



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESTUDIOS DE POSGRADO FACULTAD DE INGENIERÍA

Reconfiguración de los PLC e integración de los paquetes de recirculación de CB4T

PROYECTO TERMINAL

PRESENTADO EN ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIZACIÓN

Mantenimiento a Equipo de Instrumentación y Control

P R E S E N T A

Luis Ortíz Bolaina

DIRECTOR DEL PROYECTO TERMINAL

Ing. Francisco J. Rodríguez Ramírez

Agosto del 2008



INDICE

INTRODUCCIÓN	1
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO QUE REALIZA LA TERMINAL	2
ANTECEDENTES	5
OBJETIVO	8
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
ALCANCE DEL PROYECTO	10
CAPÍTULO I	
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	12
1.2 MOTOBOMBAS	13
1.3 BOMBA DE LUBRICACIÓN	13
1.3.1 MODO LOCAL	13
1.3.2 MODO REMOTO	14
1.4 OPERACIÓN DE LAS MOTOBOMBAS	15
1.4.1 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LAS MOTOBOMBAS	15
1.4.1.1 CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN	17
1.4.2 PROCEDIMIENTO DE PARA DE LAS MOTOBOMBAS	17
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS MOTOBOMBAS	18
CAPITULO II TRABAJOS A DESARROLLAR EN EL PROYECTO	
2.1 INSTALACIÓN DEL PLC S7-400	19
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLC S7-400	26
2.3 TARJETAS INSTALADAS EN EL SIMATIC S5	28
2.4 INTERCONEXIÓN DE LOS PERIFÉRICOS AL PLC S7-400	30
2.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL	31
2.6 DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA LA APLICACIÓN EN STEP 7	34
2.6.1 CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE EN EL PROGRAMA	48
2.7 INSTALACIÓN DE LA UPS	49
2.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LA UPS	50
2.7.2 SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LA UPS	56
2.8 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN	59
2.8.1 PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO A LOS TRANSMISORES DE PRESION	61
2.9 DESCRIPCIÓN DEL POSICIONADOR INTELIGENTE	62
2.9.1 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO AL POSICIONADOR INTELIGENTE	64
2.10 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS	66
CAPÍTULO III	
INTEGRACIÓN DE LOS PAQUETES DE RECIRCULACIÓN L1 Y L2	73
CAPÍTULO IV MANTENIMIENTO	

4.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	80
4.2 EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO	81
4.3 SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO	82
4.4 RESPONSABILIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	84
4.5 NIVEL DE MANTENIMIENTO	85
4.6 COSTO DE MANTENIMIENTO	86
4.6.1 PREPARACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA EL MANTENIMIENTO	87
4.6.2 ETAPAS DE LA PREPARACIÓN DEL MANTENIMIENTO	88
4.6.3 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO	89
CONCLUSIONES	91
ANEXOS	94
MATERIAL A USAR	98
GLOSARIO	105
BIBLIOGRAFÍA	110

INTRODUCCIÓN

El desarrollo petrolero del Golfo de Campeche y la potencialidad productiva de hidrocarburos en el área mesozoica de Chiapas y de Tabasco, determinaron la necesidad de construir una terminal marítima petrolera, destinada hacer la fuente principal del abastecimiento de insumos y servicios de las actividades de exploración, así como la perforación y explotación de los yacimientos de hidrocarburos de la Sonda de Campeche.

Actualmente se han incrementado los equipos operativos y las instalaciones de apoyo, para alcanzar la infraestructura que actualmente existe. Es por ello, que en nuestros días, ocupa un lugar preponderante dentro de PEMEX Exploración y Producción, ya que a través de sus instalaciones se maneja el 76 % de la producción nacional de hidrocarburos, por lo cual es uno de los puertos de abastecimiento de crudo más importante de Latinoamérica.

Características principales de la Terminal Marítima de Dos Bocas,(TMBD), Tabasco.

Almacenamiento y manejo de crudo: El crudo terrestre y marino recibido en la terminal se almacena en tanques atmosféricos verticales provistos de cúpulas flotantes. La capacidad de almacenamiento es de 7 Millones de Barriles (MB) para el manejo de crudo, la TMDDB incluye bombeo a dos Boyas con capacidad de bombeo de 80,000 Barriles Por Hora (BPH) cada una. Una estación de bombeo, hacia Nuevo Teapa, diseñadas para operar gastos unitarios equivalentes hasta 60,000 BPH.

Procesamiento de crudo: El proceso industrial de separación, deshidratación, desalado y estabilización que se aplica en Dos Bocas al crudo marino proveniente de plataformas, comprende 20 plantas modulares con capacidad integrada para procesar 2 Millones De Barriles Por Día (MBPD) además, esta provisto de la infraestructura necesaria para alcanzar una producción diaria total de 3 MBPD.

Descripción general del proceso que realiza la terminal

La Terminal Marítima Dos Bocas, recibe el crudo procedente de las plataformas marinas y el crudo terrestre procedente de los pozos Puerto Ceiba y Castarrical, el crudo es acondicionado y almacenado para su envío a los diferentes centros de distribución.

El manejo de los hidrocarburos se inicia en la Trampa de Diablos Norte en la que se distribuye toda la producción de crudo ligero y parte del pesado a la plataforma elevada de estabilizado, así como también el resto del crudo pesado a la succión de Casa de Bombas 4T (CB4T) para ser enviado a refinación.

Después del proceso de estabilización, el crudo ligero es enviado a las Casas de Bombas No.5T y 5E a un sistema de deshidratación en frío que consiste en tres tanques de almacenamiento de 200,000 BD cada uno, adaptados como tanques deshidratadores, estos abastecen a tres motobombas de Casa de Bombas No.2, que envían el crudo de almacenamiento a CB 4T, para bombeo al altiplano a través de la L2.

El crudo pesado es manejado con las Casas de Bombas No. 5T y 5E, que envía el crudo hacia almacenamiento y succión de la CB4T a través de la cual se rebombee por la línea No.1 y 3 hacia el altiplano para refinación.

En el capítulo uno veremos las características de las motobombas usadas en CB4T, así como el proceso que realiza esta instalación en la Terminal Marítima de Dos Bocas, Tabasco.

En el capítulo dos se describirán los trabajos que se realizarán del proyecto, como son sus diagramas de tuberías e instrumentos (DTI), y trayectorias de los ductos para el área eléctrica y de instrumentación electrónica.

En capítulo tres se analizará la integración de los Paquetes de Recirculación al sistema de control.

En el capítulo cuatro veremos los beneficios de contar con un mantenimiento confiable, así como reducir los costos de mantenimiento que implica tener un sistema automático y de control de las motobombas.

Se detalla un anexo en donde se muestra el material a utilizar en el proyecto, tomado en cuenta el levantamiento físico realizado con el propósito de adquirir lo que realmente se requiere para llevar a cabo el proyecto.

Se incluye una bibliografía del sistema para referencia.

A continuación se muestra un diagrama esquemático del proceso que se realiza en la TMDB.

**PROCESO DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO,
TRANSPORTE
Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS DE LA
TMDB**

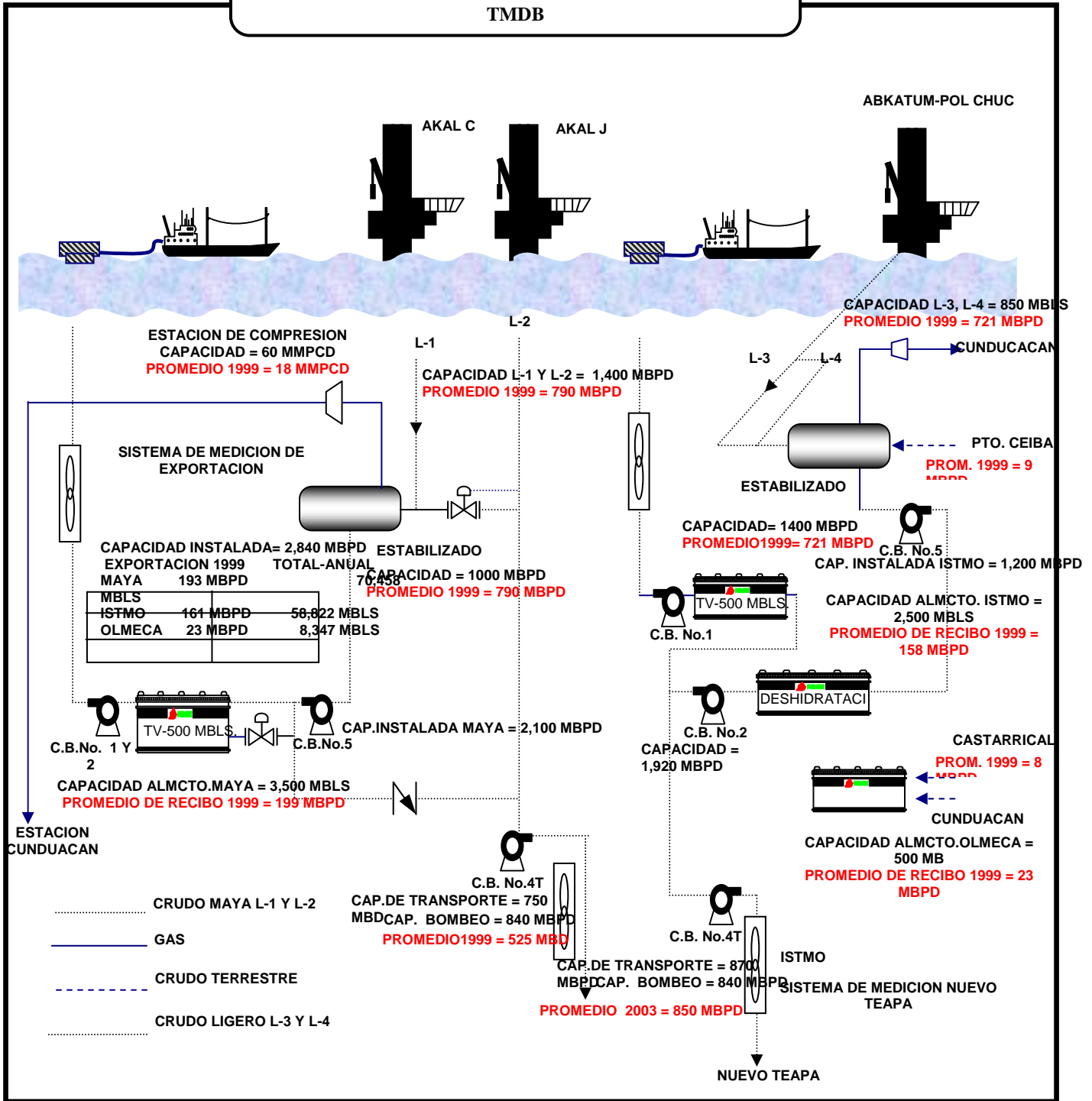


Figura 01

ANTECEDENTES

Cada motobomba de la CB4T tiene un PLC para controlar los permisivos de arranque y paro de cada una de las motobombas en caso de fallas, cuentan además con protecciones contra corto circuito, alarmas por temperatura, baja presión de succión y alta presión de descarga.

Dichos PLC no tienen la capacidad de control, paro y arranque desde una estación de operación; por ello para monitorear las señales que aquí se generan, tienen que ser enviadas a otro PLC de mayor capacidad y versatilidad instalado en la Casa de Bombas 2 que se encuentra a 1 kilómetro aproximadamente el cual recibe toda la información generada en CB4T, dicha información es procesada y transmitida nuevamente vía fibra óptica para que sea visualizada en CB4T.

Esto al existir una falla del PLC en la Casa de Bombas 2 la visualización se pierde, provocando con esto descontrol operativo al no tener la información en tiempo real de las condiciones de los instrumentos de campo de cada motobomba, generando con esto atrasos en el envío de hidrocarburos al altiplano.

Se cuenta además con instrumentos, los cuales no son los apropiados para tener un control local, esto genera que el tiempo de respuesta sea alto, provocando así disparos de las motobombas.

No se cuenta además con un control eficiente en los Paquetes de Recirculación para la L1 y L2 para el manejo de Crudo Maya e Istmo respectivamente, los cuales por ser neumáticos los controladores de las válvulas su tiempo de respuesta es lento, lo cual no evita que las motobombas se disparen, provocando que el fluido no sea constante hacia el área de refinación.

Derivado de lo anterior se decidió realizar un proyecto que:

- 1.- Evitará paros de las motobombas por el tiempo de respuesta tan lento de los controladores neumáticos de los Paquetes de Recirculación tenían instalados.

2.- La estación de CB4T no dependiera para la visualización de sus parámetros de un PLC externo, el que está instalado en Casa de Bombas 2 y que al falla este provoca la pérdida de visualización, y la CB4T deja de tener monitoreo de sus variables.

3.- El sistema a instalarse no se dejara de utilizar los PLC de cada motobomba, sino que se continuaran usando y que la información de estos fueran procesadas localmente por un PLC de mayor capacidad y versatilidad para un aumento de motobombas a futuro de la instalación de CB4T.

Partiendo de estas premisas se definió que lo más viable, económico y funcional para que la instalación de bombeo de CB4T no dependiera de ningún otro PLC y que su operación, control, paro y arranque de las 14 motobombas se realizarán desde una estación de operación local sin interrumpir el proceso. Los análisis anteriores propiciaron la decisión de realizar un proyecto de automatización, control paro y arranque de las 14 motobombas e integración automática de los paquetes de Recirculación denominándose el proyecto:

OBJETIVO

Reconfigurar la CB4T con un sistema de control, supervisión, paro y arranque, mediante un PLC de mayor capacidad para mantener en optimas condiciones de operación, confiabilidad y funcionalidad las 14 motobombas y la integración de los paquetes de recirculación de L1 y L2, con el fin de evitar los paros de las motobombas por alta o baja presión de operación.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Lo principal del proyecto es que se continuarán usando los PLC de cada motobomba, generando con esto disminución en los costos del proyecto y principalmente que la producción no se detenga.

Este sistema propuesto es de vital importancia para PEMEX, ya que de dicha instalación abastece de hidrocarburos al altiplano mexicano.

El sistema solicitado para la supervisión, arranque, paro, monitoreo y control de las 14 motobombas de CB4T es mediante un PLC marca Siemens S7-400, el cual cumple con las características técnicas y funcionales específicas para tal fin, tanto como en sus dimensiones, tipos de conexiones eléctricas y de control, este sistema es parte fundamental del sistema de control y supervisión para la CB4T y es lo recomendado por el fabricante con el fin de garantizar la operación continua del proceso, optar por otro equipo similar de control, ocasionaría incrementos de recursos materiales, financieros y tiempos de instalación, generando además modificación al equipo instalado así como de ingeniería, por ello se decidió no sustituirlo por otras marcas, y principalmente debido a la funcionalidad y

operatividad de las 14 motobombas de dicha instalación ya que el proceso no debe ser interrumpido.

Además con este sistema de monitoreo y control, se obtiene lo siguiente:

- 1.- Disminución en los disparos de bombas en CB4T, al integrar los paquetes de recirculación L1 y L2 de CB4T al sistema de control y monitoreo, para que de esta manera mantener la operatividad de las 14 motobombas.
- 2.- Eliminación de la dependencia en la visualización entre la CB4T y la Casa de Bombas 2, lo que origina confusión en los procesos.
- 3.- Mayor confiabilidad del sistema, al utilizar equipo redundante S7-400 en CB4T y estaciones de operación adicionales, tanto en CB4T como en el cuarto de operación central de la Terminal Marítima Dos Bocas, Tabasco.

ALCANCE DEL PROYECTO

Se cuenta con dos válvulas de control de presión una de succión de 6 pulgadas¹ (0.1524 m) de diámetro (ϕ) y otra de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ , las cuales abren para recircular la presión por baja presión de succión en los cabezales de cada paquete de recirculación de las bombas(L1 y L2), la válvula de 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ abrirá al bajar la presión en el cabezal a menos de 3.5 kg/cm² (354.55 kPa) y la de 12 pulgadas (0.3048 m) ϕ abrirá al bajar la presión a menos de 3.0 kg/cm² (303.9 kPa) esto es en el caso del paquete de L2, en el caso del paquete de L1 los valores de baja presión serán para la válvula de 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ de 3.0 kg/cm² (303.9 kPa) y para la válvula de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ de 2.5 kg/cm² (253.25 kPa).

Se instalará un transmisor de presión en el cabezal de succión con el propósito de que sea monitoreado y tomar dicho dato del proceso para controlar dichas válvulas.

¹ Todas las unidades de medición de variables de proceso deben estar expresadas en el Sistema Internacional de Unidades, de acuerdo a la NOM XXXXXXXXXX. Sin embargo tanto la gente de operación, supervisión y mantenimiento están habituados a leer dichas unidades en el sistema MKS o en el Sistema Inglés. Por esta razón se incluyen las unidades en los sistemas que usa el personal y entre paréntesis se incluirá las unidades SI

También se cuenta con dos válvulas de recirculación por alta presión de descarga una de 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ la cual abrirá al subir la presión a mas de 46.0 kg/cm^2 (4,659.8 kPa), y la otra de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ la cual abrirá al subir la presión a mas de 47.0 kg/cm^2 (4,761.1 kPa) en el caso del paquete de recirculación de Línea1. Para el caso del paquete de recirculación de Línea2 los valores de alta presión serán para la válvula de 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ de 51.0 kg/cm^2 (5,166.3 kPa) y para la de 12 pulgadas de diámetro de 52 kg/cm^2 (5,267.6 kPa).

Para medir la presión del cabezal general de succión y descarga de ambas líneas se instalaran transmisores de presión tipo inteligente en cada uno de los cabezales (2 transmisores de presión de succión y 2 transmisores de presión de descarga las unidades para leer ambas presiones serán en kg/cm^2).

Para accionar las 4 válvulas de control de presión en los dos paquetes de recirculación, se instalarán en las válvulas posicionadores inteligentes los cuales recibirán la señal de 4 a 20 mA proveniente del PLC.

La estación de monitoreo contara con botones dinámicos para que mediante una clave de acceso el operador pueda elegir la operación de la válvula (automático/manual) y cuando este en modo manual pueda mandar abrir la válvula a voluntad indicando el porcentaje de apertura de dichas válvulas en la pantalla.

Los valores de los parámetros de algoritmo de control proporcional, integral, derivativo (PID); así como el punto de ajuste (set point) podrán cambiarse a voluntad mediante una clave de acceso únicamente por personal de mantenimiento autorizado.

CAPÍTULO I

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN CASA DE BOMBAS 4 TEMPORAL.

El proceso está formado por 14 motobombas alojadas en un cobertizo de aproximadamente 60 m x 20 m denominado CB4T, donde la línea de succión a las motobombas es de 14 pulgadas (0.3556 m) de ϕ y su presión varia de 2.5 a 5.0 kg/cm^2 (253.25 a 506.5 kPa), mientras que la línea de descarga de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ la presión va de 12.0 a 56.0 kg/cm^2 (1,219.2 a 5,672.8 kPa), las líneas de succión y descarga están interconectadas a los cabezales de descarga generales independientes de 36 pulgadas (.09144 m) de ϕ .

Una vez satisfechas las demandas de exportación, el crudo es distribuido a otros centros de proceso, lo anterior se logra mediante la CB4T hacia la central de rebombeo en Cárdenas, Tabasco a 60 Km de la TMBD.

La función principal de la CB4T es bombear el crudo tipo Istmo y Maya hacia la estación de distribución de nuevo Teapa pasando previamente por los tanques de almacenamiento de crudo ligero y pesado; además del sistema de medición Daniel-800.

El cabezal de descarga de crudo Istmo y Maya tienen integrado un paquete de recirculación, el cual tiene la finalidad de que en caso de represionamiento en la línea de descarga, sus válvulas abran a 58.0 kg/cm^2 (5,875.4 kPa) y desfoguen el crudo al cabezal de succión. Si aún con esto la presión se sigue incrementando, automáticamente se disparan las motobombas al detectar la presión máxima de 60.0 kg/cm^2 (6,078 kPa).

La estación de bombeo de CB4T está considerada como estratégica a nivel nacional; es por esto que su operación y confiabilidad de bombeo deben mantenerse en el más alto nivel de disponibilidad de los elementos que la conforman; ya que tienen la capacidad de bombear 1,400,000 BD.

Las 14 motobombas son accionadas por motores eléctricos de 13.8 kV, las cuales tienen la capacidad cada una de bombear 100,000 BD.

Las motobombas de la 1 a la 7 se utilizan para el manejo de crudo Istmo, mientras que las motobombas de la 8 a la 14 se usan para crudo Maya teniendo las motobombas 5 y 7 comunes para ambos productos en caso de necesitarse.

1.2 MOTOBOMBAS

Cada motobomba tiene dos selectores: selector de dos posiciones, para encendido y apagado con la leyenda **On/Off** y el selector de tres posiciones para operaciones Remota, Local y salida de operación, con la leyenda **Remoto-Fuera-Local**. Además cuenta con dos botoneras: botón de arranque y botón de paro.

1.3 BOMBA DE LUBRICACIÓN ELÉCTRICA

Para la bomba de lubricación, se cuenta con un **botón de arranque** (verde) y **paro** (rojo) con luz indicadora, así como uno de restauración (amarillo), este último se usa como reconocimiento de alarma para la motobomba.

Puede funcionar de dos maneras; Local y Remoto.

1.3.1 MODO LOCAL

En este modo el operador puede arrancar o parar desde Cuarto de Control de Motores (CCM) o en Campo mediante botoneras instaladas a pie de cada Motobombas y no podrá hacerlo desde la computadora personal. Para iniciar el arranque o paro, el selector On/Off deberá estar en la posición **On**, y el selector Remoto-Fuera-Local debe estar en la posición **Local**. Una vez que se tengan estas dos condiciones, el operador estará listo para pulsar el botón de arranque de la bomba de lubricación eléctrica, hasta que alcance una presión de 15.0 lb/pulg² (1,069.2 kPa). Cuando la presión de lubricación marque 11.0 lb/pulg² (784.3 kPa), en la computadora personal deberá aparecer la leyenda, **“Listo para Arranque”** condición de permisivo para la motobomba.

Cuando la presión de lubricación alcance 18.0 lb/pulg² (1,283.13 kPa). (Esto se logra cuando la motobomba esta en operación), la bomba de lubricación eléctrica se

desconecta automáticamente y solo queda trabajando la bomba de lubricación principal, que esta acoplada a la motobomba principal de bombeo.

Al parar la motobomba de bombeo, la presión de lubricación desciende, y cuando alcance una presión de 8.0 lb/pulg² (570.28 kPa), se conectará automáticamente la bomba de lubricación eléctrica. Esta bomba queda trabajando 10 minutos, después de este tiempo el operador procede a apagarla.

Si la bomba de lubricación principal (acoplada a la motobomba) tiene alguna falla y no entra la bomba de lubricación eléctrica, la presión de lubricación desciende, provocando que cuando se alcance un valor menor a 8.0 lb/pulg² (570.28 kPa), la motobomba se dispare.

