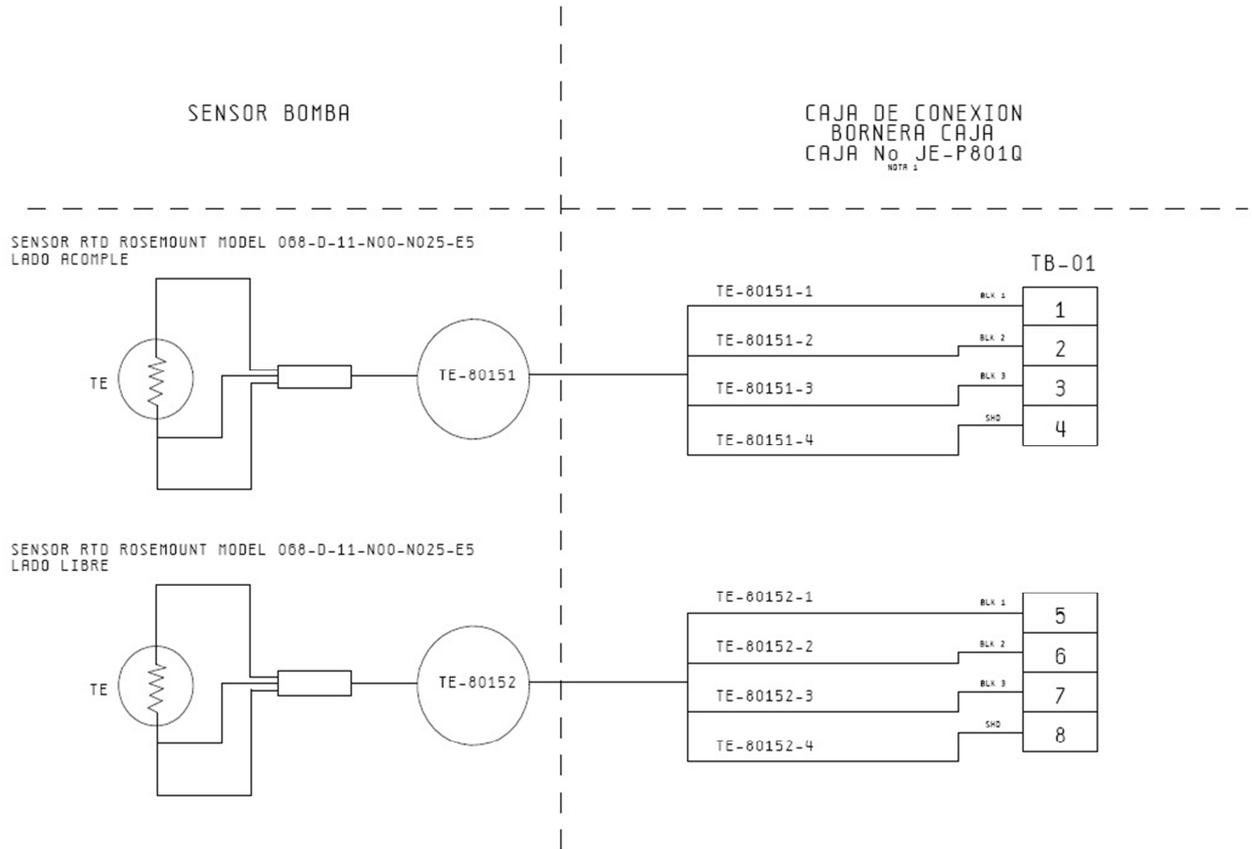
pF/m= Capacidad mutua entre conductores de un mismo par en picoFaradio por metro.

pF/ft= Capacidad mutua entre conductores de un mismo par en picoFaradio por pie (Feet).

(*)Consta de tres conductores: dos formando un par bajo la cinta, el restante cableado entre la cinta y la trenza.