1.3.2 MODO REMOTO

En este modo el operador puede arrancar y parar desde la computadora sin necesidad de estar en el cuarto de control de las motobombas, además podrá parar desde CCM o Campo en casos de emergencia.

Para iniciar el arranque o paro, el selector On/Off deberá estar en la posición **On**, y el selector Remoto-Fuera-Local debe estar en la posición de **Remoto**. Entonces el operador estará listo para arrancar la bomba de lubricación eléctrica desde la computadora que está ubicada en el cuarto del operador hasta que se alcance una presión normal de lubricación de 15.0 lb/pulg² (1,069.2 kPa). Cuando la presión de lubricación marque 11.0 lb/pulg² (784.3 kPa),se indica una leyenda de **“Listo para Arranque”** condición de permisivo para que la MotoBomba entre en operación.

Cuando la presión de lubricación alcance 18.0 lb/pulg² (1,283.13 kPa). (Esto se logra cuando la motobomba esta en operación), la bomba de lubricación eléctrica se desconecta automáticamente y solo queda trabajando la bomba de lubricación principal, que esta acoplada a la motobomba.

Al parar la motobomba la presión de lubricación desciende, y cuando alcance una presión de 8.0 lb/pulg² (570.28 kPa), se conecta automáticamente la bomba de lubricación eléctrica. Esta bomba queda trabajando 10 minutos, después de este tiempo el operador procede a apagarla Si la bomba de lubricación principal (acoplada a la motobomba) tiene alguna falla y no entra la bomba de lubricación eléctrica, la presión de lubricación desciende, provocando que cuando se alcance un valor menor a 8.0 lb/pulg² (570.28 kPa) la motobomba se dispare.

1.4 OPERACIÓN DE LAS MOTOBOMBAS

La operación de las motobombas es muy simple y consiste en dos procedimientos sencillos que enseguida se describen, uno de arranque y otro de paro.

1.4.1 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE LAS MOTOBOMBAS

El procedimiento de arranque de las motobombas es igual para todas, por lo que se explicara una siendo típico para las demás.

1. Comunique al ingeniero de turno, que se va a realizar el procedimiento de arranque de una motobomba en la CB4T.
2. Energice el tablero de la motobomba a operar.
3. Solicite al ingeniero de operación las características del crudo, la cantidad a manejar y el número de motobomba.
 - Crudo Istmo o Maya
 - Flujo de crudo
 - Número de motobombas a operar
- 4.- Compruebe que las válvulas e instrumentos para medición de presión en líneas de flujo de motobombas en cuestión de la CB4T estén en condiciones de operar.
- 5.- Abrir la válvula de descarga núm.2 de 14 pulgadas (0.3556 m)

- 6.- Abrir la válvula de venteo V-3 para desfogar gas, cuando observe que sale solamente crudo liquido cierre la válvula.
- 7.- Abrir la válvula de descarga núm.4 de 10 pulgadas(0.254 m).
- 8.- Abrir la válvula de recirculación núm. 14 de 6 pulgadas (0.1524 m) y la válvula núm.1 de 14 pulgadas (0.3556 m).
- 9.- Oprima el botón de arranque localizado al pie de la bomba.
- 10.- Inspeccione que el motor opere en condiciones normales de operación.

En la siguiente figura se muestra el DTI típico de una de las motobombas de CB4T.

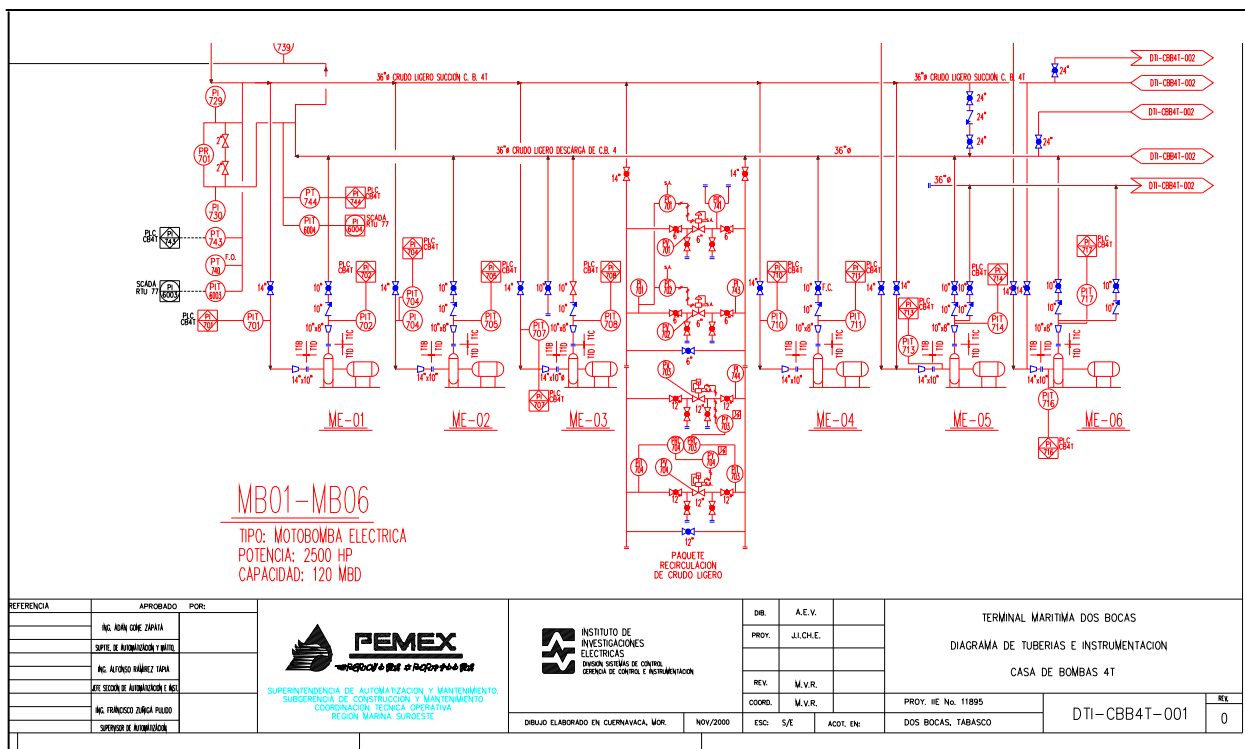


Figura 02

1.4.1.1 CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN

Presión de succión = 2.1 a 3.6 kg/cm² (212.73 a 364.68 kPa).

Presión de descarga = 31.0 a 49.0 kg/cm² (3,140.3 a 4,963.7 kPa).

Temperatura de chumacera lado cople = 23°C a 50°C (296 a 323 K)

Temperatura de la chumacera lado libre = 23 °C a 59°C (296 a 332 K).

Corriente = 76 a 82 A.

Interruptor por alta presión (PSH) = 57.0 a 60.0 kg/cm² (5774.1 a 6,078 kPa).

Interruptor por alta temperatura en la carcaza (TSH) = 75°C a 115 °C (348 a 388 K).

Alarma por baja presión de agua de enfriamiento (PAL) = 1.0 kg/cm² (101.3 kPa).

Presión de aceite de lubricación = 11.0 kg/cm² (1,114.3 kPa).

Temperatura de chumacera axial y radial = 85°C a 90°C (358 a 363 K).

Voltaje = 13.8 kV.

Capacidad =120,000 BPD

Comunique al ingeniero de turno y jefe de guardia a través del radio de onda corta el número de motobomba que entro a operar, la hora y la presión de descarga de la bomba.

1.4.2 PROCEDIMIENTO DE PARO DE LAS MOTOBOMBAS 1 DE CB4T

- 1 Comunique al ingeniero de paquete de medición y al ingeniero de operación, que se va a realizar el procedimiento de paro.
- 2 Oprima el botón de paro ubicado en el campo de la motobomba.
- 3 Cierre la válvula de succión núm.1A de 14pulgadas (0.3556 m).
- 4 Cierre la válvula de descarga núm.4 de 10 pulgadas (0.254 m).

- 5 Cierre la válvula de recirculación núm.14 de 6 pulgadas (0.1524 m)
- 6 Deje de operar 10 min. la bomba de lubricación y posteriormente oprima el botón de paro de lubricación localizado al pie de la bomba de lubricación.
- 7 Cierre las válvulas de alimentación de agua de enfriamiento V1 y V2 de 1 pulgada (0.0254 m).
- 8 Desenergice la bomba de lubricación girando el selector ubicado en el cuarto de control de motores (CCM) a la oposición “OFF”.
- 9 Desenergize la bomba de lubricación girando el selector a la posición de “OFF” del tablero de lubricación ubicado en el cuarto de control de motores (CCM).
- 10 Comunique al ingeniero de operación que el procedimiento ha sido realizado.
- 11 Anote en bitácora las observaciones realizadas

1.5 CARACTERÍSTICA DE LAS MOTOBOMBAS DE CASA DE BOMBAS 4T

MOTOR ELECTRICO		BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL	
Marca	Hitachi LTD	Marca	Bingham
Capacidad	2,500 HP	Tipo	4 pasos MSD-D
Voltaje	13,200V	Capacidad	100,000BPD
Corriente	100 Amp	Presión de Succión	0.5 kg/cm ² (50.65 kPa)
Frecuencia	60Hz	Presión de Descarga	21.0 kg/cm ² (2,127.3 kPa)
Revoluciones	3,750 r.p.m.	Tamaño	20 x 28 x 36 pulgadas (0.508 x 0.7112 x 0.9144 m)
Fases	3		
Tipo	VTELA		
Forma	KT		

CAPITULO II

TRABAJOS A DESARROLLAR EN EL PROYECTO

Los trabajos a desarrollar para este proyecto consisten en:

- a.- La instalación de un PLC S7-400 para manejar los PLC 100U que tiene cada motobomba a fin de realizar las funciones de control, supervisión, arranque, paro y monitoreo de las variables del proceso, como son: presión, temperatura.
- b.- Instalación de un Sistema Ininterumpible de Energía, la cual al fallar la ca nos proporcione la energía a los equipos y evitar daños a los mismos, esta UPS (sistema Ininterrumpible de Energía) es de la capacidad suficiente para alimentar dichos equipos durante un periodo de 3 horas.
- c.- Se instalarán dos transmisores de presión en cada Paquete de Recirculación a fin optimizar el proceso y evitar los disparos de las motobombas.
- d.- Se automatizarán los dos paquetes de recirculación a fin de que el operador lo manipule a sus requerimientos, ya sea que opere en forma automática o manual.

2.1 INSTALACIÓN DEL PLC S7_400

El sistema de control que se presenta en este proyecto es con el propósito de independizar el sistema de control y supervisión de CB4T del sistema supervisorio de Casa de Bombas 2, mediante la implementación de un sistema de control, utilizando controladores lógicos programables (PLC) y computadoras personales (PC), desde las cuales el operador tendrá un sistema amigable para la operación de la CB4T con la información de todas las condiciones operativas de cada una de las motobombas, bombas de lubricación, instrumentación de campo así como la señalización de cualquier evento que se presente durante el proceso del manejo de los hidrocarburos.

Lo anterior con el propósito de eliminar los tiempos muertos en la operación del proceso, así como tener la visualización de la planta y de esta forma minimizar costos de mantenimiento.

El PLC SIMATIC S7-400 cuenta con las instrucciones y comandos para realizar la programación requerida, para el desarrollo de la aplicación, la automatización de las motobombas y bombas de lubricación. Éste PLC es versátil para las aplicaciones de automatización y control de procesos, ya que cuenta con módulos de entradas y salidas para casi cualquier tipo de señales (bajo nivel o de potencia), además de periféricos que prácticamente permite desarrollar las aplicaciones más sofisticadas en la industria.

Una ventaja de este PLC es que toda la periferia puede ser centralizada así como descentralizada, además el S7-400 soporta perfectamente todos los ambientes industriales. No sólo gracias a los módulos (tarjetas) encapsuladas sino también al funcionamiento sin ventilador y a un comportamiento extremadamente confiable en arranque aunque ofrece infinidad de prestaciones resulta fácil de manejar, ya que está dotado de una estructura muy simple, tanto en el hardware con el software.

Este SIMATIC S7-400 puede realizar funciones de parametrización, temporización, algoritmos PID, programación, gestión de datos y de comunicación, ésta última prácticamente con cualquier dispositivo de control inteligente, e incluso redes de computadoras.

El entorno software que lo hace posible se llama STEP 7 el software más sencillo y manejable que pueda encontrarse actualmente en el mercado de aplicaciones para la automatización. Y naturalmente basado en Windows.

Como cada tarea exige una configuración diferente, este PLC contiene componentes para funciones especiales, los cuales se pueden elegir entre módulos de comunicación para establecer de manera sencilla las conexiones. Asimismo como se mencionó cuenta con módulos para manejo de señales en diferentes niveles de potencia. Con el S7-400 se ha llevado a la práctica una filosofía basada en la facilidad de manejo. Ello se traduce en un gran ahorro no solo de tiempo sino también de componentes.

Pues mucho de lo que hasta ahora había que realizar añadiendo software adicional ya viene integrado de fábrica.

La posibilidad de lograr un solución personalizado a partir de elementos estándar no es nada nuevo para SIMATIC. Lo realmente innovador es la muy variada gama de capacidades que presentan las CPU. Las diferencias radican en la velocidad de ejecución, el tamaño de memoria así como la variedad de interfaces integrados.

La interfase multipunto (MPI) permite conectar el PLC simultáneamente a unidades de programación, a PC, así como a equipos de manejo y visualización (por ejemplo paneles de operador) en intercambiar pequeñas cantidades de datos con otros PLC S7, todo ello sin influir en el tiempo de ciclo. Además del MPI, algunas CPU llevan una interfase PROFIBUS-DP incorporado. Ello permite integrar el S7-400 como maestro en una red PROFIBUS sin necesidad de hardware adicional.

El monitor de la CPU integra servicios que hasta ahora había que programar laboriosamente y que en ocasiones ni siquiera eran realizables. Por citar algunos ejemplos nombremos los servicios de diagnóstico extensos, los módulos periféricos e incluso un buffer de eventos con indicación de fecha y hora. Además de los servicios de manejo y visualización (M+V) y de los de comunicación. Todo ello se parametriza fácilmente en la CPU.

Los dispositivos periféricos que ofrece el S7-400 es muy variada. Numerosos módulos de señal algunos de ellos incluso con capacidad de diagnóstico e interrupciones - facilitan la conexión con el proceso y las nuevas técnicas de conexión como vincular eficientemente cualquier software SCADA a la información de instrumentación, conexionado e ingeniería de detalle, minimizando los tiempos ociosos en desarrollo y ejecución del sistema de control, esto se puede lograr mediante el TOP Connect y Smart Connect, con lo cual se reducen considerablemente los trabajos de cableado, pues permiten prescindir del "borne intermedio". Y finalmente, el sistema de periferia descentralizada ET 200 que pone fin a los problemas de espacio y que está disponible en todos los grados de protección.

El STEP 7 es actualmente el software sencillo para aplicaciones de automatización y tiene la versatilidad de poder hacer el desarrollo desde Windows a través de un software de conversión, lo cual no solo garantiza un desarrollo sencillo sino que lo abre plenamente al mundo de las computadoras personales. Así, el S7-400 permite disfrutar de un entorno ideal para configurar, programar y parametrizar no sólo el PLC sino también las funciones de M+V y de cálculo. La gestión centralizada de datos y de señales reducen enormemente las tareas de introducción, modificación y administración. La programación se realiza con los ya conocidos lenguajes KOP y AWL - sin mencionar los paquetes de software opcionales como S7-HiGraph para procesos asincrónicos, S7 GRAPH para controles secuenciales o también el lenguaje de alto nivel SQL.

Las arquitecturas de automatización descentralizadas son muy rentables. El S7-400 está equipado con todo lo necesario para realizarlas: conexión a la red SIMATIC NET PROFIBUS-DEP, y con ello al sistema ET 200, el cual permite establecer una conexión muy económica entre el PLC y los periféricos.

Puesto que todo el intercambio de datos entre los PLC y las computadoras es cada día más importante, es evidente que un verdadero SIMATIC tiene que poderse conectar a redes locales. Así, puede optar entre Industrial Ethernet y PROFIBUS-FMS, ambas redes de difusión mundial y que junto con SIMATIC S7 ya se han acreditado como redes para uso industrial. Manejo y visualización para todos los gustos Las CPU llevan los servicios M+V integrados en el sistema operativo, lo que permite llevar a cabo funciones de supervisión sin mayor dificultad y sin cargar excesivamente el tiempo de ciclo. Además dispone de las más diversas soluciones para manejo y visualización, pudiendo utilizar p. ej. Varios paneles de operador para uno o varios S7-400 - e incluso integrar directamente en el PLC un módulo M7 como comfortable sistema operador para varios S7-400.

Otra gran ventaja es que se pueden seguir utilizando los antiguos módulos SIMATIC S5. Generalmente ni siquiera hace falta cambiar los parámetros.

A continuación se muestra en la figura el módulo del SIMATIC S7-400



Figura 02

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SIMATIC S7-400

CPU	412-1	412-2	414-2	414-3	416-2	416-3
<i>Memoria de carga</i> - Integrada - Ampliable en RAM	256 kb RAM 64 Mb	256 kb RAM 64 Mb	256 kb RAM 64 Mb	256 kb RAM 64 Mb	256 kb RAM 64 Mb	256 kb RAM 64 Mb
<i>Tiempo de ejecución</i> - Operaciones c/ bit, palabras y coma fija. - Aritmética en coma flotante	0,2 µs 0,6 µs	0,2 µs 0,6 µs	0,1 µs 0,6 µs	0,1 µs 0,6 µs	0,08 µs 0,48 µs	0,08 µs 0,48 µs
<i>Temporizadores/contadores y su remanencia</i> - Contadores S7 - Temporizadores S7	256 256	256 256	256 256	256 256	512 512	512 512
<i>Áreas de datos</i> - Marcas (redes internas)	4 kb	4 kb	8 kb	8 kb	16 kb	16 kb
<i>Programación</i> - Lenguaje	STEP 7 V5.0 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.0 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.0 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.0 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.0 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.0 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph
<i>Áreas de direccionamiento (entradas / salidas)</i>	4kb/4 kb	4kb/4 kb	8kb/8 kb	8kb/8 kb	16kb/16 kb	16 kb/16 kb

- Área de direccionamiento de periferia, total						
<i>Expansibilidad</i>						
- Aparatos centrales y de ampliación, máx.	1/21 4 CPU	1/21 4 CPU	1/21 4 CPU	1/21 4 CPU	1/21 4 CPU	1/21 4 CPU
- Multiprocesamiento	(con	(con	(con	(con	(con	(con
<i>Número de maestros DP</i>	UR1 o	UR1 o	UR1 o	UR1 o	UR1 o	UR1 o
- Integrados	UR2)	UR2)	UR2)	UR2)	UR2)	UR2)
- Vía submódulo interf.	1	2	2	2	2	2
- Vía IM/CP, máx.	ninguno	ninguno	ninguno	1	keine	1
<i>Módulos de función y procesadores de comunicación operables</i>	10	10	10	10	10	10
- FM						
- CP, punto a punto	si	si	si	si	si	si
- CP, LAN	si	si	si	si	si	si
	si	si	si	si	si	si
<i>Puertos</i>						
<i>Primer puerto</i>						
<i>Funcionalidad</i>						
- MPI	si	si	si	si	si	si
- Mestro DP	si	si	si	si	si	si
- Esclavo DP	no	no	no	no	no	no
- Ajuste por defecto	MPI	MPI	MPI	MPI	MPI	MPI
- Aislamiento galvánico	si	si	si	si	si	si
- Velocidad de transmisión	hasta 12	hasta 12	hasta 12	hasta 12	hasta 12	hasta 12
	Mb/s	Mb/s	Mb/s	Mb/s	Mb/s	Mb/s
<i>Segundo puerto</i>						
<i>Funcionalidad</i>						
- Maestro DP						

- Esclavo DP	-	si	si	si	si	si
- Conexión punto a punto	-	no	no	no	no	no
- Ajuste por defecto	-	no	no	no	no	no
- Aislamiento galvánico	-	maestro	maestro	maestro	maestro	maestro
- Velocidad de transmisión	-	DP	DP	DP	DP	DP
	-	si	si	si	si	si
	-	hasta 12	hasta 12	hasta 12	hasta 12	hasta 12
	-	Mb/s	Mb/s	Mb/s	Mb/s	Mb/s

Las partes principales de que se compone el PLC son:

- 1 Fuente de alimentación
- 2 Unidad Central de Proceso (CPU)
- 3 Módulos periféricos
- 4 Elementos de bus con bloques de conexión
- 5 Riel estandarizado

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLC S7-400

El controlador lógico programable (PLC) propuesto es el SIMATIC S7-400, el cual es tipo modular, y viene con gabinetes de gran robustez que le permite trabajar prácticamente en cualquier ambiente industrial y se puede escalar poco a poco a medida que aumentan las necesidades, ya que tiene una capacidad de 2560 entradas y salidas.

Los elementos esenciales, que todo PLC posee como mínimo, se muestra en la figura los cuales son:

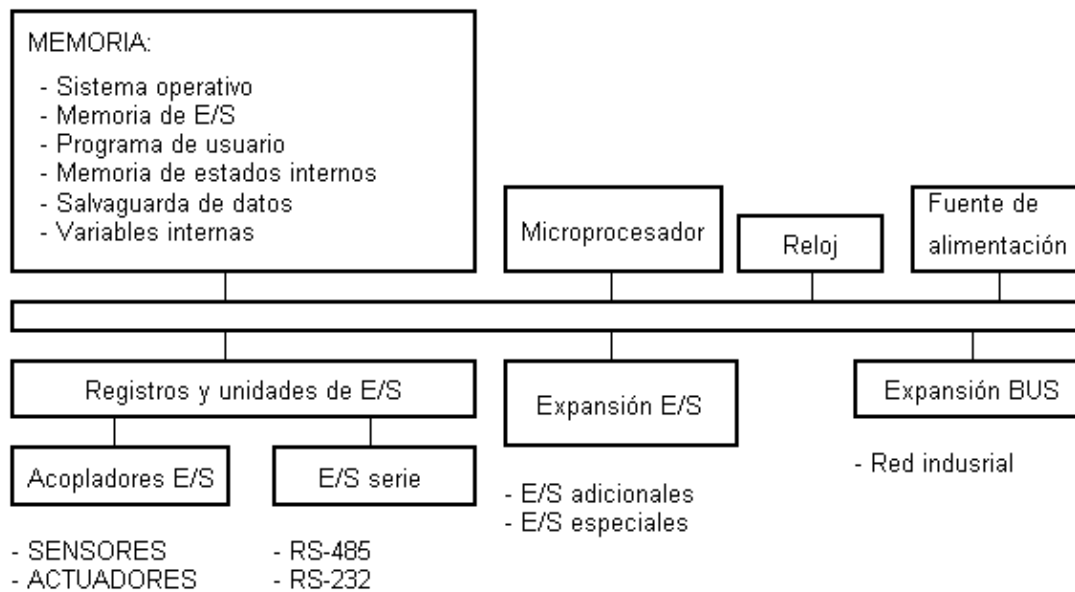


Figura 03

- Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos tenemos unos intervalos de voltaje característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características del fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores.
- Sección de salidas: son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.
- Unidad central de proceso (CPU): se encarga de procesar el programa de usuario que le introduciremos. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa.
- Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como PID, controladores de posición, etc.
- Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de PLC que utilizemos.
- Normalmente se suelen emplear optoacopladores en las entradas y relevadores/optoacopladores en las salidas con el fin de proteger al equipo de daños externos.
- Unidad de alimentación (algunas CPU la llevan incluida).

- Unidad o consola de programación: que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.
- Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.
- Interfases: facilitan la comunicación del PLC mediante enlace serie con otros dispositivos (como una PC).

El PLC a instalarse tiene la capacidad de detectar fallas en cualquier parte del sistema, redundancia en procesadores y comunicación.

- Interfases de comunicación abierta para comunicarse con protocolos de otros sistemas de control distribuido instalados.
- Operación y Visualización en tiempo real.
- Extensa integración del bus en campo.
- Poderoso , rápido, uniforme y vasto sistema de ingeniería.

2.3 TIPOS DE TARJETAS INSTALADAS EN SIMATIC S5

Para nuestro caso el control supervisorio para el paro y arranque remoto de las 14 motobombas y las 24 bombas de lubricación se cuenta con lo siguiente:

1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN; TIPO 407-OKA01-OAAO.

Este modulo es el encargado de proporcionar la alimentación para la unidad de procesamiento central, así como de alimentar el bus del hardware interno de las tarjetas que integran la configuración antes mencionada.

1 UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO; TIPO 414-2XG03-OABO

La unidad de procesamiento central es el cerebro de la configuración, por lo que es aquí donde reside el programa de la aplicación, esto mediante la utilización de una memoria RAM respaldada por una EPROM.

2 TARJETAS DE ENTRADAS ANALÓGICAS 24 Vcd; TIPO332-7KF02-OABO

Esta tarjeta, se utiliza para recibir información en cuanto a la presión de los transmisores correspondientes en 4-20mA .

1 TARJETAS DE ENTRADA Y SALIDA DIGITAL 24 Vcd; TIPO 323-1BH01-OAO

Esta tarjeta se utiliza para recibir información en cuanto a las protecciones de las motobombas, además de señales de arranque y paro de las mismas y para dar el comando de arranque y paro de las motobombas, y para indicar mediante lámparas el estado de los mismos. Además mediante esta tarjeta es posible indicar si el sistema se encuentra en estado de alarma o no, mediante otra indicación luminosa.

Cada PLC S100U instalado en cada motobomba consta de las siguientes señales:

❖ 04 Señales de Entrada Analógicas de 4 a 20mA:

- Presión de Succión
- Presión de Descarga
- Presión de Aceite Lubricante

❖ 06 Señales de Entrada Analógicas PT-100

- Temperatura de Chumacera Axial
- Temperatura de Chumacera Radial
- Temperatura de la Carcaza del motor
- Temperatura de Devanado de Fase 1
- Temperatura de Devanado de Fase 2
- Temperatura de Devanado de Fase 3

❖ 08 Señales de Entrada Digitales de 125 Vca.

- Alarma por Temperatura de Chumacera Axial

- Alarma por Temperatura de Chumacera Radial
- Alarma por Temperatura de Devanado de Fase 1
- Alarma por Temperatura de Devanado de Fase 2
- Alarma por Temperatura de Devanado de Fase 3
- Alarma por Baja Presión de Succión
- Alarma por Alta Presión de Descarga
- Alarma por Baja Presión de Aceite Lubricante.

2.4 INTERCONEXIÓN DE LOS PERIFÉRICOS AL PLC SIMATIC S7-400

La arquitectura del proyecto se muestra en la figura 03, la cual muestra la interconexión física y lógica de todos los periféricos y componentes del sistema. Estos equipos son:

- ❖ 14 PLC por cada motobomba los cuales están interconectados mediante un bus.
- ❖ Las señales que genera cada uno de ellos serán enviadas hacia el PLC nuevo a través del protocolo PROFIBUS.
- ❖ El PLC SIMATIC S7-400 procesa las señales de los 14 PLC de cada motobomba y la información es enviada vía Ethernet a las estaciones de operación para su monitoreo, supervisión y control de las motobombas desde dichas estaciones.

2.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CB4T

La arquitectura del sistema de control por utilizar está formada por 14 PLC (uno para cada motobomba) que se comunican mediante ProfiBus con un PLC S7-400, y éste a su vez se comunica mediante Ethernet a las estaciones de operación. En la siguiente figura se muestra esquemáticamente dicha arquitectura.

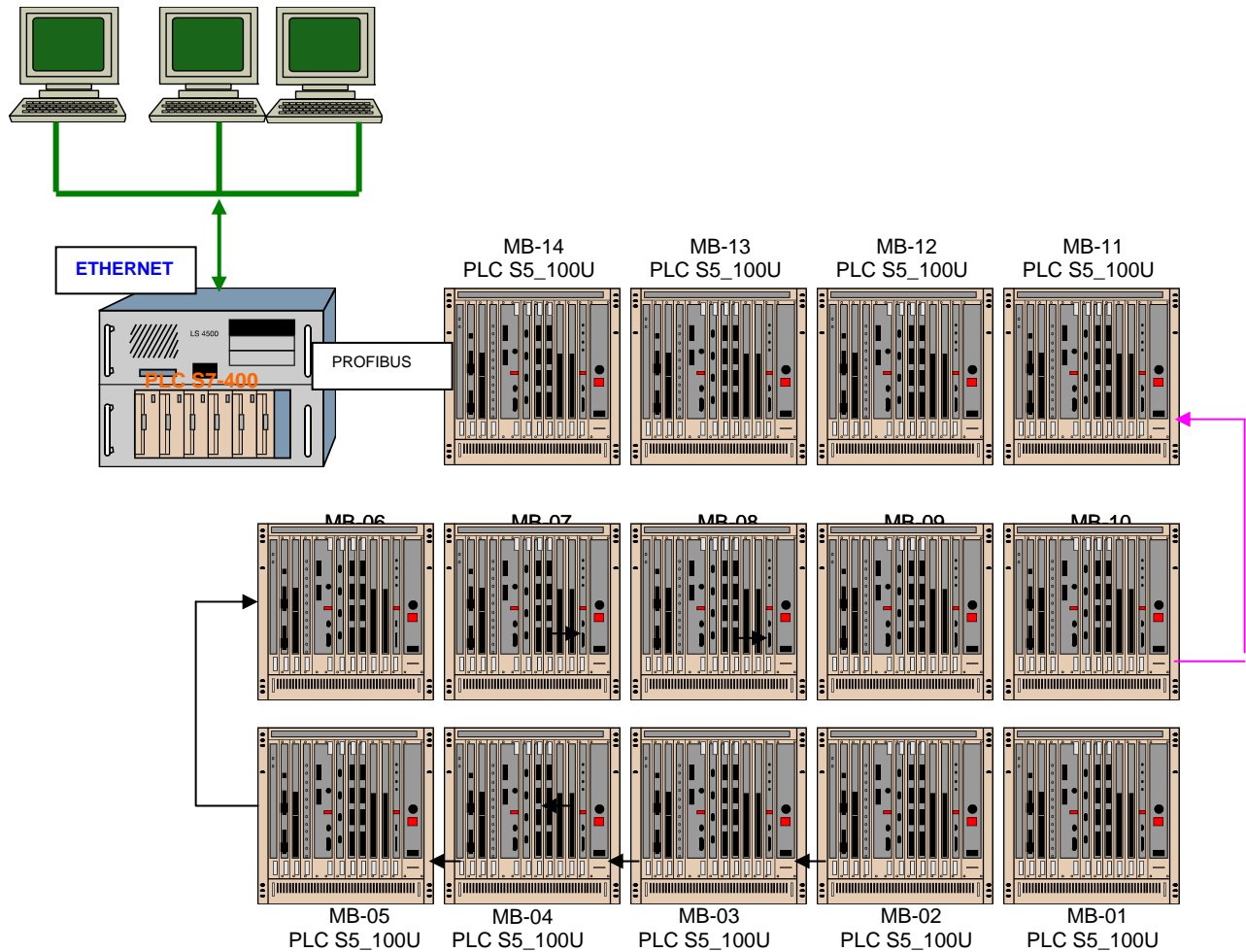


Figura 04

La comunicación del PLC SIMATIC S7-400 con los PLC SIMATIC S5-100U se realiza mediante el protocolo Profibus DP (dispositivos periféricos) en multidrop (barra de datos)

El protocolo Ethernet es usado para comunicarse el PLC SIMATIC S7-400S con las estaciones de trabajo para el control, paro, arranque y monitoreo; y además de integrar otras aplicaciones que se realicen en la TMDB.

La estructura y componente del PLC SIMATIC S7-400 a instalarse debe ser en arreglo modular con el propósito de hacer correcciones, modificaciones o ampliación del hardware más fácilmente, lo anterior pensando en futuro crecimiento de la instalación.

El concepto del sistema de control y monitoreo en CB4T está conformado sobre el concepto de una estructura jerárquica de tres niveles de sistema y subsistemas con características de funcionalidad y operación para el buen desempeño.

El primer nivel está formado por los equipos y sistemas a controlar, estos son los equipos propios de las motobombas (señales digitales, sensores analógicos etc.)

El segundo nivel llamado sistema de control está formado por una estación de control; la cual está constituida por dos PLC SIMATIC S7-400 redundantes. Estos PLC se encargan de controlar el proceso así como de la adquisición de la información para ser transmitida a la Interfaz Hombre Máquina del sistema de supervisión y control.

El tercer nivel llamado Sistema HMI (interfaz hombre-máquina), está formado por las tres computadoras de CB4T, en estas pantallas es donde se ejecutan los programas de monitoreo y control. Desde estas computadoras se supervisan las motobombas y los paquetes de recirculación; así mismo se almacenan los datos estadísticos e históricos del sistema. El esquema descrito se muestra enseguida en la figura.

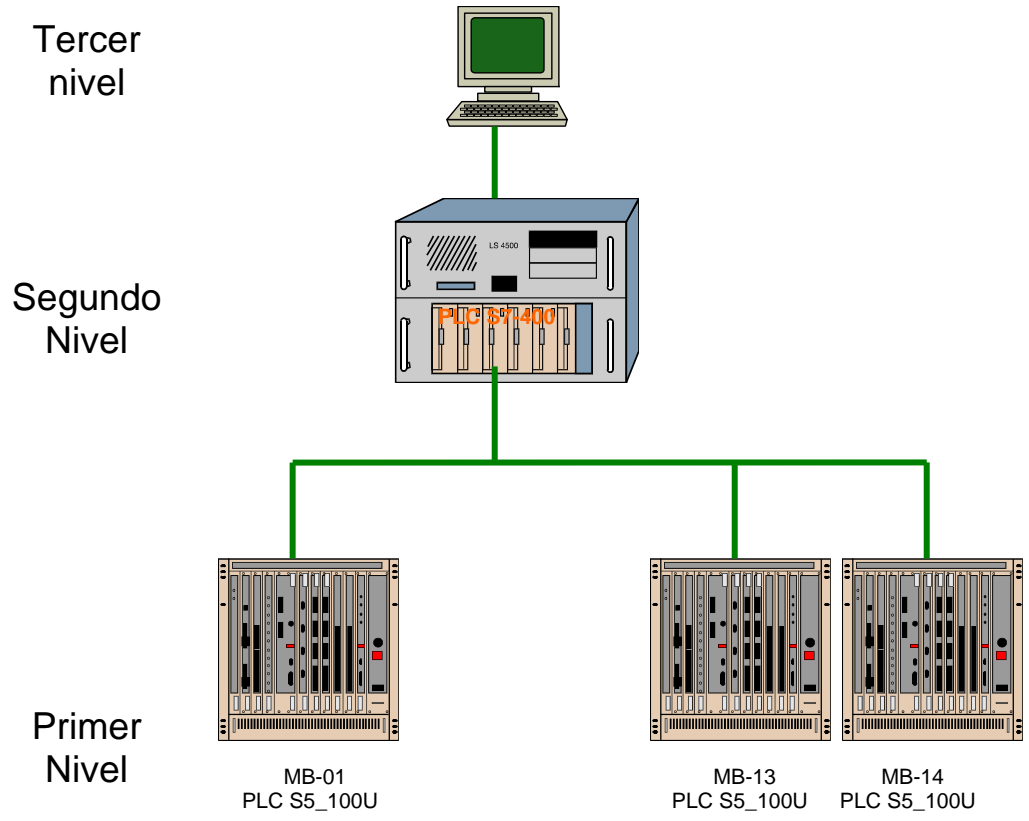


Figura 05

2.6 DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA LA APLICACIÓN EN EL STEP7

Para desarrollar el software que nos permita la automatización de la CB4T se deben contemplar los siguientes aspectos:

A.- Revisión y adecuación de la programación de los 14 PLC de cada motobomba de CB4T.

B.- Integración al sistema de visualización las siguientes funciones:

1.- Registro y exhibición del número de horas acumuladas de operación de los Motores principales con posibilidad de reestablecer de dicho valor.

2.-Registro de las señales de temperatura y presión, para formar archivos históricos de las mismas.

3.- Elaboración de pantallas con mímicos para la visualización de las señales de temperatura y presión de los dos Paquetes de Recirculación, así como de la motobomba.

4.- Programación de procedimientos para Bloqueo/Desbloqueo de la motobomba desde el sistema de visualización.

C.- Configuración de la comunicación local entre CB4T y el S5-115 con los Paquetes de Recirculación.

El servicio de ingeniería de configuración del sistema consistirá en generar las diferentes bases de datos del sistema para satisfacer los requerimientos de control del proceso mediante el software del sistema, permitiendo integrar las diferentes funciones básicas como control continuo, lógico y secuencial, con los sistemas de acceso por operador, los sistemas de históricos, manejo de reportes, desplegados en pantalla, y finalmente, su integración con el equipo (hardware).

Un proceso de automatización consta de varias tareas. Incluso el más complicado de los procesos se puede definir, siempre y cuando se determinen las áreas de tareas correlacionadas dentro de un proceso y se subdividan en tareas parciales más pequeñas.

Al describir cada área y tarea de un proceso, se define no solamente el funcionamiento de cada área, sino también los diferentes elementos que controlan dicha área.

Cada proceso requiere un sistema de manejo y visualización que permita que las personas puedan intervenir en dicho proceso. Como parte de la descripción del proyecto se define también la estructura del panel de manejo.

Después de haber documentado los requerimientos de diseño, se deben definir los equipos de control requeridos para este proyecto. Al decidir qué módulos se han de utilizar, se define prácticamente la estructura del sistema de automatización.

El software de programación STEP 7 permite estructurar el programa de usuario, es decir, subdividirlo en secciones individuales. Esto aporta las ventajas siguientes:

- Los programas de gran tamaño se pueden desarrollar de forma sencilla y secuencial.
- Se pueden estandarizar secciones individuales del programa.
- Se simplifica la organización del programa.
- Las modificaciones del programa pueden ejecutarse más fácilmente.
- Se simplifica la prueba del programa, ya que puede ejecutarse por partes.
- Se simplifica la puesta en servicio.

En STEP 7 se disponen de distintos tipos de bloques, entre los principales se pueden citar los de organización (OB), los de funciones del sistema (SFB), las funciones del sistema (SFC), los de funciones (FB), los de datos (DB), y los programables sin memoria (FC).

Bloques de organización (**OB**)

Los bloques de organización constituyen la interfase entre el sistema operativo y el programa de usuario. Son llamados por el sistema operativo y controlan el procesamiento cíclico y controlado por alarmas del programa, el comportamiento de arranque del sistema de automatización y el tratamiento de los errores. Programando los bloques de organización se define el comportamiento de la CPU.

Los bloques de organización determinan la secuencia (eventos de arranque) en la que habrán que ejecutarse las diferentes partes del programa.

La ejecución de un OB puede ser interrumpida por la llamada de otro OB. Qué OB puede interrumpir a otro OB depende de la prioridad. Los OB de mayor prioridad pueden interrumpir a los de menor. La menor prioridad la tiene el OB de tarea no prioritaria.

El **OB1** lo ejecuta en este caso la CPU del S7 en forma cíclica, una vez que es finalizada la ejecución del OB1 el sistema operativo comienza a ejecutarlo nuevamente.

En el **OB1** se realiza la llamada de los bloques de función FB, SFB o FC, SFC.

El **OB35** a usar es en el que podemos ajustar el tiempo de arranque del programa.

El **OB 82** se usa para diagnóstico, el cual al ser habilitado la alarma de diagnóstico y reconoce un error, éste envía una solicitud de alarma de diagnóstico al CPU y como consecuencia el sistema operativo llamará al OB 82.

Aquí se pueden programar ruptura de hilo de las señales analógicas. Cabe hacer mención que este OB corre únicamente cuando hay una falla en la tarjeta o hilo roto.

El **OB 86**, este se activa cuando la CPU detecta una falla en el bastidor, en el sistema operativo DP o de un dispositivo periférico; el no programar dicho OB la CPU se pasa a STOP.

El **OB 100** es usado para arranque en caliente; además se usa para inicializar las estaciones de programación cuando se utiliza el software de redundancia.

Bloques de funciones del sistema (**SFB**)

Un SFB es un bloque de funciones integrado en la CPU S7. Como los SFB forman parte del sistema operativo, no se cargan como parte integrante del programa. Al igual que los FB, los SFB son bloques "con memoria". Para los SFB se han de crear también bloques de datos de instancia y cargar en la CPU como parte integrante del programa. Las CPU S7 ofrecen SFB para la comunicación vía enlaces configurados y para las funciones especiales integradas.

Funciones del sistema (**SFC**)

Una función del sistema es aquella programada, probada e integrada en la CPU S7. La SFC se puede llamar desde el programa. Como las SFC forman parte del sistema operativo, no se cargan como parte integrante del programa.

Al igual que las FC, las SFC son bloques "sin memoria". Las CPU S7 ofrecen SFC para funciones de copia y de bloque, control del programa, manipulación del reloj y del contador de horas de funcionamiento, transferencia de registros de datos, transferencia de eventos en el modo Multiprocesamiento desde una CPU a todas las CPU insertadas, manipulación de alarmas horarias y de retardo, manipulación de eventos de errores síncronos, eventos de errores de alarma y asíncronos, diagnóstico del sistema, actualización de imágenes del proceso y tratamiento de campos de bits, direccionamiento de módulos, periferia descentralizada, comunicación por datos globales, la comunicación vía enlaces no configurados y generar mensajes de bloque.

Los bloques de función (**FB**)

Los bloques de función son bloques programables "con memoria". Dispone de un bloque de datos asignado como memoria (bloque de datos de instancia). Los parámetros que se transfieren al FB, así como las variables estáticas, se memorizan en dicho DB de instancia, mientras que las variables temporales se memorizan en la pila de datos locales.

Los datos memorizados en el DB de instancia no se pierden al concluir el tratamiento del FB. Los datos memorizados en la pila de datos locales se pierden al concluir el tratamiento del FB.

Un FB contiene un programa que se ejecuta siempre cuando el FB es llamado por otro bloque lógico. Los bloques de función simplifican la programación de funciones complejas de uso frecuente.

Para nuestro caso usaremos el **FB101** el cual es un bloque usado como redundancia del software, para lo cual este FB debe ser llamado al inicio y al final del programa de aplicación, igualmente es usado para iniciar la transferencia de datos desde la unidad master hasta la de reserva.

FB y DB de instancia

A cada llamada de un bloque de función que transfiera parámetros está asignado un bloque de datos de instancia. Mediante la llamada de varias instancias de un FB es posible controlar varios equipos con un FB. Un FB para un tipo de motor puede controlar, por ejemplo, diferentes motores, utilizando datos de instancia diferentes para los diferentes motores. Los datos para cada motor (tales como número de revoluciones, rampas, tiempo de funcionamiento acumulado, etc.) se pueden memorizar en uno o varios DB de instancia. Los parámetros formales están memorizados en el DB de instancia.

Variable del tipo de datos FB

Si el programa de usuario está estructurado de tal manera que en un FB se puedan llamar bloques de función ya existentes, los FB a llamar se pueden incluir como variables estáticas del tipo de datos FB en la tabla de declaración de variables del FB invocante. Esto permite anidar las variables y concentrar los datos en un bloque de datos de instancia (multiinstancia).

En general, en STEP 7 no es necesario asignar parámetros actuales al parámetro formal de un FB. No obstante, hay ciertas excepciones. Los parámetros actuales se han de asignar:

A los parámetros de entrada/salida de un tipo de datos compuestos (por ejemplo STRING, ARRAY o DATE_AND_TIME)

A todos los tipos de parámetros (por ejemplo TIMER, COUNTER o POINTER) STEP 7 asigna los parámetros actuales a los parámetros formales de un FB de la siguiente manera; si se indican parámetros actuales en la instrucción de llamada: Las operaciones del FB utilizan los parámetros actuales suministrados, y si en la instrucción de llamada no se indica ningún parámetro actual: Las operaciones del FB utilizan los valores memorizados en el DB de instancia.

Asignación de valores iniciales a parámetros formales

En el área de declaración del FB se pueden asignar valores iniciales a los parámetros formales. Estos datos se incluyen en el DB de instancia asignado al FB. Si en la instrucción de llamada no se asignan parámetros actuales a los parámetros formales, entonces STEP 7 utiliza los valores memorizados en el DB de instancia. Estos datos pueden ser valores iniciales, que han sido indicados en la tabla de declaración de variables de un FB. La tabla siguiente muestra qué variables se pueden asignar a un valor inicial. Como los datos temporales no se memorizan tras el tratamiento del bloque, entonces no se les puede asignar valores.

Variables	Tipo de datos simples	Tipo de datos compuestos
Entrada	Valor inicial admisible	Valor inicial admisible
Salida	Valor inicial admisible	Valor inicial admisible
Entrada/Salida	Valor inicial admisible -	
Estáticas	Valor inicial admisible	Valor inicial admisible

Temporales -

Los bloques programables sin memoria (**FC**)

Las funciones son bloques programables "sin memoria". Las variables temporales de las FC se memorizan en la pila de datos locales. Estos datos se pierden tras el tratamiento de las FC. Para fines de memorización de datos, las funciones pueden utilizar bloques de datos globales. Como una FC no tiene memoria asignada, se han de indicar siempre parámetros actuales.

Asignación del Sistema de Control

El proyecto debe estar dividido en tres sistemas, los cuales deben estar contenidos en los siguientes FC:

- **Sistema de Comunicación: FC40, FC41 y FC43 (buzones de envío, recepción y monitoreo de comunicaciones respectivamente).**

El **FC 40** tiene programado todos los buzones de envío, es decir se envían los datos de los límites de alarmas y disparos desde el PLC S7-400 a los PLC S5100U de cada una de las motobombas.