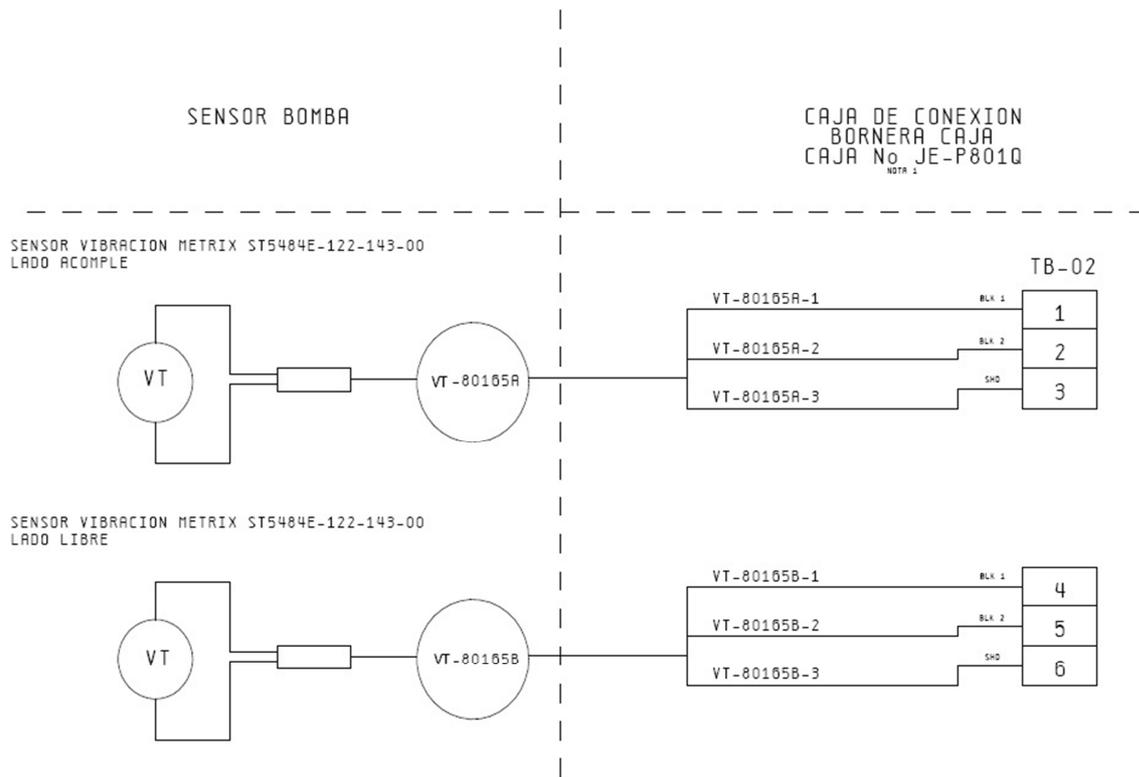
Anexo G.

Esquema de Conexión Sensor de Temperatura Bomba MP-801Q



Anexo H.

Esquema de Conexión Sensor de Vibración Bomba MP-801Q



Anexo I.

Diagramas de Lazo y Conexionado Señales Bomba P-801Q

CAMPO			CUARTO DE INSTRUMENTO U-801 GABINETE (MOUDULO DE INTERFAZ)								
TAG EQUIPO	BORNE	DESCRIPCIÓN	TAG EQUIPO HASTA	BORNE	CONTROLADOR	CHASIS	SLOT	TARJETA	MODELO	CANAL	TIPO DE CABLE
VIT-80165A	+ BLK	Señal de vibración en rodamientos del motor	MC-U801-02 TB-A1-05	B5 BLK	PLC U-801	3	6	AI-06	1756-IF6CIS	2	1 PR+P 16AWG 300V NO ARMADO
	- WHT			A5 WHT							
	SHD			A6 SHD							
VIT-80165B	+ BLK	Señal de vibración en rodamientos del motor	MC-U801-02 TB-A1-06	B7 BLK	PLC U-801	3	6	AI-06	1756-IF6CIS	2	1 PR+P 16AWG 300V NO ARMADO
	- WHT			A7 WHT							
	SHD			A8 SHD							