El **FC 41** tiene programado todos los buzones de recepción, es decir se reciben todos los estados de las motobombas, ya sean valores analógicos o digitales; como son temperaturas, presiones, estados locales, disparos, alarmas, tiempos de bloqueo, la figura muestra las variables de proceso de una motobomba.

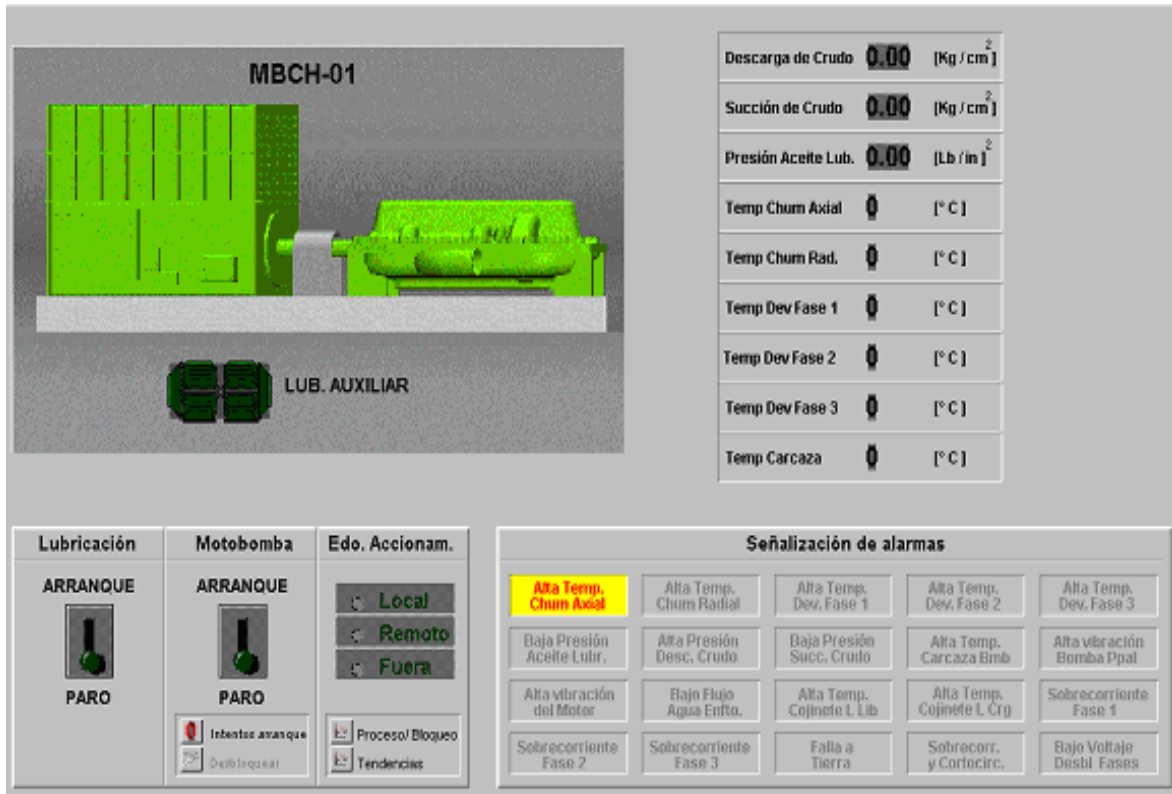


Figura 06

El FC 43 contiene los bits de falla de comunicación entre el PLC S7-400 y los PLC S5-100U de cada motobomba.

- Sistema de bombeo: FC42 y FC44 (estados de las motobombas y reset de valores de las motobombas respectivamente).

El FC 42 lleva a cabo la transferencia de los estados de cada motobomba, bombas de lubricación y ruptura de hilo.

Los siguientes estados son los a monitorear:

- Arranque de motobomba principal.

- Paro de motobomba principal
- Falla de motobomba principal
- Arranque de la bomba de lubricación
- Paro de bomba de lubricación
- Falla de bomba de lubricación

El FC 44 únicamente lo usaremos para poner en cero los valores analógicos de las 14 motobombas.

Asignación de parámetros actuales a parámetros formales

El parámetro formal es un comodín para el parámetro "efectivo", el parámetro actual. Los parámetros actuales sustituyen a los parámetros formales al efectuar la llamada a una FC. A los parámetros formales de una FC se han de asignar siempre parámetros actuales (por ejemplo al parámetro formal "Start" un parámetro actual "E3.6"). Los parámetros de entrada, de salida y de entrada/salida utilizados por la FC se depositan en forma de punteros en los parámetros actuales del bloque lógico que ha llamado a la FC.

DB de instancia

A cada llamada de un bloque de función que transfiere parámetros está asignado un bloque de datos de instancia. En el DB de instancia están depositados los parámetros actuales y los datos estáticos del FB. Las variables declaradas en el FB definen la estructura del bloque de datos de instancia. La instancia define la llamada de un bloque de función. Si, por ejemplo, un bloque de función se llama cinco veces en el programa de usuario S7, existen cinco instancias de dicho bloque.

Crear un DB de instancia

Antes de crear un bloque de datos de instancia debe existir el FB asociado. El número de dicho FB se debe indicar al crear el bloque de datos de instancia.

Un DB de instancia

Si se asignan varios bloques de datos de instancia a un bloque de función (FB) que controla un motor, se puede utilizar este FB para controlar varios motores. Los diversos datos de cada uno de los motores (por ejemplo. número de revoluciones, tiempo de aceleración, tiempo total de servicio) se memorizan en los diversos bloques de datos. Dependiendo de qué DB se asigne al FB al efectuar la llamada, se puede controlar un motor diferente. .

Los DB están asignados de la siguiente manera:

- DB de comunicación a la recepción del DB 121 al DB 134
- DB de comunicación al envío del DB 141 al DB 154
- Alarmas de los paquetes de recirculación DB 135
- Errores de comunicación DB 136
- Rupturas de hilo en motobombas DB138
- Señales de sobre rango DB139
- DB13 usado en OB86, FC 100

Bloques de datos globales en el programa de usuario

Administrador SIMATIC

La manera más rápida de iniciar STEP7 es haciendo doble clic en el icono "Administrador SIMATIC". A continuación se abre la ventana del Administrador SIMATIC. Desde allí es posible acceder a todas las funciones instaladas, tanto del paquete estándar como de los paquetes opcionales. El Administrador SIMATIC es el interfaz para acceder a la configuración y a la programación que permite:

- Crear proyectos.
- Configurar y parametrizar el hardware.
- Configurar redes de hardware.

- Programar bloques.
- Probar y hacer funcionar los programas.

Los proyectos sirven para almacenar de forma ordenada los datos y programas necesarios para crear una tarea de automatización. Los datos que conforman un proyecto comprenden principalmente los datos para configurar el hardware y parametrizar los módulos, los datos para configurar la comunicación por redes y los programas para los módulos programables.

En un proyecto, los datos se depositan en forma de objetos que están estructurados en forma de árbol (jerarquía del proyecto). La representación de la jerarquía en la ventana del proyecto es similar a la del Explorador de Windows 95, sólo los iconos de los objetos tienen un aspecto diferente.

En un proyecto, un equipo representa la configuración física del sistema de automatización, conteniendo los datos para configurar y parametrizar los diversos módulos. Los nuevos proyectos que se hayan creado con el Asistente 'Nuevo proyecto' ya contienen un equipo.

Configurar

Por "configurar" se entiende en STEP 7 la disposición de los bastidores, de los módulos, de los equipos periféricos descentralizada y de los submódulos interfase en la ventana de un equipo. Los bastidores se representan en una tabla de configuración a los cuales se les asigna un número determinado de módulos enchufables, del mismo modo que los bastidores "reales". En la tabla de configuración, STEP 7 asigna automáticamente una dirección a cada módulo. Si la CPU se puede direccionar libremente, es posible modificar las direcciones de los módulos de un equipo. La configuración se puede copiar cuantas veces se desee a otros proyectos de STEP 7. Si es necesario, también se puede modificar y cargar en una o varias instalaciones existentes. Durante el arranque del sistema de automatización, la CPU compara la configuración teórica creada en STEP7

con la configuración física (real) de la instalación. Así es posible detectar e indicar inmediatamente los posibles errores.

Parametrizar

Por "parametrizar" se entiende en STEP 7:

Ajustar las propiedades de los módulos parametrizables para la configuración centralizada y para una red. Ejemplo: una CPU es un módulo parametrizable. El tiempo de vigilancia de ciclo es un parámetro ajustable

Ajustar los parámetros de bus, así como los del maestro DP y de los esclavos DP, en un sistema maestro (PROFIBUS-DP).

Estos se cargan en la CPU que los transfiere luego a los módulos en cuestión. Los módulos se pueden intercambiar muy fácilmente, puesto que los parámetros creados en STEP7 se cargan automáticamente en el nuevo módulo durante el arranque.

Para configurar un sistema de automatización se dispone de dos ventanas:

La ventana del equipo en la que se emplazan los bastidores.

La ventana "Catálogo de hardware" de la que se seleccionan los componentes de hardware requeridos, como pueden ser el bastidor, los módulos o los módulos de interfase.

Modos de operación

Un PLC que esté energizado puede mantenerse en alguno de los tres modos siguientes:

- **RUN**: El PLC ejecuta el programa de usuario que está ubicado en la memoria con normalidad: Las salidas evolucionan a ON o a OFF según el estado de las entradas y las ordenes del programa, y los contadores o temporizadores operan con normalidad.

- **STOP:** La ejecución del programa se detiene por orden del usuario, sucediendo lo siguiente: Las salidas pasan a OFF y las posiciones internas, contadores y temporizadores guardan su estado en memoria interna. Cuando se quiera pasar a RUN todas las posiciones internas pasan a cero excepto las protegidas contra las pérdidas de tensión. Este estado se utiliza normalmente para servicios de mantenimiento o de diagnóstico, congelando el funcionamiento del PLC sin pérdida de la información contenida en él.

- **ERROR:** El PLC detiene la ejecución debido a un error de funcionamiento y queda bloqueado hasta que se corrige el error. Las salidas pasan a OFF.

El modo de operación del PLC puede ser elegido desde el equipo de programación enviando las instrucciones adecuadas, o desde un conmutador situado en la CPU. Tras la puesta en tensión, el PLC pasa a RUN o a STOP según el modelo y la configuración del mismo. Puede darse el caso en que el usuario al intentar pasar a RUN vea como el PLC no se lo permite. Esta situación será debida a que el PLC ha detectado algún mal funcionamiento en el aparato o sobre el programa y la CPU pasará al modo ERROR hasta que se corrija dicho fallo.

El PLC suele disponer de una función Reset que, activada desde la CPU o desde la unidad de programación, borra todas las posiciones internas y deja al PLC totalmente reiniciado para comenzar a ejecutar el programa.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el buen funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. Debido a que el PLC esta formado por bloques que requieren tensiones y potencias de diferentes niveles, la alimentación se obtiene de varias fuentes separadas, procurando independizar las siguientes partes del circuito:

- Unidad central e interfaces E/S
- Alimentación de las entradas

- Alimentación de las salidas de tipo electromagnético

En casi todos los PLC se requieren dos fuentes, una para la alimentación del PLC y otra para los emisores de señal y para los actuadores de salida. La primera, la del PLC, incorpora una batería de tampón que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa de usuario cuando falla la alimentación o se desconecta el PLC.

2.6.1 CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE EN EL PROGRAMA

a.- Se inicia abriendo el programa del STEP 7 para dar de alta nuestra estación de SIMATIC S7 400.

b.- Luego hay que dar de alta el hardware que son:

- Rack
- Fuente
- CPU
- Procesador de Comunicaciones Ethernet
- Procesador de Comunicaciones Profibus
- Módulo de ET200M (MI153-2)
- Tarjetas de entrada/salida.

2.7 INSTALACION DE LA UPS

¿Qué es una UPS?

Una UPS es una fuente de energía ininterrumpida que permite a una computadora, equipo electrónico o eléctrico seguir trabajando por al menos un corto tiempo cuando la fuente principal de energía se pierde.

¿Qué significa poner en By-pass?(puenteo).

El modo by- pass, puede ser utilizado en los casos de tareas de mantenimiento, o si la UPS falla, o para conmutar la carga a la línea si la tensión de salida cae por una sobrecarga, tal como encender un equipo con una alta corriente de arranque. El By-Pass es una ruta eléctrica alternativa para llegar a un dispositivo que permite el flujo de energía para la carga.

La sección de entrada es la forma en que la tensión de la línea es conectada a la UPS. Puede ser un cable incorporado, un cable enchufable, o por terminales. Algunas UPS pequeñas tienen una entrada común para la entrada y el by-pass. Las UPS de gran potencia suelen tener una entrada independiente para la conexión del by-pass.

Después de la sección de entrada suele haber un filtro, en cual es usado para protección contra picos transitorios, interferencias de radio frecuencia, etc. Un filtro tiene una respuesta de frecuencia y no atenúa todas en la misma proporción

Todas las configuraciones de UPS tienen un Inversor. Las UPS de bajo costo poseen un inversor que entrega una salida de onda cuasi-sinusoidal, mientras que las UPS de mayor tamaño y costo incorporan un Inversor con una forma de onda de salida sinusoidal.

Una batería es necesaria para mantener funcionando a la UPS cuando la energía de la línea falla o cae demasiado. Normalmente las UPS de pequeña potencia utilizan baterías internas selladas, libres de mantenimiento. En grandes UPS se suele usar también baterías de electrolito líquido. Una autonomía (tiempo de reserva de energía) típica para una UPS de pequeño o mediano tamaño, suele ser de 10 a 15 minutos.

Un circuito cargador es necesario para recargar la batería después de un corte de energía, y para mantener a la batería a plena carga mientras no está en uso. A continuación se muestra un diagrama a bloques de una UPS.

2.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS UPS

Existen tres tipos básicos de UPS, estáticos, rotatorios e híbridos, estos últimos son una combinación de los dos primeros.

Componentes principales del UPS estático:

El UPS estático consiste de un sistema de control, un rectificador cargador, un inversor, un interruptor de bypass estático y control de transferencia, los dispositivos de control y otros accesorios tales como las baterías.

El sistema de control lógico, maneja de manera automática la operación crítica y verifica la operación del UPS. Cuenta con un procesador, un software y una pantalla donde despliega la información necesaria para conocer la operación del UPS y como varía la carga. Los equipos modernos cuentan con puertos de salidas para que esta información pueda ser llevada hasta terminales remotas.

El rectificador cargador convierte la energía eléctrica alterna de la Comisión Federal de Electricidad o de la fuente alterna de una instalación y la convierte en energía eléctrica directa ca – cd. Para alimentar un bus y desde ahí alimentar baterías e inversor.

En todos los equipos UPS se tiene un dispositivo llamado “By Pass” el cual sirve para comparar la energía que se genera en el inversor con la energía que se tiene de la fuente principal de alimentación. En caso de tener una falla en dicho inversor, este dispositivo de by pass transferirá la carga hacia la fuente principal y viceversa. La transferencia tiene lugar sin interrupción de la energía que se suministra a la carga.

Un sistema de UPS rotatorio

Utiliza un grupo motor generador para el suministro de energía alterna hacia una carga. El grupo estará formado por un motor de corriente alterna y un generador de corriente alterna. De manera sencilla, en la flecha que une el motor con el generador, se tiene montado un “volante de inercia” capaz de mantener la velocidad de rotación del grupo por lo menos durante $\frac{1}{2}$ segundo, tiempo que debe ser suficiente para que otro grupo motor generador, motor de combustión interna y generador de corriente alterna, capaz de suministrar energía eléctrica alterna y pueda alimentar nuevamente al motor del primer grupo. Este $\frac{1}{2}$ segundo será necesario para que el motor de combustión interna alcance su velocidad de generación.

El UPS híbrido

Tiene un rectificador cargador estático, un banco de baterías y un inversor desde donde se alimenta un grupo motor generador. Algunos mantienen al grupo motor generador alimentado de manera continua por el inversor y otros utilizan la energía principal para alimentar el grupo motor generador y transfiere la carga al inversor por medio de un interruptor de transferencia cuando ocurre una interrupción. En todos los casos, el llamado tiempo de autonomía depende del tamaño del banco de baterías.

La conservación de estos UPS debe ser hecha por personal calificado. Con las herramientas adecuadas y utilizando refacciones originales, normalmente el proveedor del equipo lo proporciona con personal propio y solamente solicita del usuario el llenado de formatos de revisión en el que se anoten valores de voltajes, frecuencia y corrientes por fase, de manera periódica el modo de operación del UPS, la necesidad de contar en una UPS On-Line un conmutador mecánico o estático es usarlo como parte del circuito automático o manual de by-pass. En una UPS Off-Line, un conmutador mecánico (relevador) es usado para conmutar la carga a la salida del inversor cuando falla la línea de alimentación.

La sección de salida es donde se conectan las cargas a proteger por la UPS. La cantidad y configuración de las tomas de salida varían según marcas y modelos. En UPS de gran tamaño es común que la salida se realice por intermedio de borneras.

La mayoría de los equipos UPS operan de manera automática, tienen una alarma sonora indicadora de falla de línea, y un panel de control y estado de la UPS relativamente sencillo.

En grandes UPS se incluyen medidores y un sistema de control mucho más sofisticado.

Una UPS con un sistema de regulación de tensión de entrada (estabilizador) es conocida como UPS Interactiva. El estabilizador de tensión es utilizado para mantener el voltaje de entrada dentro de los límites aceptables para la carga, cuando la tensión de la línea disminuye o se eleva fuera de un rango predeterminado.

Existen varias tecnologías, pero actualmente las más usadas son las siguientes:

- a) UPS Off-Line o Standby.
- b) Equipo diseñado para proteger aplicaciones pequeñas o de poca criticidad

como por ejemplo (PC, fax, periféricos).

- c) Provee de protección básica ante problemas eléctricos (cortes de energía y pequeñas variaciones de voltaje)
- d) No incluyen regulador de voltaje.

b) UPS Line- Interactiva.

Diseñadas para pequeñas redes LAN de computación y solo recomendado en lugares donde no existan gran cantidad de problemas de energía.

Ofrece una solución intermedia de protección ante lo problemas de eléctricos.

Presenta una gran eficiencia.

Estos equipos poseen regulador de voltaje, el cual permite mantener un rango aceptable para las cargas PC.

c) UPS On-Line

Por su principio de funcionamiento este equipo ha sido diseñado para entregar una energía limpia de perturbaciones eléctricas.

Cabe destacar que un equipo On-Line o True On-Line doble conversión significa que la energía que recibe la carga es totalmente generada directamente por el equipo UPS.

El equipo On-Line se compone principalmente de tres elementos.

a) Rectificador/ Cargador (ca-cd)

b) Banco de baterías (cd)

c) Inversor (cd-ca)

Como principio de funcionamiento el equipo On-Line recibe la energía de la red eléctrica (ca) y pasa a través de un rectificador el cual la transforma en corriente continua (cd) (primera conversión) alimentando un bus de continua que al igual se encarga de mantener cargada las baterías que se encuentran en espera que ocurra un corte de energía para automáticamente entregar energía.

Después la energía es nuevamente convertida desde corriente continua (cd) a corriente alterna (ca) (segunda conversión) a través de un Inversor alimentando así a la carga crítica.

Con lo anterior se puede garantizar que la carga o consumo crítico va a recibir una energía totalmente libre de perturbaciones.

Cabe destacar que dentro de los equipos On line existen distintas configuraciones:

Monofásicas/Monofásicas:1/1

Trifásicas/Monobásicas : 3/1

Trifásicas/Trifásicas : 3/3

Autonomía o tiempo de respaldo es lo mismo y significa el tiempo por el cuál permanece entregando energía la UPS hacia la carga conectada después de un corte de energía que haya sido detectada por la misma (cortes en la red eléctrica). Normalmente este tiempo esta dado entre 10 y 25 minutos como estándar.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA UPS DEL SISTEMA

El sistema de control y monitoreo debe tener respaldo de fuente de poder Ininterrumpible (UPS) para el PLC y para todo el sistema.

La estación de trabajo industrial para el control supervisorio, deberá contener el software para la supervisión del control del proceso y tener el respaldo de la fuente de poder ininterumpible (UPS).

Las tarjetas de entrada/salda contarán con protección por corto circuito, con suministro de voltaje de 24 Vcd.

ESPECIFICACIONES DE LA UPS

Rango de 6.0 kVA

Rango de frecuencia de entrada: 50-60Hz- o autoseleccionable.

Tolerancia de frecuencia: nominal +/- 3Hz

Conexiones: IEC- 320

Factor de potencia: 0.97 eficiencia: >86%.

Salida eléctrica: 120/240 Vca

Frecuencia: 50/60Hz

Voltaje de regulación: 2%

Voltaje de distorsión: <2% THD

Forma de onda: Senoidal

Regulación de salida: 3%

Baterías:

Tipo: selladas, de plomo ácido y libres de mantenimiento.

Diagnostico: al arranque con autodiagnóstico

Tiempo de respaldo: 23 minutos

Carga de baterías: <5hrs. Al 90 % de la capacidad de carga ventiladas.

Característica de control:

Interface de usuario: panel de led (encendido, batería en operación, bypas, sobre carga, sobre temperatura y alarma audible.

Comunicaciones: Interface serie como con conector DB9 pines condiciones ambientales de operación

Temperatura de operación: 0°C – 40°C (273 a 313 K)

Temperatura de alimentación: -15°C- 40°C (258 a 313 K)

Humedad relativa: 90% no condensable

Ruido audible: +/- 55dB @ 1 metro

Certificación de seguridad: de acuerdo con UL16778, CSA 22.2, NO.107.1

Dimencionamiento: tamaño: 705mm alto x 270mm ancho x 590mm

TÉRMINOS USADOS EN BATERÍAS

AMPERE- HORA.- Cantidad de electricidad que suministra un elemento, la cual es expresada como el producto de la corriente y el tiempo de horas.

CARGA DE RÉGIMEN ALTO.- Carga que se aplica a una batería para dejarla completamente cargada con la mayor brevedad posible.

2.7.2 SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LA UPS

Características más importantes para seleccionar una UPS.

Tiempo de Respuesta.- Es una medida de que tan rápido retorna dentro de su especificación la forma senoidal de ca. de la UPS después de un cambio de carga.

Eficiencia de ca a ca.- Si se tiene una pobre respuesta dinámica y tiempo de recuperación pobre pueden causar errores y costos por daños a equipos.

Capacidad de sobrecarga.- Es cuando una UPS tiene la capacidad de abrir los fusibles o interruptores por una sobrecarga protegiendo así a los equipos.

Para alimentar los equipos del sistema de monitoreo y control del proyecto de CB 4T, se tiene lo siguiente:

Un consumo de 4.5 kVA, se requiere de una autonomía de 20 minutos.

Se dispone de una alimentación de 220 Vca para la UPS.

Se requiere 120 Vca para alimentar los equipos de monitoreo y control en operación normal; y 137.0 Vca como máximo.

Se dispone de turbogeneradores, los cuales por espacio de unos 2 minutos dejan de operar cuando existe algún problema.

Con estos datos lo primero que hay que hacer es seleccionar la capacidad de inversor, para ello debemos tener en cuenta que nuestro consumo es de 4.5 kVA, por lo que pensando a futuro nuestra UPS es de 8.0 kVA, la cual nos proporcionará la autonomía y la confiabilidad de suministro a nuestro sistema.

Debemos además calcular el número de baterías a usarse; para ello se tiene que usar la siguiente fórmula:

$$N = \frac{V_{m\acute{a}x}}{V_{carga\ r\acute{a}pida}} = \frac{137.0}{1.5} = 92 \text{ celdas}$$

Para determinar el tamaño apropiado del banco de baterías, es necesario computar el número de amperios hora que se usará entre ciclos de carga. Cuando se conoce la cantidad de amperios hora, hay que tomar en cuenta que las baterías tengan aproximadamente el doble de este valor. Esto asegura que las baterías no se descarguen excesivamente y extiende la vida de las baterías.

Para computar el uso total en ampere- hora, se ha de determinar los requerimientos de cada equipo a usar y luego sumarlos.

Siga este procedimiento para cada equipo que desee usar con el inversor. Se deben sumar los requerimientos. El tamaño mínimo del banco de baterías debe ser el doble de este valor.

También podrá calcular los requerimientos de baterías usando los consumos indicados en las placas de características de cada aparato. La fórmula es *Potencia = Volt x Ampere*. Divida la potencia de su carga entre el voltaje de la batería para determinar el amperaje que la carga consumirá de las baterías. Multiplique el amperaje por las horas y tendrá, con razonable precisión, los amperios hora. Recuerde que los períodos de tiempo menores de una hora serán fracciones (10 minutos es 1/6 de una hora).

Notas: Si se conoce la corriente ca, entonces el amperaje que un aparato absorberá de la batería será: *Corriente de ca por voltaje de ca* dividido entre el *voltaje de la batería*.

A continuación se muestra un diagrama esquemático de una UPS

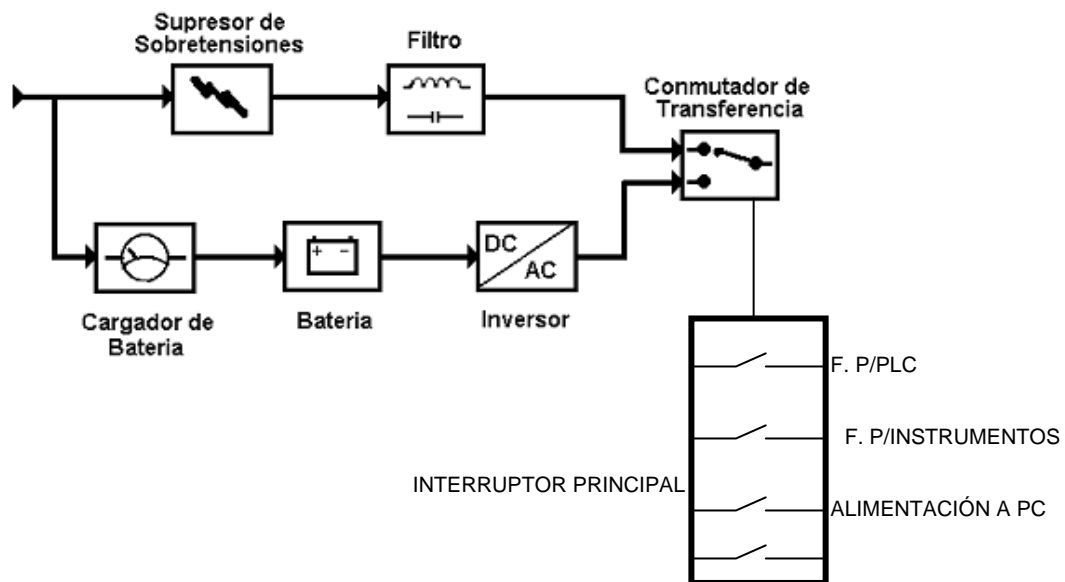


Figura 07

2.8 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN¹

Transmisor de Presión.- Equipo o dispositivo electrónico que es usado para medir presión de procesos, mediante un sensor tipo diafragma que convirtiendo una señal de proceso en electrónica y posteriormente se obtienen datos protocolizados en Hart o analógicos que son proporcionales a procesos.

Los transmisores de presión son del tipo inteligente con indicadores de presión con intervalo de (0.21 kg/cm² a 21 kg/cm²) 0-3 a 300 psi, salida HART con señales de 4 a 20 mA modulada, con indicador local, tipo de material del cuerpo acero inoxidable 316, diseño del cuerpo brida tradicional, para montaje estándar, intervalo de presión estática del cuerpo 3500 psig, material del sensor 316l SS, clasificación eléctrica a prueba de explosión, debe incluir accesorios herraje de montaje para instalar el transmisor en pedestal de tubo de 2" de diámetro para cada un, dichos transmisores se utilizarán para medir la presión de succión en L1 y L2 de cada Paquete de Recirculación.

Los transmisores de presión tipo inteligente con indicadores de presión rango de num. 5 de 0-20 a 2000 psi (1.4 Kgs/cm² a 142 Kgs/cm²), salida Hart con señales de 4 a 20 ma. modulada, con indicador local, tipo de material del cuerpo acero inoxidable 316, diseño del cuerpo brida tradicional, para montaje standard rango de presión estática del cuerpo 3500 psig, material del sensor 316l SS, clasificación eléctrica a prueba de explosión. incluye accesorio herraje de montaje para instalar el transmisor en pedestal de tubo de 2" de diámetro para cada uno de los transmisores se utilizarán para medir la presión de descarga uno para línea 01 y otro para línea 02 de cada Paquete de Recirculación.

¹ Las unidades que se presentan en esta sección son las que proporciona el fabricante del equipo.

TÍPICO DE INSTALACIÓN DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN

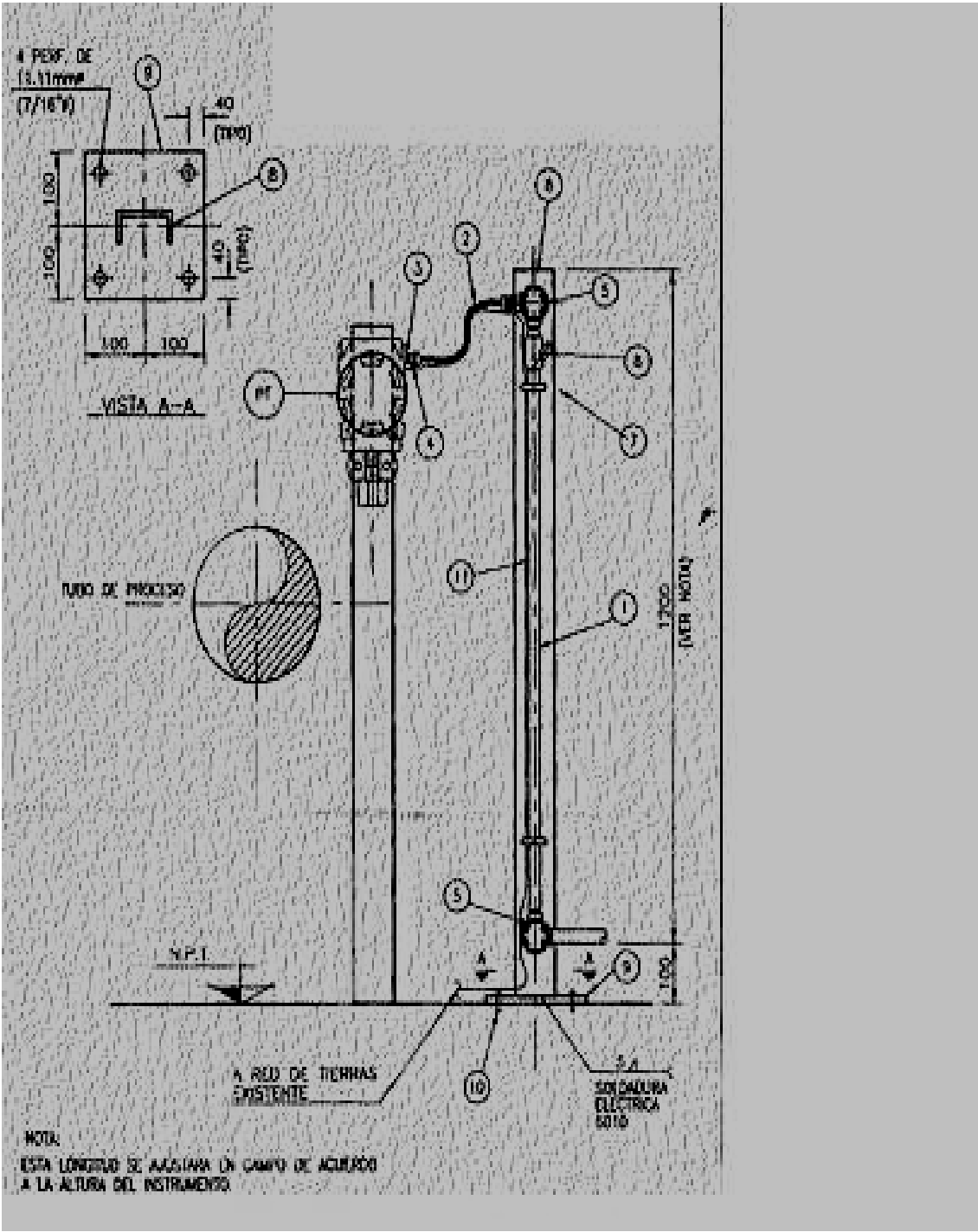


Figura 07

2.8.1 PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO A LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN.

Transmisor de presión inteligente.

Se comunica al operador que se va a sacar de operación el transmisor.

Se verifica que el transmisor no este en línea con el sistema de control.

Cerrar la válvula de proceso

Se abre la válvula de purga teniendo cuidado que en un bote se drene el crudo.

Limpieza de partes del transmisor.

Limpiar los residuos del fluido de la válvula de purga.

Limpiar con un trapo impregnado de aflojatodo los tornillos de sujeción y tuercas, engrasarlos y reapretarlos.

Limpiar las tapas del instrumento coples flexibles y condulets.

Verificación de la señal de salida.

Desmontar la tapa posterior del transmisor y conectar el comunicador Hart mod. 275.

Encender el comunicador Hart mod. 275.

Estando en el menú Online se verifica que la señal de salida corresponda al valor de proceso.

Puesta en operación del transmisor.

Cerrar la válvula de purga y abrir lentamente la válvula de bloqueo.

Verificar que el Transmisor este alineado al sistema de control

Informar al operador que el instrumento quedo correctamente instalado operando adecuadamente.

Si este es correcto se da por terminado el mantenimiento, firmando de conformidad el operador en turno.

2.9 DESCRIPCIÓN DEL POSICIONADOR INTELIGENTE

Posicionador inteligente.- Es un dispositivo que como su nombre lo indica nos sirve para dar posición correcta de operación de la válvula, recibe una señal analógica de 4 a 20 mA. o señal protocolizada Hart proveniente de un controlador la compara con la posición de la válvula y manda la posición correcta.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

POSICIONADOR INTELIGENTE SIPART PS2

Conexiones eléctricas rosca G 1/4 DIN 45 141, Temperatura de servicio de -30 a 80° C, de protección IP 65, conexión a 2 hilos señal 4 - 20 mA, presión de trabajo de 1.4 a 7 Bar. Incluye: Módulo de posicionador, módulo de comunicación HART y kit de montaje.

TÍPICO DE INSTALACIÓN DEL POSICIONADOR INTELIGENTE

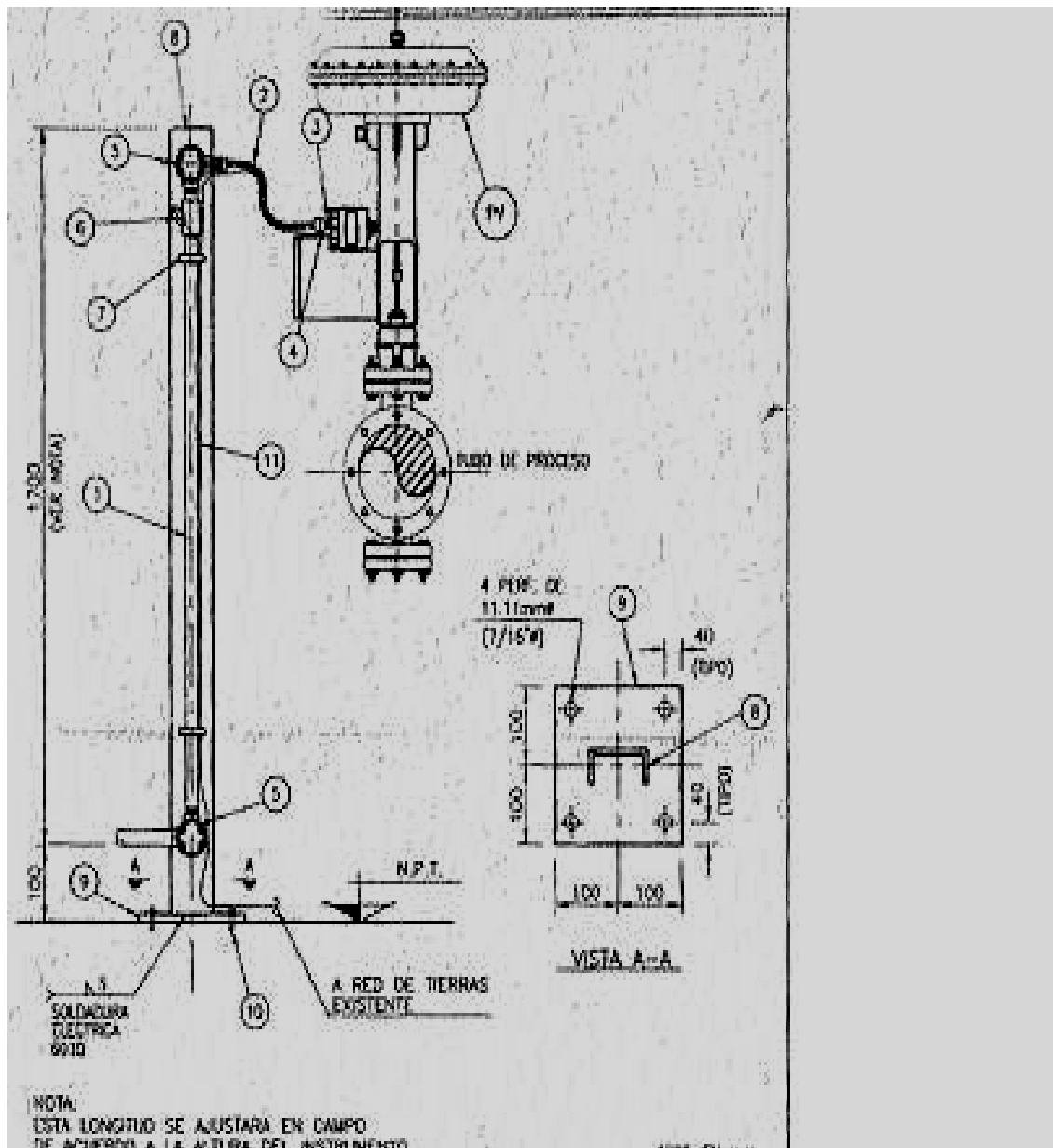


Figura 08

2.9.1 PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO DEL POSICIONADOR INTELIGENTE

Limpieza del posicionador

Retirar los tornillos que sujetan la cubierta con la base del posicionador.

Retirar la cubierta del posicionador.

Limpiar la suciedad y en general las materias extrañas que se encuentren alojadas dentro de la cubierta y en las partes que componen el posicionador.

Limpiar con desengrasante la cubierta exterior de la caja, así como las conexiones al posicionador.

Lubricación de partes del posicionador

Lubricar los tornillos de sujeción de la cubierta del posicionador.

Recubrir todos los empaques con una grasa de buena calidad que sea compatible con el elastómero de los empaques. La grasa debe ser de un tipo tal que no oxide rápidamente formando un depósito duro.

Verificación del funcionamiento de la válvula y posicionador

Se conecta la interfase de comunicación Hart 275 en la terminales marcadas como TALK- Y TALK +.

Se oprime la tecla de encendido

Después que la interfase de comunicación Hart efectúa su revisión de software entra al menú On-Line.

Se selecciona el menú setup & diag (enter) luego se selecciona Basic Setup (enter) luego se selecciona Auto Setup (enter) se selecciona auto calib travel (enter) y el instrumento

automáticamente verifica la carrera de la válvula indicando al termino en el display de la interfase de comunicación Hart que la calibración es satisfactoria.

Después se verifica la carrera de la válvula para lo cual se desconectan los cables de las terminales marcadas como Loop+ y Loop- y se conecta una fuente de mili amperaje y se simula 4, 8, 12, 16 y 20 mA. Respectivamente siendo la respuesta de la válvula en forma lineal 0%, 25%, 50%, 75% y 100% respectivamente.

Se desconecta la fuente de mili amperaje y la interfase de comunicación Hart se coloca la tapa de la cubierta del instrumento y la tapa de las conexiones eléctricas.

2.10 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS

Hoy día, las reglas de los sistemas tradicionales llamados "sistemas de puesta a tierra" han cambiado en forma dramática. Una consecuencia de los avances de la tecnología moderna es que la humanidad y nuestro ecosistema deben convivir entre equipos y fuentes de energía de gran potencia eléctrica (generadores, subestaciones, motores, etc.), con sistemas y fuentes de energía de micro potencia (redes de computadoras, módems, equipos de fax, Controladores Lógicos Programables (PLC) y equipo electrónico sensible). Sin embargo, la seguridad y calidad de la energía que demandan se ha quedado rezagada con los "sistemas de puesta a tierra" vigentes desde el Siglo XIX. Lo que se necesita actualmente es una energía estable y suficiente referida a una sólida plataforma de acoplamiento a tierra para suprimir los ruidos y la distorsión que causan los aparatos y el equipo eléctrico. La tecnología FARAGAUSS hace que sistemas, equipos, aparatos y accesorios funcionen eficientemente, la vida humana más saludable y es amigable con el medio ambiente. De esta manera podremos convivir con todo tipo de aparatos y fuentes de energía sin dañar nuestra salud, y cuidando nuestra eficiencia, calidad, productividad y rentabilidad.

FARAGAUSS controla eficientemente la peligrosa y costosa contaminación electromagnética (Interferencia de Radio Frecuencia o RFI y Electromagnética o EMI) la prioridad es obtener una mejor calidad de vida para toda la humanidad, por lo que es indispensable cambiar el término de resistencia de puesta a tierra por impedancia de acoplamiento a tierra y referirnos de ahora en adelante a la plataforma de operación de seguridad y calidad FARAGAUSS.

Beneficios que le aporta la tecnología Faragauss

Al implementar una solución Faragauss para su sistema de tierra eléctrica gozará, entre otros de los siguientes beneficios:

- +Una baja y permanente impedancia a tierra de 1 a 2 Ω máximo.
- +Impedancia constante en un intervalo de frecuencias (100Hz - 3.5 GHz).

- +Protección contra impulsos electromagnéticos.
- +Disminución de un 3% a un 5% del consumo de energía eléctrica.
- +Mejora del factor de potencia (F.P) de un 2% a un 5%.
- +Disminución en un 30 a 35% de la Distorsión Armónica Total al reforzar el neutro.
- +Disminución de un 15 % a un 20 % en las temperaturas de transformadores.
- +Se ofrece un verdadero sistema de protección contra descargas atmosféricas, operando como apartarrayos en un radio de 70 m y 140 metros hacia arriba.
- +Tierra física de protección electrónica (GND).
- +Protección y funcionamiento de los equipos electrónicos al otorgar un verdadero "0" lógico digital.
- +Protección contra corrientes inducidas por el terreno.
- +Menor mantenimiento al sistema de alumbrado en general.
- +Compatibilidad electromagnética de todos los equipos a proteger.
- +Menor temperatura de motocompresión de los aires acondicionados (de un 15% a un 20% menos).
- +Mayor eficiencia a los sistemas o paquetes de aire acondicionado.
- +Mayor eficiencia de los equipos de cómputo y SITE de las áreas de oficinas y sistemas.
- +Protección catódica a las antenas y estructuras de soporte, sin fuente externa de corriente impresa.
- +Incremento en la seguridad del centro de trabajo.

- +Ahorro de energía al operar un sistema de retorno más efectivo.
- +Mejor rendimiento y eficiencia de sistemas y componentes electrónicos.
- +Disminución de distorsión armónica total (THD).
- +Mejora del factor de potencia.
- +Cancela fluctuaciones de voltaje entre los gabinetes de distribución y el transformador.
- +Redes con mayor velocidad en transmisión de datos.
- +Mayor calidad y pureza de definición en las señales.
- +Baja y permanente impedancia a tierra (típicamente menor a 2Ω).
- +Efectivo '0' lógico para equipo electrónico delicado.
- +Minimiza los voltajes de toque y paso.
- + Disminuye las pérdidas por el efecto Joule (Calentamiento de un conductor al paso de la corriente).

El dispositivo denominado *Faragauss- Coplagauss*, se describe como un multiacoplador de admitancias, destinado al acoplamiento de un sistema específico de puesta a tierra, con admitancia mayor en trayectoria a la corteza terrestre. Su principio de operación lo rigen reconocidas leyes universales como la *Fuerza de Lorentz*, la *Ley de Coulomb para campo eléctrico*, la *ley de Biot-Savart para campo magnetico* y el *efecto Hall*.

Lo que se resume, que los electrones en un campo magnético, están sujetos a una fuerza proporcional a la velocidad de los electrones que están en el medio ambiente (aire) y a la densidad o fuerza del campo magnético (Hendrick Lorentz).

La estructura triangular polarizada Faragauss opera como electrodo transductor en campos eléctrico y magnético, por medio de su masa M en contacto con el terreno J,

permite la interacción de la Fórmula de Schwarz y la Ley de Gauss para campos eléctricos, describiéndose y escribiéndose así:

La resistencia total de la estructura triangular Faragauss, la cual consiste de una combinación de conductores horizontales (cátodo, ánodo y tubos centrales) y tubos verticales, es menor que la resistencia de cualquiera de los componentes por separado, pero mayor que su combinación en paralelo:

Por lo cual la resistencia total es:

$$R_g = \frac{R_1 R_2 - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - 2R_{12}}$$

Donde:

R_1 = Resistencia de los conductores horizontales.

R_2 = Resistencia de los tubos verticales.

R_{12} = Resistencia mutua entre el grupo de conductores horizontales y el grupo de conductores verticales.