SUBESTACION ELÉCTRICA ET-31			CUARTO DE INSTRUMENTO U-801 GABINETE (MOUDULO DE INTERFAZ)								
TAG EQUIPO	BORNE	DESCRIPCIÓN	TAG EQUIPO HASTA	BORNE	CONTROLADOR	CHASIS	SLOT	TARJETA	MODELO	CANAL	TIPO DE CABLE
XX P801Q	X8 3 BLK	Comando de arranque	MC-U801-02 TB-DO-03	A18 BLK	PLC U-801	4	10	D0-03	1756-0B16I	0	PR1 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 4 WHT			B18 WHT							
YY P801Q	X8 5 BLK	Comando de parada	MC-U801-02 TB-DO-03	A19 BLK	PLC U-801	4	10	D0-03	1756-0B16I	1	PR 2 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 6 WHT			B19 WHT							
XY P801Q	X8 20 BLK	Señal de Permisivo de arranque local activado	MC-U801-02 TB-DO-03	A20 BLK	PLC U-801	4	10	D0-03	1756-0B16I	2	PR 9 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 21 WHT			B20 WHT							
XM P801Q	X8 22 BLK	Señal de Permisivo de mantenimiento activado	MC-U801-02 TB-DO-03	A20 BLK	PLC U-801	4	10	D0-03	1756-0B16I	3	PR 10 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 23 WHT			B20 WHT							
YA P801Q	X8 7 BLK	Señal de falla del motor	MC-U801-02 TB-DI-17	B3 BLK	PLC U-801	4	9	DI-17	1756-IB16I	0	PR 3 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 8 WHT			B2 WHT							
XS P801Q	X8 18 BLK	Señal de estado del motor (Encendido)	MC-U801-02 TB-DI-17	B5 BLK	PLC U-801	4	9	DI-17	1756-IB16I	1	PR 4 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 19 WHT			B4 WHT							

YS P801Q	X8 9 BLK	Señal de estado del motor (Apagado)	MC-U801-02 TB-DI-17	B7 BLK	PLC U-801	4	9	DI-17	1756-IB16I	2	PR 5 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 10 WHT			B6 WHT							
YIR P801Q	X8 16 BLK	Señal de estado operación del motor en remoto "PLC"	MC-U801-02 TB-DI-17	B9 BLK	PLC U-801	4	9	DI-17	1756-IB16I	3	PR 6 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 13 WHT			B8 WHT							
YIL P801Q	X8 15 BLK	Señal de estado operación del motor en local "MOTOR"	MC-U801-02 TB-DI-17	B11 BLK	PLC U-801	4	9	DI-17	1756-IB16I	4	PR 7 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 17 WHT			B10 WHT							
XI P801Q	X8 11 BLK	Señal de estado casilla del motor disponible	MC-U801-02 TB-DI-17	B13 BLK	PLC U-801	4	9	DI-17	1756-IB16I	5	PR 8 12 PR+P PG 18AWG 300V
	X8 12 WHT			B12 WHT							

CAMPO			CUARTO DE INSTRUMENTO U-801 GABINETE (MOUDULO DE INTERFAZ)								
TAG EQUIPO	BORNE	DESCRIPCIÓN	TAG EQUIPO HASTA	BORNE	CONTROLADOR	CHSSIS	SLOT	TARJETA	MODELO	CANAL	TIPO DE CABLE
TE-80151	+ WHT	Señal de temperatura devanados de la bomba	MC-U801-02 TB-RTD-01	B5 WHT	PLC U-801	3	7	RTD-01	1756-IR6I	2	TR1 1TR+P 16AWG 300V NO ARMADO
	- RD			B6 RD							
	C BLK			A5 BLK							
	SHD			A6 SHD							
TE-80152	+ WHT	Señal de temperatura devanados de la bomba	MC-U801-02 TB-RTD-01	B7 WHT	PLC U-801	3	7	RTD-01	1756-IR6I	3	TR1 1TR+P 16AWG 300V NO ARMADO
	- RD			B8 RD							
	C BLK			A7 BLK							
	SHD			A8 SHD							