Con referencia en el IEEE 5.2 Std 142 1991, la definición de R1 (neutro) nos dice que es el conductor intencionalmente conectado a tierra, como punto donde el potencial es igual en amplitud desde cualquier otro conductor. Sin embargo la "flotación" del neutro está en proporción a la impedancia de este a tierra, a menor impedancia menor "flotación" y a mayor impedancia mayor "flotación". Es conveniente recordar que la "flotación" del neutro debemos asociarla a su reactancia:

La reactancia de un circuito de corriente alterna se puede definir como su oposición no resistiva ocasionada por el flujo de corriente alterna.

Reactancia inductiva:

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

Reactancia capacitiva:

El análisis de R_2 denominado "Tierra Física" lo podemos ubicar en la definición del IEEE 5.2 Std 142 - 199 1, el cual en inglés se denomina tierra ruidosa (Noisy Ground) mismo que se describe como un conductor de puesta a tierra para enviar voltajes "espurios" provenientes de equipo electrónico, además de cumplir principalmente con la seguridad humana en caso de una corriente de falla o corto circuito.

R_3 corresponde al conductor de puesta a tierra utilizado como la referencia "0" requerida por equipo electrónico para su correcta operación y es aquí donde surge una importante *Causa - Efecto* que origina importantes pérdidas económicas, en errores en el funcionamiento de computadoras, equipo de automatización, telecomunicaciones, etc; en la degradación y destrucción del propio equipo. Esta problemática es reconocida y aceptada por el IEEE en su apartado 5.2 Std 142 - 1991, en donde se reconoce que la tierra no está en un "0" potencial y que además no puede funcionar como algunos lo "aseguran", como un infinito drenaje y tiradero de potencia eléctrica, por el contrario el terreno hoy día está afectando las complejas y delicadas instalaciones electrónicas.

El contacto intencional o accidental del gabinete metálico contenedor de las fuentes conmutadas (R_4) con el acero de construcción del edificio, de las carcasas de motores, otros gabinetes metálicos, charolas portacables, tuberías de acero o cobre, (R_5 , R_6 , R_7 , R_8 , R_9 , R_{10}), mismos que intencional o accidentalmente están interconectados y que en ambas circunstancias generan un gradiente de potencial entre ellos, sumándose al concepto de su reactancia paramétrica la frecuencia de resonancia individual y colectiva de los conductores de "puesta a tierra", recordando que así como la inductancia provoca que la corriente se retrase con respecto al voltaje y la capacitancia es la causa de que la corriente se adelante al voltaje, con el importante incremento de cargas no lineales por la incorporación de modernas tecnologías electrónicas, estas producen un "ruidoso potencial" aplicado a los conductores de puesta a tierra, el potencial aplicado contiene

diversas frecuencias, de las cuales en combinación con la capacitancia existente, funciona esta como un aleatorio e impredecible capacitor variable, actuando como sintonizador logrando que la frecuencia de resonancia sea igual a la frecuencia particular de una señal indeseable y destructivo, fenómeno que podemos escribir:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Considerando la imperfección de la resistividad del terreno, así como sus variaciones tanto en sentido horizontal como en profundidad, no es posible determinar la distribución de las corrientes que se distribuyen en el suelo.

Las corrientes a 60Hz. tienden a penetrar o a drenarse a gran profundidad en el terreno cuando más elevada sea la conductividad del mismo, sin embargo tienden a concentrarse hacia la superficie las de mayor a alta frecuencia.

Es importante resaltar que en caso de una falla a tierra de un sistema de potencia, se presenta un retorno de esta energía o corriente hacia otra red de tierras obviamente esto coincide con el ejemplo de medir una resistencia o resistividad de una puesta a tierra con un mínimo de corriente o caída de voltaje (Ley de Ohm). A continuación se muestra un dibujo esquemático de instalación de un sistema de tierras Faragauss.

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA FARAGAUSS

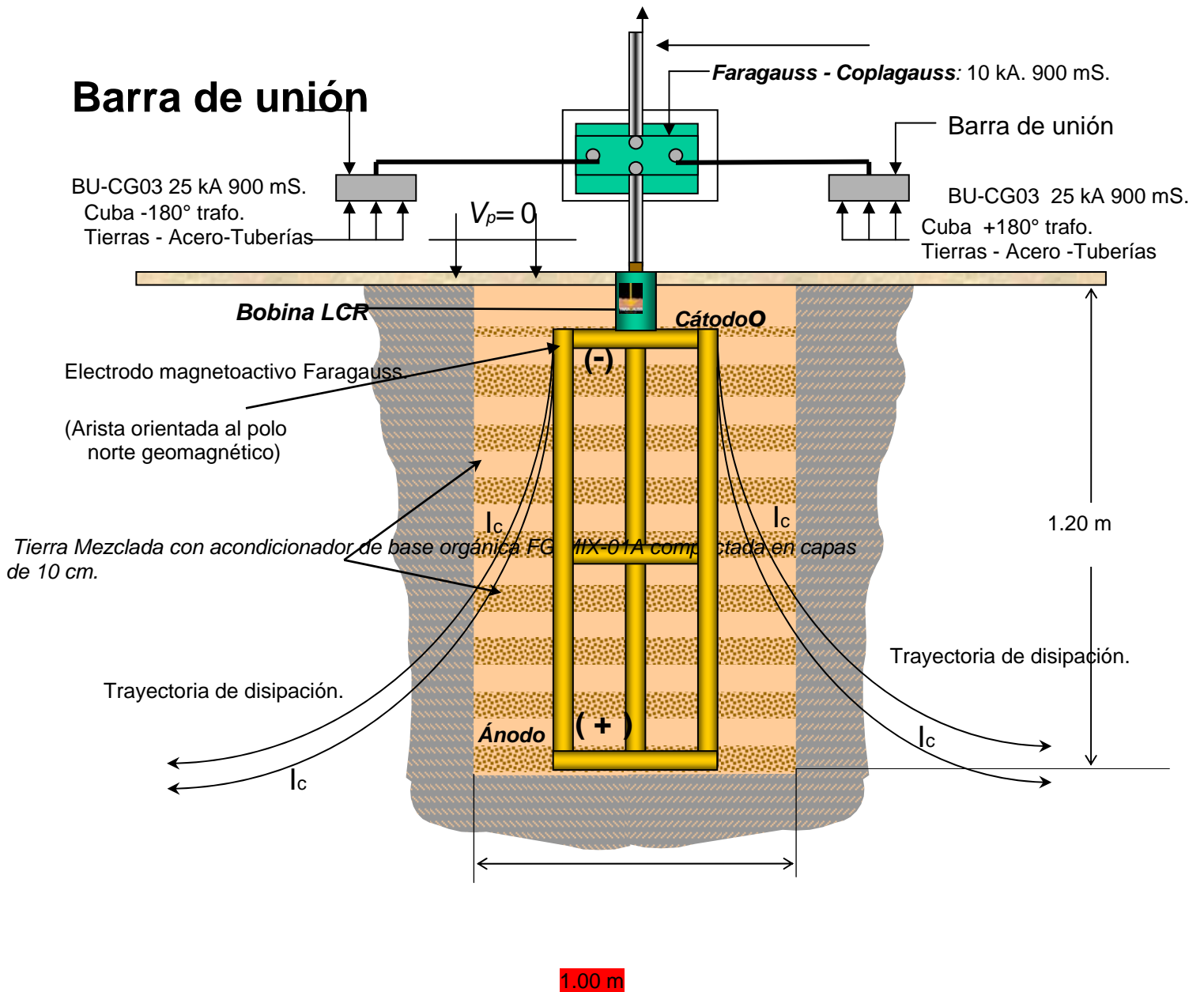


Figura 09

CAPITULO III

INTEGRACIÓN DE LOS PAQUETES DE RECIRCULACIÓN DE L1 Y L2

Con la finalidad de mantener la operación continua de la CB4T, es necesario que los paquetes de recirculación de L1 y L2 sean parte del sistema de control supervisorio. Esto es, integrarlos mediante la adecuada instrumentación y medios que permitan su monitoreo, registro de variables y control de las mismas en todo momento. Actualmente tanto la supervisión como todos los procedimientos para la adecuada operación de estos paquetes se hacían manualmente. Con este proyecto se pretende que todos los procedimientos operativos de dichos paquetes se realicen automáticamente con un valor agregado que consiste en tener registros e históricos para análisis de tendencias y/o mejoras futuras.

Sistema de los Paquetes de Recirculación: (L1 y L2 respectivamente). La integración de los paquetes de recirculación al sistema de visualización, supervisión y control inicia con la selección y montaje de todos los instrumentos de medición y control de presión (transmisores de presión y posicionadores inteligentes). En la siguiente figura se muestra un esquema de los paquetes de recirculación de las L1 y L2.

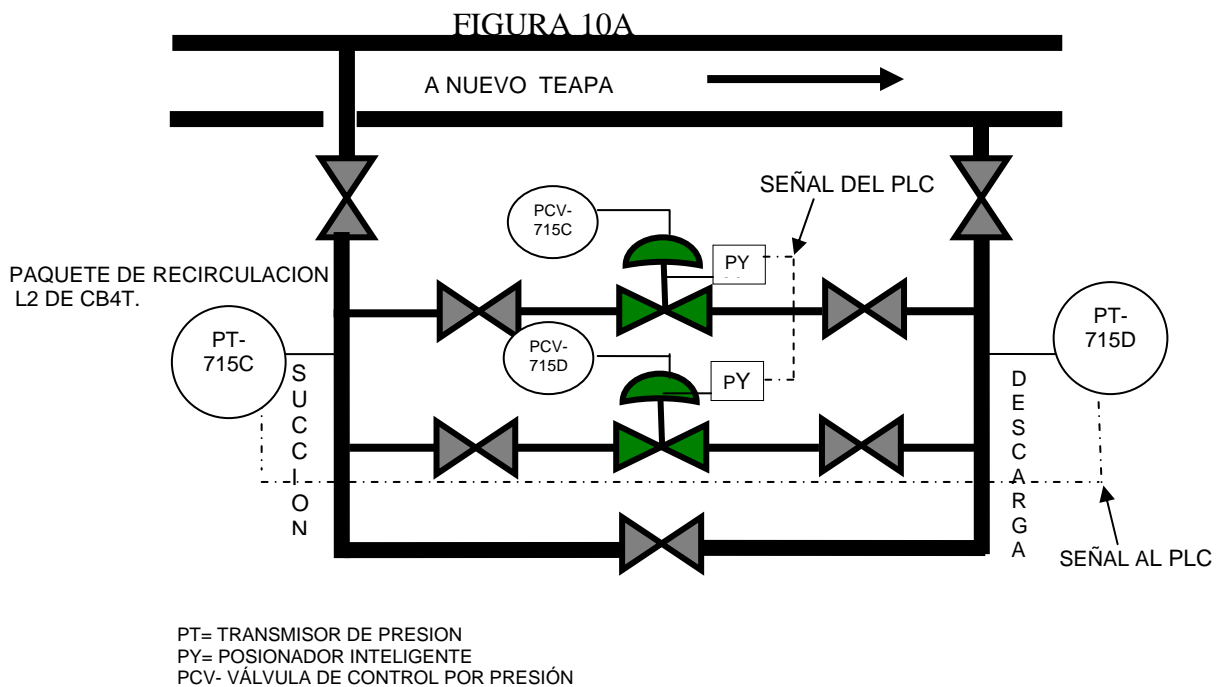
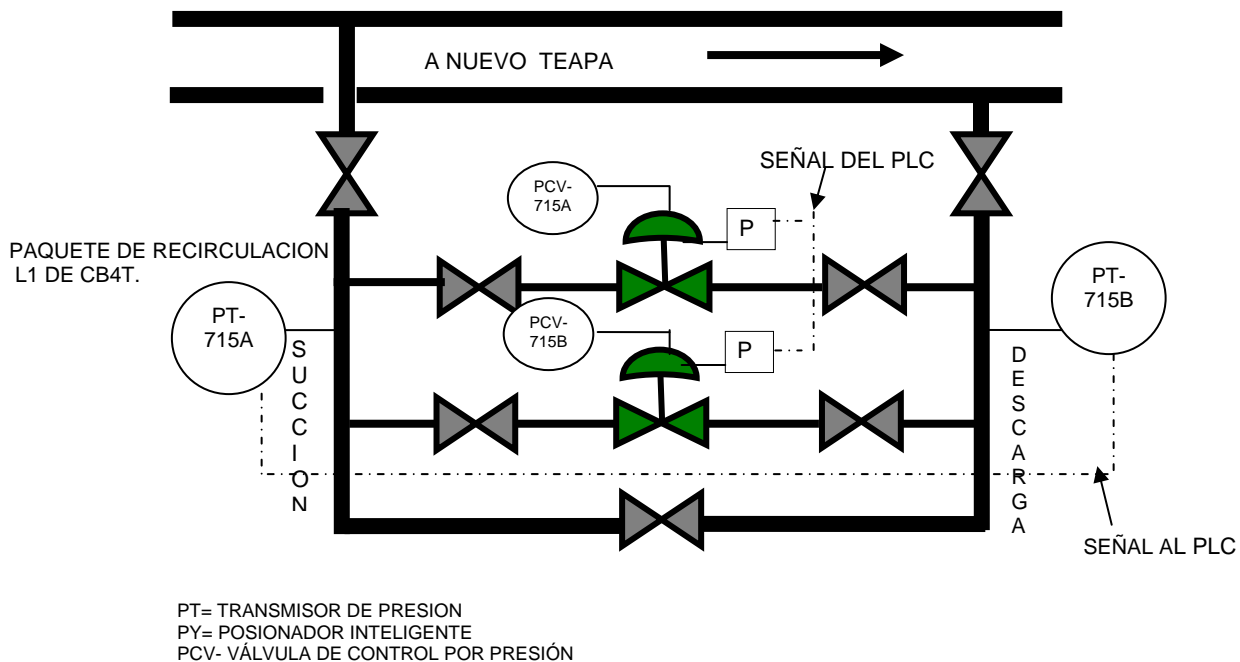


FIGURA 10B

A través de los transmisores de presión del cabezal de succión (PT-715A y PT-715C), y de los del cabezal de descarga (PT-715B y PT-715D) envían la información al PLC, donde el FC10 contendrá la programación del Paquete de Recirculación de L1 y el FC 11 el del Paquete de Recirculación de L2. En el PLC el FC 116 recibe el valor de las señales de entrada de los PT-715A y PT-715C en el cual se especifica la periferia de entrada y los límites del instrumento (0 a 7 kg/cm² o bien de 0 a 709.1 kPa), los valores se obtienen del DB 115 DW10 para el control de las válvulas PCV-715A, PCV-715B para la L1 y PCV-715C y PCV175D para la L2.

Para controlar los paquetes de recirculación de las L1 y L2, se cuenta con cuatro transmisores de presión dos de ellos para, medir la presión de succión en el cabezal y dos para el cabezal de descarga. Así mismo se tienen cuatro posicionadores, dos para el cabezal succión y dos para el cabezal de descarga, como se muestra en la figura 05A y 05B. En el siguiente párrafo se describe la forma de proceder para llevar a cabo el control:

Se cuenta con dos válvulas de control de presión una de succión de 6 pulgadas (0.1524 m) de diámetro (ϕ) y otra de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ , las cuales abren para recircular la presión por baja presión de succión en los cabezales de cada paquete de recirculación de las bombas(L1 y L2), la 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ abrirá al bajar la presión en el cabezal a menos de 3.5 kg/cm² (354.55 kPa) y la de 12 pulgadas (0.3048 m) ϕ abrirá al bajar la presión a menos de 3.0 kg/cm² (303.9 kPa) esto es en el caso del paquete de L2, en el caso del paquete de L1 los valores de baja presión serán para la válvula de 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ de 3.0 kg/cm² (303.9 kPa) y para la válvula de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ de 2.5 kg/cm² (253.25 kPa).

También se cuenta con dos válvulas de recirculación por alta presión de descarga una de 6 pulgadas (0.1524 m) de ϕ la cual abrirá al subir la presión a mas de 46 kgs/cm² y la otra de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ , la cual abrirá al subir la presión a más de 47 kg/cm², en el caso del paquete de recirculación de línea No.1; en el caso del paquete de recirculación de línea No. 2 los valores de alta presión serán para la válvula de 6

pulgadas (0.1524 m) de ϕ de 51 kg/cm² y para la de 12 pulgadas (0.3048 m) de ϕ , de 52 kg/cm².

Para accionar las 4 válvulas de control de presión en los dos paquetes de recirculación, se instalaran en las válvulas posicionadores inteligentes los cuales recibirán la señal del PLC S7-400 para realizar su control. La pantalla de monitoreo contara con botones dinámicos para que mediante una clave de acceso el operador pueda elegir la operación de la válvula (automático/manual) y para que cuando este en modo manual pueda mandar abrir la válvula a voluntad indicando el porcentaje de apertura de dichas válvulas. Los valores de algoritmo de control (proporcional, integral, derivativa así como el punto de ajuste) podrán cambiarse a voluntad mediante una clave de acceso únicamente por personal de mantenimiento autorizado.

A continuación se describe, como se lleva a cabo el control de una de las válvulas indicando los parámetros y datos a considerar: en el FB 41 en conjunto con el DB de instancia, en este caso el 155 es el que lleva a cabo la regulación de las válvulas de control PCV 715A.

Los datos importantes a considerar son los siguientes:

Descripción	Parámetros del FB
✓ Banda proporcional (P)	P_SEL
✓ Repeticiones (I)	I_SEL
✓ Reajuste (D)	D_SEL
✓ Punto de ajuste	SP_INT
✓ Ganancia	GAIN
✓ Selector M/A	MAN_ON
✓ Valor de salida	LMN_PER

Para los reguladores **PCV 715 B/C/D** su programación es similar únicamente hay que cambiar el **DB**, siendo estos DB 156, 157 y 158; respectivamente.

Al contrario de los bloques lógicos, los bloques de datos no contienen instrucciones de STEP 7. En cambio, sirven para depositar datos de usuario, es decir que los bloques de datos contienen datos variables con los que trabaja el programa de usuario. Los bloques de datos globales contienen datos de usuario utilizables desde otros bloques. El tamaño de los DBs puede variar. El tamaño máximo admisible se indica en las descripciones de la CPU /70/ y /101/. La estructura de bloques de datos globales se puede definir discrecionalmente.

Los DB están asignados de la siguiente manera:

- DB de comunicación a la recepción del DB 121 al DB 134
- DB de comunicación al envío del DB 141 al DB 154
- Alarmas de los paquetes de recirculación DB 135
- Errores de comunicación DB 136
- Rupturas de hilo en motobombas DB138
- Señales de sobre rango DB139
- DB13 usado en OB86, FC 100

Para el caso de los Paquetes de Recirculación de Línea 1 y 2 se usará controlador PID.

La acción de control proporcional, derivativa e integral se define como:

$$m(t) = K_c e(t) + K_c T_d \frac{de(t)}{dt} + \frac{K_c}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Tiene las ventajas de cada una de las tres acciones de control individuales.

Variables características: *Banda Proporcional, Tiempo Derivativo y Tiempo Integral*

Donde la banda proporcional está definida como:

$$BP = \frac{100}{K_c} \text{ en } \%$$

Tanto los métodos de circuito abierto como cerrado tratan de conseguir que la respuesta del sistema a una perturbación tenga una *Relación de Decadencia* (b/a) igual a $1/4$.

Con una relación de decadencia menor tendremos una respuesta del sistema más rápida, pero aumenta el riesgo de inestabilidad, y viceversa.

La relación $1/4$ es un compromiso entre rapidez y estabilidad.

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO

En la actualidad el mantenimiento ha ido adquiriendo una importancia creciente; los adelantos tecnológicos han impuesto un mayor grado de mecanización y automatización de la producción, esto exige un incremento constante de la calidad, por otro lado, la fuerte competencia comercial nos obliga a alcanzar un alto nivel de confiabilidad en los sistema de producción o servicio, a fin de que este pueda responder adecuadamente a los requerimientos del mercado.

Está demostrado que las organizaciones eficientes tienen un eficiente sistema de mantenimiento. La reconversión de la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y particularmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas. Para ello debemos tener en mente el objetivo a cumplir, que es ser competitivos.

Para ser competitivos existen algunos factores claves que nadie discute hoy día como ser la calidad, la cual debemos brindar a nuestros clientes para que satisfagan sus necesidades, pero también debemos entre estas necesidades, satisfacer el precio que los clientes están dispuestos a pagar por el producto o servicio que le brindamos.

En el área de mantenimiento existen diversas estrategias para la selección del sistema a aplicar en cada equipo; sin embargo, la mayoría de estas estrategias no tienen en cuenta la naturaleza del fallo; en contraste, más sin embargo este elemento es de vital importancia para un empleo óptimo de los recursos en el área analizada. Otros aspectos que comúnmente no se tienen en cuenta para la selección de las posibles estrategias de mantenimiento a utilizar en cada equipo son el nivel de riesgo que ofrece el fallo para los operarios o para el medio ambiente y las afectaciones de calidad para el proceso.

Cada equipo, independientemente de su naturaleza, presenta un determinado patrón de fallo. Este se obtiene a partir del tiempo medio entre fallos y pueden darse dos situaciones:

4.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

Que se busca con un mantenimiento eficaz

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se puedan a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo del mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

En general, todo lo que existe, especialmente si es móvil, se deteriora, rompe o falla con el correr del tiempo. Puede ser a corto plazo o a muy largo plazo.

El solo paso del tiempo provoca en algunos bienes, disminuciones evidentes de sus características, cualidades o prestaciones.

En otro tipo de bienes, el deterioro se acentúa principalmente por su uso, como es el caso de todas las piezas móviles de una maquinaria o instalación.

4.2 EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO

Veamos algunas características del servicio de mantenimiento, que llevan a que el mismo sea considerado efectivo.

La confiabilidad o fiabilidad es la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado, bajo condiciones operativas específicas.

En la práctica, la fiabilidad está medida como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos fallas consecutivas (TMEF).

Un sistema, dispositivo, máquina o equipo, resulta entonces más confiable, a medida que dicho tiempo TMEF sea mayor.

La confiabilidad de un equipo, máquina o instalación, de concepción simple o que posee pocos componentes en serie, resulta mayor que la de una instalación compleja con muchos componentes en serie. Recordemos que en una sucesión de procesos en línea, cuando se detiene uno de ellos, se detiene toda la línea.

También interesa disminuir la gravedad de las fallas, lo cual lleva a que el bien aumente en alguna medida su confiabilidad, dado que en muchos casos, al ser menos grave la falla, es menor en magnitud o extensión.

Asimismo, la confiabilidad se verá tanto más facilitada o mejorada, a medida que su diseño permita un mejor servicio de mantenimiento y/o que su diseño haya sido previsto con criterio redundante, es decir, con vías de funcionamiento alternativas.

También mejora la confiabilidad el diseño libre de mantenimiento.

El criterio de redundancia se logra con elementos alternativos colocados en paralelo y que actúan en los casos en que los elementos básicos previstos, entran en falla y no pueden sostener un adecuado funcionamiento.

Con relación a los costos, debemos señalar que el caso del mantenimiento es semejante en muchos aspectos, al de la calidad y al de la seguridad.

Otro de los parámetros que nos interesa conocer, es la *disponibilidad* que se tiene del equipo a mantener. Esta característica la podemos obtener como cociente entre el tiempo real que el bien se encuentra en condiciones de operación y el tiempo total en que el mismo debería estar disponible (tiempo programado). Como resulta obvio deducir, la disponibilidad es función de la frecuencia de las fallas y de su duración, asimilado al tiempo de reparación.

La calidad del servicio de mantenimiento es otra medida a tener en cuenta. La misma nos indica en qué medida el bien a mantener elabora los productos con la calidad especificada por el diseño.

En definitiva, el mantenimiento debiera ser efectivo, denominando así al servicio que combina disponibilidad, eficiencia, calidad y costos.

Resulta común definir una medida del desempeño de los equipos, mediante el índice o tasa de efectividad o tasa de efectividad, obtenida como el producto de las tasas de disponibilidad, eficiencia y calidad.

4.3 SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO

Como se ha dicho, Mantenimiento debe hacer su trabajo con Calidad y procurar que los bienes sobre los que trabaja la tengan y la conserven. En las actividades, productos, equipos, sitios, etc., Mantenimiento debe cuidar los parámetros de la Calidad en lo que esté a su alcance; seguridad, salvaguarda y ecología nos ocupan ahora.

La seguridad se relaciona con la integridad humana y la salvaguarda con la de los bienes físicos; el parámetro ecología tiene que ver con varios aspectos, desde cuestiones poco evidentes, como la protección al medio cuando se extraen materias primas o energía, hasta el control de contaminantes emitidos por máquinas e instalaciones.

Otros campos conexos se integran en este grupo de áreas o disciplinas, entre ellas, la salud ocupacional, la higiene, la medicina del trabajo y la protección civil; toda ellas cuidan la integridad y el bienestar de las personas en el medio laboral; en Mantenimiento

se les estudia como Ambiente Físico Laboral (AFL); en empresas como PEMEX, el área que las abarca es Seguridad Y Protección Ambiental.

Mantenimiento por todos aspectos está íntimamente relacionado con las áreas anotadas, ya que por ejemplo:

- Los trabajos de mantenimiento revisten casi siempre peligros, superiores a los de operación y producción;
- El manteniendo está frecuentemente cerca de los accidentes y de los accidentados; conoce además las rutas para llegar a ellos y evacuarlos
- Conoce la localización de equipos de seguridad y rescate, tanto de los regulares como de los especiales, mismos que muchas veces son los propios que utiliza.
- Al suceder un accidente, quien se percata de ello, llama o busca al manteniendo que está más cercano, ya que sabe que él puede dar primeros auxilios y es sereno.
- Cuando Mantenimiento interviene un local, instalación o equipo, debe cuidar que estos bienes queden en condiciones seguras
- Cuando llega a haber siniestros, por ejemplo incendios, inundaciones, derrumbes, fugas, contaminaciones etc., las Autoridades proceden en primer instancia a pedir que comparezca el Jefe de Mantenimiento. Nota: en el caso de Estados con Reglamentos de Construcción¹, existen los Corresponsables de Instalaciones, que son Ingenieros con responsabilidad legal por el mantenimiento en los edificios mayores, independientemente de los Jefes de Mantenimiento del inmueble
- En caso de sismos, la primera evaluación de daños la hacen los mantenentes
- Las recomendaciones emanadas de la CMSH implican usualmente acciones de Mantenimiento.

- Todos los Planes de Trabajo PT, que indican las tareas a ejecutar en los bienes, llevan una sección (recomendable una página), indicando las medidas de seguridad y previsiones pertinentes a seguir por el manteniendo, antes de iniciar cualquier actividad propia.

- En casos de maniobras peligrosas de cualquier tipo, se pide la asesoría y el equipo (y a veces hasta el personal) del caso a Mantenimiento, por ejemplo carga y descarga.

La Seguridad, en su aspecto organizacional, recae en un Departamento con ese nombre, pero por condiciones como las descritas y otras que se irán viendo, es no nada más recomendable, sino necesario, que el personal de Mantenimiento tenga a una sólida capacitación en todos los campos de AFL; esta necesidad está desgraciadamente mal cubierta en la gran mayoría de las empresas pequeñas y medianas y en casi todo el sector público.

4.4 RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

- Conocer, respetar y hacer cumplir las políticas y regulaciones de la empresa.

- Cumplir cabalmente las previsiones previas a cada intervención, anotadas en los PT

- Conocer las NOM relacionadas con sus actividades

- Reportar por los canales y niveles adecuados las condiciones anómalas sobre AFL, por ejemplo prácticas de trabajo inapropiadas en lugares peligrosos; mal uso o estado de equipos de seguridad; no uso de equipo personal de seguridad por cualquier persona

- Reportar, a los superiores, con acuse de recibo y en bitácora, las condiciones de riesgo mayor que detecte, por ejemplo contaminación de agua, mal estibado, riesgo de incendio, rigidez de tuberías de combustible, puertas y rutas de emergencia bloqueadas, fugas o derrames de materiales peligrosos, materiales flamables fuera de lugar, fisuras o soldaduras rotas en estructuras metálicas; fisuras en concreto y grietas en muros.

Aunque Mantenimiento debe llevar estadísticas usuales de Seguridad; más importante para su proyección y beneficio de todos, es que se relacionen y difundan los logros y mejoras que aporta Mantenimiento, pero aún más trascendente para contribuir “a la mayor gloria” de la actividad con miras a reconocimiento directivo, es el difundir los efectos en costos, por ejemplo: reducción en primas y cuotas a los seguros; ausentismo, entrenamiento urgente por personal incapacitado, mantenimiento o producción diferida, aumento en la productividad por la sensación de trabajar en un sitio seguro.

En la Administración del Mantenimiento hay áreas que se prestan a duda o conflicto sobre la responsabilidad por su mantenimiento, así como algunas actividades que de no aclararse, se corre el riesgo de que queden en la “tierra de nadie”. La experiencia de campo en algunos casos no muestra una tendencia clara al respecto. Por lo que es conveniente tratar con otras áreas su responsabilidad y delimitar los trabajos.

4.5 NIVEL DE MANTENIMIENTO

Al igual que otros términos en el Mantenimiento, tales como Tipo o Forma, Clase, Área, Sección, el de Nivel, puede aplicarse con diferentes enfoques. Tradicionalmente en el medio industrial mexicano y para plantas pequeñas y medianas, los términos anteriores se aplicaban indistintamente.

En el sentido de indicar la complejidad del trabajo de Mantenimiento, la Asociación Francesa de Normalización AFNOR, en su norma X60-011 define cinco niveles:

En el Nivel 1 se hacen ajustes simples previstos por el fabricante, vía componentes accesibles, que no requieren desensamble o apertura del equipo, o reemplazo de componentes consumibles accesibles, tales como lámparas señalizadoras y algunos fusibles.

El Nivel 2, es la solución del problema por cambio de partes diseñadas para el caso. Mantenimiento preventivo menor, operaciones tales como engrasado y verificación del funcionamiento apropiado.

El servicio del Nivel 2 se puede dar por un técnico autorizado con capacitación media, en sitio, con las herramientas portables especificadas en el Plan de Trabajo y con la ayuda del manual de instrucciones.

El Nivel 3, es la identificación y diagnóstico de paros, reparación por sustitución de componentes dinámicas, reparaciones mecánicas menores, y todas las operaciones de rutinas de mantenimiento preventivo, tales como ajustes generales o recalibración de instrumentos de medición.

El Nivel 4, son todos los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo, excepto modificaciones y reacondicionamiento. Incluye el uso de equipo de comprobación y medición, y puede incluir la calibración por organizaciones especializadas.

El Nivel 5, es la modificación o reacondicionamiento de equipo, o ejecución de reparaciones mayores, confiadas a un taller central o externo.

4.6 COSTO DE MANTENIMIENTO

El costo de mantenimiento es en muchas ocasiones de 2 a 20 veces más de lo que realmente cuesta el equipo. El costo de mantenimiento se define, como el costo que incluye oportunidades de pérdida de tiempo por una inoperabilidad e insatisfacción de que un equipo no opere correctamente, esto aunado a los costos de degradación que sufre el equipo, asimismo por la inseguridad en que opera y a los daños al medio ambiente al tener un equipo en malas condiciones operativas.

El costo de mantenimiento ha sido asociado con cuatro áreas específicamente; las cuales son: costos directos, costo por pérdida de producción, costo por degradación y costos por espera.

Los costos directos están asociados con mantener los equipos operando, además incluye los costos por inspección y por mantenimiento preventivo, costos por reparación y costo de servicio.

Los costos por pérdida de producción , están asociados con la pérdida de producción al dañarse el equipo primario y dejar el equipo en espera. Los costos por degradación están asociados por la degradación de los equipos de la vida útil del mismo derivado de un pobre mantenimiento. Los costos por espera están asociados a equipos que entran en operación para facilitar los mantenimientos o cuando hay fallas en los equipos principales.

4.6.1 PREPARACIÓN Y PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

Un presupuesto de mantenimiento es una herramienta que nos ayuda a tener un control de los recursos financieros el cual debe estar dirigido por el departamento de mantenimiento. Uno de los dos tipos de presupuesto usado en operaciones de mantenimiento son:

a.- Presupuesto operativo

b.- Proyección del presupuesto

El presupuesto operativo está relacionado a darle a cada elemento una categoría para cada departamento dentro de la organización. El propósito de este tipo de presupuesto es tener un control de los costos para efectos fiscales.

El presupuesto proyectado está basado en programas computarizados a fin de manejar el mantenimiento (SAP), lo cual ayuda a tener un mejor control de los proyectos de mantenimiento.

Dos maneras de que se pueden usar para preparar el presupuesto es, mediante un histórico de los equipos, aunque muchos presupuestos en este aspecto no funcionan debido a que no existe una cultura de llevar históricos sobre fallas de los equipos.

Con un presupuesto basado en datos reales sobre el mantenimiento, se puede realizar el mantenimiento en forma eficiente y racional. Esto con el fin de evitar errores del pasado en donde las actividades de mantenimiento no estaban fundamentadas y como consecuencia no existía una efectividad en el mantenimiento.

El método basado en cero es concerniente con el desarrollo de un presupuesto sin ningún dato histórico de los equipos que tiene la organización. Cada presupuesto para equipos deberá estar justificado a los requerimientos y a la prioridad de acuerdo a la disponibilidad de recursos financieros.

Algunas de las ventajas de este método de presupuesto son las siguientes:

- Más puntual y requiere de un proceso más minucioso
- Mejor manejo de los recursos disponibles.
- Más fácil de comprender para la organización y de fácil manejo de todos los niveles dentro de la organización.

El presupuesto basado en el método de cero tiene la desventaja de que se requiere invertir mayor tiempo y que el proceso sea más a detalle, además se requiere más documentación en comparación con un presupuesto basado en históricos.

4.6.2 ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO

- Recolectar información
- Buscar con el departamento de contabilidad y de operación sobre las tendencias de costos.
- Obtener información sobre ventas por producto y departamento.
- Determinar las horas de mantenimiento por departamento y por cuadrillas; por equipos con altos costos de mantenimiento.
- Estimar el monto de material que se requiere por departamento, especialmente por los de mayor costo.
- Actualizar periódicamente el costo total e individual de los mantenimientos.

El costo por un empleado se expresa por la siguiente fórmula matemática:

$$C_{em} = LR (1 + BR) TAH$$

Donde:

C_{em} = costo por empleado

LR = horas laboradas en promedio

BR= beneficio proporcional

TAH= total de horas anualmente

El costo total de trabajo está dada por:

$$TLC = C_{em}N$$

N= numero de empleados

4.6.3 ESTIMACIÓN COSTO PARA MATERIALES

El costo de mantenimiento de materiales es un componente importante del costo del mantenimiento total. En la industria de los Estados Unidos de Norteamérica el mantenimiento de materiales típico llega al 40 o 50% del costo del mantenimiento total. Bien planificado y eficientemente operado los inventarios pueden reducir significativamente el costo de los materiales así como el costo excesivo de los inventarios y las partes obsoletas son factores importantes en la mayor parte del mantenimiento.

Durante el costo de los inventarios se tienen factores tales como; los siguientes puntos:

Costo asociado con los materiales e inventarios

Costo de manufactura

Procuraciones recientes

Costo asociado con el capital invertido.

Reducción del valor de los inventarios debido a la disminución de ellos.

Incremento de inventarios y su valor debido a la inflación.

Hasta el momento no se dispone de información para hacer una evaluación actual sobre el costo de mantenimiento. Sin embargo las consideraciones mencionadas son las que en adelante se adecuaran para evaluar los costos de mantenimiento de CB4T.

CONCLUSIONES

La reconfiguración de los PLC de CB4T, así como la integración de los Paquetes de Recirculación de L1 y L2, trae grandes beneficios para la protección, monitoreo, paro y arranque de las motobombas, generando además con esto un mejor control de las mismas aumentando la disponibilidad de las motobombas y mantener un constante bombeo de hidrocarburos hacia el antiplano mexicano.

Mediante la reconfiguración de este sistema se obtiene un considerable ahorro económico al reutilizar los PLC S100U existente en cada motobomba, y principalmente que el proceso no es detenido por ningún momento; esto mediante libranzas programadas con el área operativa. El instalar el S7400 se obtiene mayor capacidad y versatilidad, ya que el paro/arranque de las motobombas la realizará el operador desde la computadora, facilitando de esta manera la operación de los equipos con mayor seguridad operativa. Con la reconfiguración de los PLC de cada motobomba y la instalación de uno más versátil se obtiene más seguridad, ya que por alguna falla en el PLC principal (S7-400) los PLC individuales continuarán operando, más no así la visualización y el control de las motobombas.

Con el propósito de realizar los procedimientos operativos en forma eficiente cada operador tiene su clave para realizar paro o arranque de las motobombas. Es importante mencionar que mediante la automatización de los paquetes de recirculación de L1 y L2 los parámetros de apertura de las válvulas, monitoreo de los parámetros pueden ser manipulados por el operador de acuerdo a los requerimientos operativos sin tener que salir del cuarto de control.

Sin embargo la manipulación de las alarmas y disparos, así como desbloqueo de las motobombas no pueden ser modificados por los operadores, estos se realizarán únicamente por el personal de mantenimiento mediante su clave autorizada para dicho fin. Lo anterior para evitar que personas ajenas tomen acciones que afecten la operatividad del sistema.

Al contar con un sistema de alimentación eléctrica continua para alimentar los equipos de control, instrumentos, equipos de cómputo, así como los periféricos le da al sistema más confiabilidad y mayor tiempo de operación a los equipos principales. Los PLC 100U de cada motobomba no están alimentados a la UPS, debido a que si ésta falla las motobombas continúen operando y el proceso no se vea afectado.

La modernización del sistema de control, de la CB4T es muy importante para la empresa, ya que al tener un control de supervisión y visualización independiente trae como beneficios, el poder satisfacer todas las demandas de crudo, sin tener preocuparse que el equipo de visualización se pierda por fallas ajenas al proceso de dicha terminal.

El contar el sistema con dispositivos electrónicos, las acciones de proceso son más rápidas de accionar que con dispositivos neumáticos.

Es importante señalar que sustituir los instrumentos neumáticos por electrónicos trae consigo que el tiempo de ejecución del mantenimiento se reduzca, tanto en tiempo como en lo económico, debido a que un mantenimiento anual con la instrumentación neumática se realizaba en 16 horas, actualmente es de 08 horas, generando ahorros considerables en el mantenimiento así como en el material a usarse.

En el aspecto de seguridad hay que recalcar que sustituir este tipo instrumentos electrónicos por neumáticos aumenta la seguridad, ya que la intervención directa a los equipos se reduce y por lo tanto los accidentes también.

Los PLC 100U comparten el mismo gabinete del interruptor de potencia, esto ocasiona un elevado riesgo para el personal de operación y mantenimiento por condiciones fortuitas debido a las altas inducciones electromagnéticas y transitorios que no son nada deseables para el correcto funcionamiento de los PLC.

Por lo que se sugiere que dichos PLC sean reubicados en gabinete exclusivamente para dichos equipos, aumentando la seguridad en las actividades de mantenimiento ya que no se tendrá ninguna intervención directa en el gabinete del interruptor de potencia que alimenta a las motobombas.

Invertir en este tipo de sistema ayuda a aumentar la operabilidad, seguridad y facilidad en la realización de los mantenimientos, en este caso el sistema de control de las motobombas de CB4T.

Para la automatización de los procesos que se realicen dentro de la empresa deben estar regidos por personal involucrados en los procesos, en este caso el área operativa como usuario final, ya que muchas veces se realizan proyectos de toda índole sin consultar dicha área teniendo en muchos de los casos el rechazo y mal uso debido a la falta de comunicación.

Con la instalación de este sistema de automatización, se busca ir realizando las mismas acciones de automatización en las diferentes instalaciones de la TMDB con el propósito de aumentar la disponibilidad operativa; por ejemplo los equipos de bombeo hacia las monoboyas de exportación de crudo se requiere aumentar los tiempos de disponibilidad de los equipos y de esta forma la empresa no sea multada por tiempos muertos al no haber equipos disponibles.

Derivado de los mantenimientos que se realizan a los instrumentos de los diferentes sistemas de control que conforman la TMDB, es necesario contar con los procedimientos adecuados a fin de que estos sean realizados dentro de los requerimientos de calidad que la empresa espera.

Es importante evaluar los resultados de la gestión del mantenimiento mediante índices medibles a fin de tomar decisiones para realizar una mejor planeación y programación. Mediante una acertada gestión del mantenimiento se logra una mejora en la distribución de los recursos tanto materiales, financieros y humanos.

GLOSARIO

Agente de Control. Es el medio del proceso que al interactuar con el medio controlado determina el comportamiento y la magnitud de la variable controlada.

Backlog.- Período de tiempo necesario para que un grupo de mantenimiento ejecute todas las actividades pendientes, suponiendo que durante ese tiempo ningún servicio nuevo va a ser solicitado a ese grupo.

Controlador. Es el dispositivo que opera con base a la variable medida para mantener, corregir o limitar el valor de ésta con respecto a un valor especificado.

°C.- *Grado Centígrados*

c.a.- *Corriente Alterna*

CB.- Casa de Bombas

CCM.- Cuarto de Control y Monitoreo

c.d.- Corriente directa.

Componente.- Ingenio esencial al funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física que, conjugado a otro(s), crea(n) el potencial de realizar un trabajo.

Controlar: Significa guiar las acciones de un colectivo, entidad, o departamento, para que sus resultados coincidan o superen los objetivos establecidos.

Defecto.- Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.

Desviación. Es la diferencia entre el valor instantáneo de la variable controlada y el valor determinado por el punto de ajuste.

Elemento Final de Control. Este dispositivo actúa directamente sobre la variable manipulada para mantener el valor especificado de la variable controlada.

Elemento Primario. Es el elemento de medición que entra en contacto con el medio controlado para detectar la variable e inducir un efecto mensurable que la represente.

Equipo.- Conjunto de componentes interconectados, con los que se realiza materialmente una actividad de una instalación.

Equipo clase A.- Equipo cuya parada interrumpe el proceso productivo llevando a la pérdida de producción y a el cese de la obtención de utilidades.

Equipo clase B.- Equipo que participa del proceso productivo, pero su parada, por algún tiempo no interrumpe la producción.

Equipo clase C .-Equipo que no participa en el proceso productivo.

Estructural: Porque se extiende al trabajo en todos los niveles de la pirámide de Gestión; garantizando el control estratégico, táctico y operacional de los cuatro elementos básicos (planificación, organización, información y control).

Evaluar: Es la acción que permite comprobar la eficacia y resultados del control.

FBD. Bloque De Funciones

F.P. Factor de Potencia

Falla.- Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.

Funcional: Porque rompe con el esquema de que control es verificación, inspección, crítica o comprobación, lo cual implica cierto rechazo como degradante a la persona, para aparecer como un proceso constructivo, con un enfoque práctico caracterizado por el sentido orientador e integrador de toda la organización.

Grafcet. Grafico secuencial de funciones

HARDWARE.- Son las unidades físicas de una computadora, como son las partes electrónicas y eléctricas (teclado, monitor, CPU, disquetes, unidades de disco, impresora, regulador, cables etc.)

Hz. Hertz

Indicador o Índice: Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

Indicador/Transmisor. Es el dispositivo que toma el efecto producido por el elemento primario para generar una indicación escalada y/o una señal transmisible que informen de la magnitud de la variable que se mide.

Inspección.- Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros etc.) o los sentidos humanos y sin provocar indisponibilidad.

Item.- Término general para indicar un equipo, obra o instalación.

KVA. Kilo Volts Ampere

Lbs. Libras

LDI. Lista De Instrucciones

Mantenabilidad.- Facilidad de un ítem en ser mantenido o recolocado en condiciones de ejecutar sus funciones requeridas.

Medios de Medición. Consisten en aquellos elementos del sistema de control que están involucrados en la determinación y comunicación del valor de la variable controlada.

Oscilación. Es el cambio periódico de la variable controlada de un valor a otro.

PC. computadora personal

Pieza.- Cada una de las partes de un conjunto o de un todo (en este caso equipo).

PLC. Controlador Lógico Programable.

Prioridad de emergencia.- Mantenimiento que debe ser hecho inmediatamente después de detectada su necesidad.

Prioridad normal.- Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días.

Prioridad de urgencia.- Mantenimiento que debe ser realizado a la brevedad posible, de preferencia sin pasar las 24 horas, después de detectar su necesidad.

PROFIBUS-DP.- Es la interfaz de usuario para el acoplamiento de dispositivos de campo (por ejemplo, accionamiento, estaciones periféricas descentralizadas ET200, isletas de válvulas).

Punto de Ajuste (Set Point). Es el ajuste que se hace en el controlador para proporcionar una señal de referencia.

Punto de Control. Es el valor de la variable controlada, al cual, bajo cualquier condición de ajuste fijado, el control automático opera para mantenerlo.

RC.- Resistivo Capacitivo

Reparación mayor.- Servicio de mantenimiento de los equipos de gran porte, que interrumpen la producción.

Retraso. Es cualquier retardo entre dos acciones relacionadas.

Revisión de garantía.- Examen de los componentes de los equipos antes del término de sus garantías, tratando de verificar sus condiciones en relación a las exigencias contractuales.

Servicios de Apoyo.- Servicios hechos por el personal de mantenimiento tratando de mejorarlas condiciones de seguridad, mejorar las condiciones de trabajo, atender a otros sectores no ligados a la producción.

Señal de Control. Es la señal generada por el controlador por medio de la cual indica al actuador las acciones que deben realizarse para asegurar el control.

Sistema operacional.- Conjunto de equipos necesarios para realizar una función de una instalación.

SOFTWARE.- Es el conjunto de programas, procedimientos y documentos, asociados que originan la operación del hardware, para que la computadora pueda realizar su trabajo.

T. Temporal

UPS. Fuente de Alimentación Ininterrumpible

VA. Volts Ampere

ANEXOS

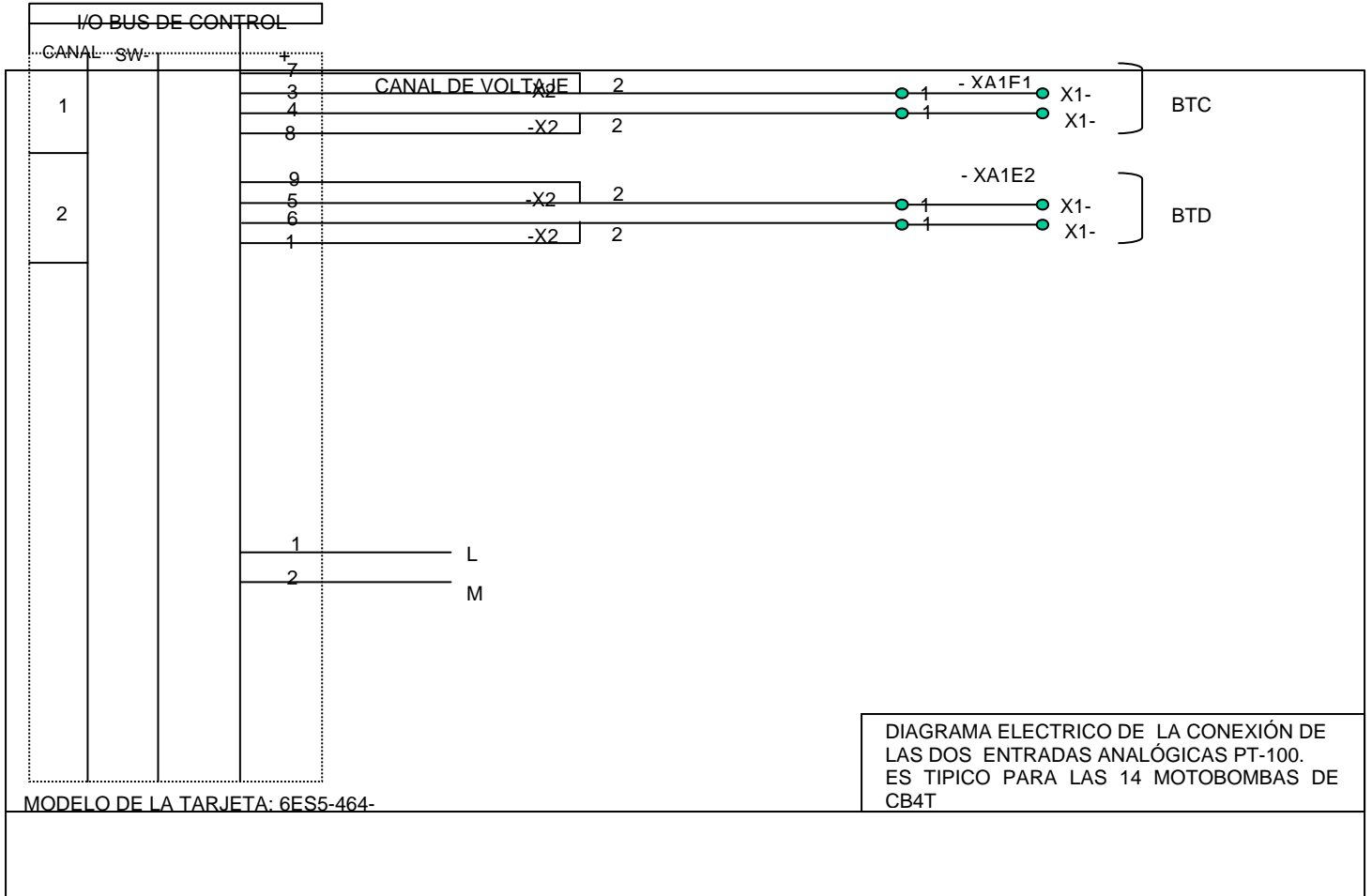


DIAGRAMA ELÉCTRICO DE UNA TARJETA DE ENTRADA ANALÓGICA PT-100
 TÍPICO PARA LAS 14 MOTOBOMBA DE CB4T.

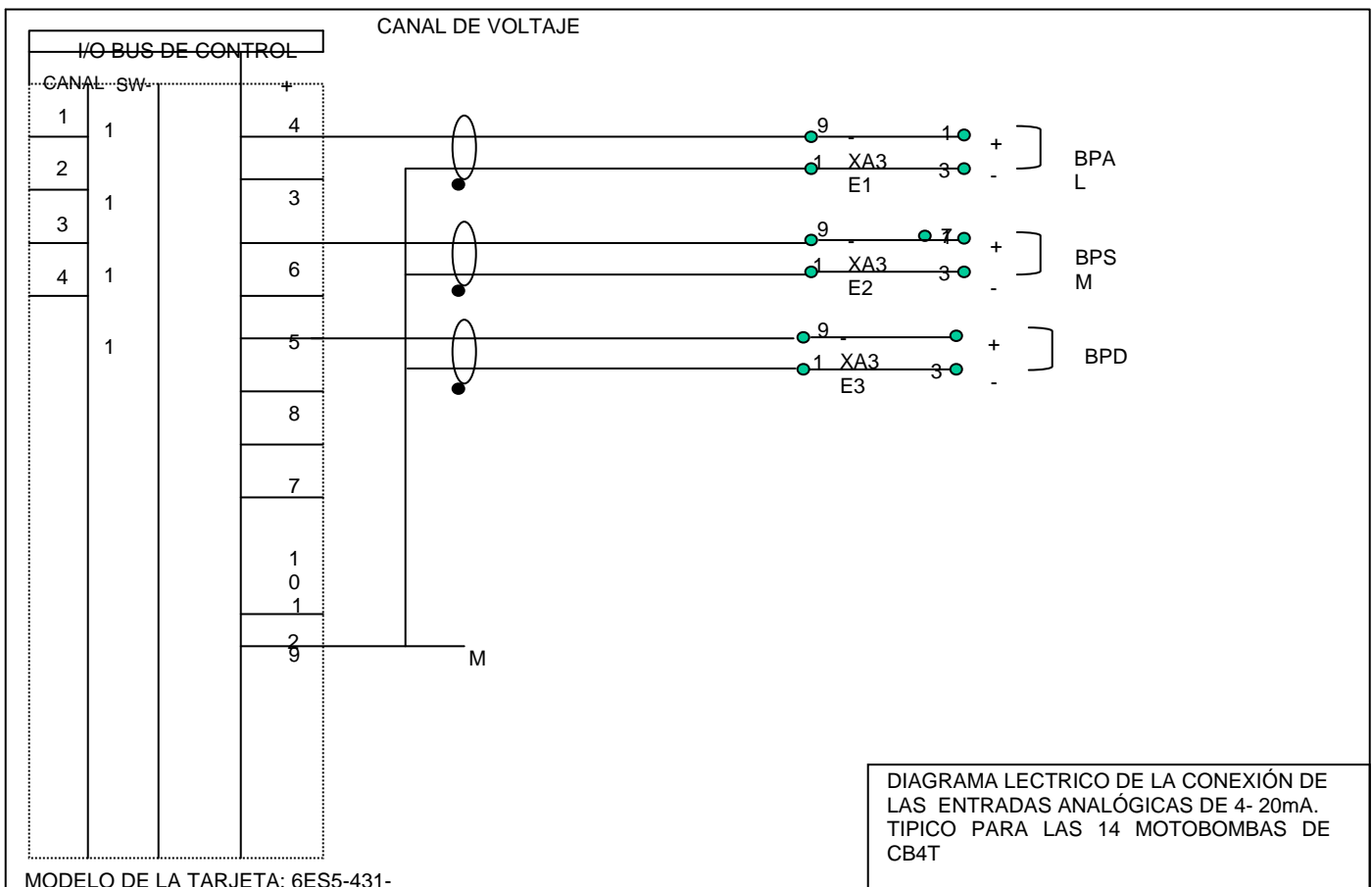


DIAGRAMA ELÉCTRICO DE UNA TARJETA DE ENTRADA ANALÓGICA DE 4 –20
mA TÍPICO PARA LAS 14 MOTOBOMBA DE CB4T.

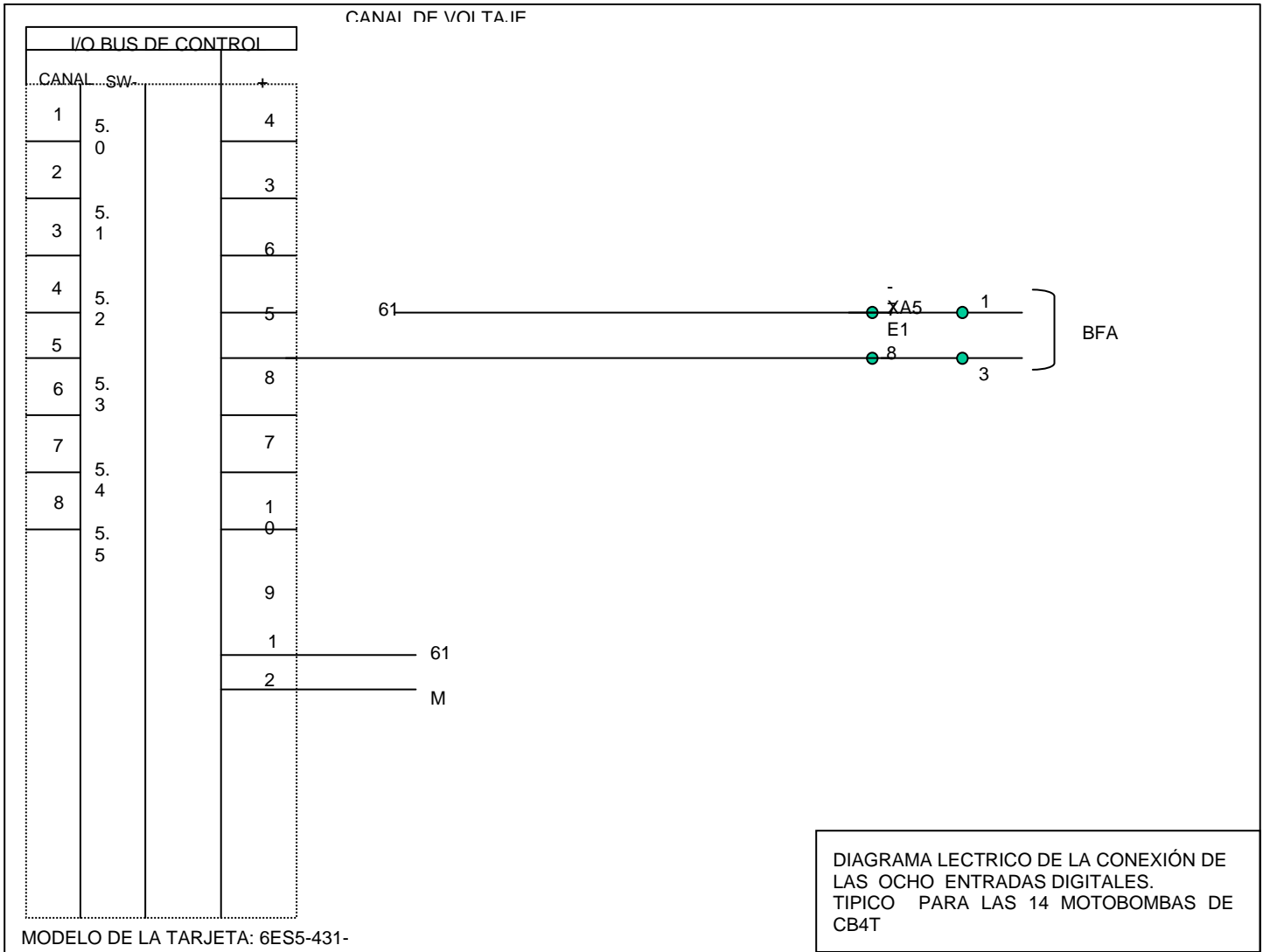


DIAGRAMA ELÉCTRICO DE UNA TARJETA DE ENTRADA DIGITAL TÍPICO
PARA LAS 14 MOTOBOMBA DE CB4T.

MATERIAL A USAR

02 piezas Controlador Lógico Programable S7-400 para operar con interrupciones de entrada del procesador e indicadores de estado global, respuesta a fallo programable para reaccionar ante un fallo antes de que el sistema se desactive, rutina de interrupción temporizada para examinar información específica a intervalos específicos de tiempo, velocidad de transmisión de e/s de 5 a 7 mbits/s, tiempo de actualización de red 2-100 ms. Capacidad de memoria 48k, para un máximo de entradas/salidas de 2048. Con llave física para acceso. La programación del procesador, la comunicación debe estar basada en el modelo de comunicación productor/consumidor.

02 piezas. Fuente de alimentación, para la redundancia de la tarjeta ET200M utilizadas en los paquetes de recirculación, con voltaje de entrada nominal de 120/230 VCA, salida de 24dc/10amp.

02 piezas. Fuente de alimentación, para la redundancia en el procesador, con voltaje de entrada nominal de 120/230 VCA salida de 24dc/10amp.

01 pieza. Módulo de comunicación MODBUS-RTU, para comunicaciones futuras con sistemas de control distribuido y deberá contar con las siguientes características: contar con un modulo de conversión de protocolo con dos puertos seleccionables por el usuario maestro-maestro, maestro-esclavo y esclavo-esclavo, configurable a través de lógica de escalera en plataforma PLC, RS-232, 422 y 485. Insertable en el chasis y ocupar una sola ranura.

01 pieza. Módulo de 8 entradas digitales de 24 Vcd con un voltaje de operación de 19.2 a 31.2 Vcd, retardo de señal de 256 ms, corriente máxima de estado desactivado de 1.5 mA y corriente de carga del backplane de 30 mA.

CONSOLA DE OPERACIÓN

01 pieza. Consola modular tipo bahía, con las siguientes características: fabricada en bastidor de madera de 3/4 estructurada de 12 y 19 mm, recubrimiento exterior de laminado plástico, interiores en esmalte blanco y cubierta de fountainhead en color sólido, puertas de

acceso por la parte posterior de la consola, con chapa para CPU, pasacables en entrepaños interiores, cajón portateclado al frente del monitor, ventiladores para enfriamiento del CPU. El CPU se deberá alojar en la parte inferior y el monitor en la parte superior. El proveedor deberá considerar el espacio suficiente para la estación de operación. Debe cumplir con NEMA 4x.

ESTACIÓN DE OPERACIÓN

01 pieza. CPU industrial con las siguientes características, como mínimo: procesador Pentium iii a 600 Mhz, memoria ram de 256 Mb, memoria de video de 8 Mb, disco duro de 13 Gb, memoria cache de 512 Kb, unidad de disquete de 3 1/2", unidad CD-ROM, puerto RS-232, tarjeta ethernet PCI 10/100 mbps para manejo de protocolos TCP/IP,, unidad de disquete de 3.5" de 1.44 Mb, con sistema operativo Windows NT 4.0, que incluya las bocinas para anunciación de las alarmas, que cumpla con la Nema 4x, resistente a choques, vibración, suciedad, lavados y altas temperaturas, temperatura de operación: 5 a 45°C, humedad relativa de 0% a 80% (sin condensación), choque de operación: 10 g (1/2 seno, 11 msec), vibración de operación: 0.1 in pico a pico, 5 –14 Hz, 1.0 g pico, 14-500 Hz. La estación de operación debe incluir:

Monitor: el cual debe cumplir con las siguientes características: monitor crt de alta resolución, pantalla de 21 svga" (1280 x 1024), entrada de alimentación de 100-250 vca/50-60Hz, 130 watts de consumo de potencia máximo, temperatura de operación de 0°C a 50°C, humedad relativa de 10 a 90% (sin condensación), choque de operación: 15 g(1/2 seno, 11 ms duración), vibración de operación de 0.1 in pico a pico, 57 a 2 Khz seno.

Teclado: debe cumplir con las siguientes características: tipo industrial de sobremesa con teclas para desplazamiento total, impresión duradera en las teclas, indicadores de bloqueo, deberá incluir una cubierta, temperatura de operación: 0°C a 50°C, humedad relativa: 5 a 95% (sin condensación), desplazamiento de tecla presionada: 3.8 mm.

Mouse: debe cumplir con las siguientes características: interfase de hardware: RS-232, PS/2. Compatibilidades de hardware: IBM, PC, PC-at, PC-xt, PS/2. Compatibilidades del sistema operativo: dos, Windows xx, os/2, unís. Consumo de alimentación eléctrica: <10

mA. a 5 Vcd materiales primarios de construcción. Acero inoxidable, botones de caucho de silicona y material de encapsulamiento de silicona. Cable: 1.8 m (6 pies) de cable blindado con conector en serie de 9 pines tipo sub-d. Incluir adaptador de PS/2 temperatura de operación: 0°C a 60°C. Resistencia a productos; lejía, jabón, alcohol, aceite, soluciones salinas, cidex 7. Alimentación de entrada: 350 mA a 5 Vcd. Clasificación: NEMA 4x.

01 pieza. Modulo de 16 entradas digitales de 24 Vcd, con un voltaje de operación de 19.2 a 31.2 Vcd, retardo de señal de 512 μ s, corriente máxima de estado desactivado de 1.5 ma. y corriente de carga del backplane de 30 mA.

Todos los módulos de entradas / salidas deberán poder desconectarse y conectarse con el rack de alojamiento energizado. Todas las tarjetas del sistema de control deberán ser del tipo optoacopladas, para protección por sobrecargas externas no controladas, como son descargas eléctricas, sobretensión, polaridad inversa, corto circuito, corrientes estáticas y falla de tierra, para evitar daños a las mismas y a los PLC.

01 licencia. Software de adquisición y visualización de datos en modo runtime de 1500 puntos, que proporcione funciones de monitoreo, control y adquisición de datos en el entorno de Microsoft Windows NT de 32 bits, que proporcione gráficos orientados a objetos con representaciones animadas, formato de base de datos abierta, tendencias, alarmas, registro de datos, tags derivados y detección de eventos. El software deberá ser compatible con el de programación del PLC para poder verificar su lógica directamente.

Se deberá considerar un sistema de tierras independiente del general para el sistema de control, el cuál el proveedor deberá suministrarlo e instalarlo. Deberá estar conformado por lo siguiente: a) estructura de multielectrodos en delta de ultra baja resistencia ohmica (1.5 Ω máximo), b) modulo de acoplamiento magneto activo, c) aditivo ultraconductor. La mezcla de aditivos ultraconductor deberá contener lo siguiente: tierra de alto contenido vegetal, carbón mineral, bentonita, bicarbonato de sodio y polvo de aluminio, este sistema debe presentar las siguientes características: no debe depender de la conductividad del terreno, no debe requerir mantenimiento, debe contar con protección nemp, debe confinar la corriente armónica, reducir el voltaje de paso, eliminar cargas esd, proporcionar

protección catódica, reducir el factor de pérdida, minimizar el efecto joule, cumplir con las normas NEC-250-50, separar las tierras (neutro, ground y masa).

INSTRUMENTOS DE CAMPO

01 pieza. Fuente de alimentación de 125 Vca a 24 Vcd del tipo industrial, con capacidad de 10 A para la alimentación de la instrumentación de campo.

02 piezas. Transmisores de presión tipo inteligente con indicadores de presión rango de num. 4 de 0-3 a 300 psi, salida Hart con señales de 4 a 20 mA. modulada, con indicador local Marca Rosemount modelo 3051cg4a22a1dh2b1m5, tipo de material del cuerpo acero inoxidable 316, diseño del cuerpo brida tradicional, para montaje standard. Intervalo de presión estática del cuerpo 3500 psig, material del sensor 316l SS, clasificación eléctrica a prueba de explosión. Incluye accesorio herraje de montaje para instalar el transmisor en pedestal de tubo de 2 pulgadas de ϕ . para cada uno. Dichos transmisores se utilizarán para medir la presión de succión en línea 01 y línea 02.

02 piezas. Transmisores de presión tipo inteligente con indicadores de presión rango de num. 5 de 0-20 a 2000 psi, salida Hart con señales de 4 a 20 mA. modulada, con indicador local. Marca Rosemount modelo 3051CG5A22A1DH2B1M5, tipo de material del cuerpo acero inoxidable 316S, diseño del cuerpo brida tradicional, para montaje standard. Intervalo de presión estática del cuerpo 3500 psig, material del sensor 316l SS, clasificación eléctrica a prueba de explosión. Incluye accesorio herraje de montaje para instalar el transmisor en pedestal de tubo de 2 pulgadas (0,0508 m) de ϕ . para cada uno. Los transmisores se utilizarán para medir la presión de descarga uno para línea 01 y otro para línea 02.

04 piezas. Posicionador tipo inteligente con protocolo Hart, salida configurable en campo por software, marca Fisher modelo DVC-6020 compatible con actuador tipo pistón de doble acción marca Fisher modelo 478.

16 piezas. Conectores recto macho de acero inoxidable 316S¹ con sistema de doble sello de ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ , npt x ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ o.d.

20 piezas. Conectores codos machos de acero inoxidable 316S con sistema de sello de doble barril de ¼ pulgadas (0.0063 m) de ϕ npt x 3/8 pulgadas (0.0095 m)de ϕ .

20 piezas. Conectores rectos machos de acero inoxidable 316S con sistema de sello de doble barril de ¼ pulgadas (0.0063 m) de ϕ npt x 3/8 pulgadas (0.0095 m)de ϕ ..

10 piezas. Conectores rectos machos de acero inoxidable 316S con sistema de sello de doble barril de ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ npt x 3/8 pulgadas (0.0095 m) de ϕ .

04 piezas. Conectores tipo tee recta de acero inox. 316S sistema de doble sello de ½ pulgadas (0.01227 m)de ϕ , npt x ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ , x ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ o.d.

24 metros. Tubing de acero inoxidable 316 astm-a-269, sin costura calibre de 0.035 pulgadas de espesor y de ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ , presentación en tramos de 6 mts (cuatro tramos).

24 metros. Tubing de acero inoxidable 316 astm-a-269, sin costura calibre de 0.035 pulgadas de espesor, de 3/8 pulgadas (0.0095 m) de ϕ , presentación en tramos de 6 mts (cuatro tramos).

08 piezas. Válvula de acero inoxidable 316S de paso completo de ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ , npt paso completo tipo esfera, cuerpo de acero inoxidable astm-a-351-74b, vástago y bola de acero inoxidable 316, empaquetadura y asiento de politeflon, maneral de acero inoxidable aisi 304, conexiones de ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ x ½ pulgadas (0.01227 m) de ϕ npt, máxima presión de trabajo de 2000 psi a 100 °F (310.77 K), marca lance, n/p 22-041 o equivalente.

¹ El acero inoxidable es una aleación a base de hierro con contenidos de otros elementos que no hacen combinación química entre sí, pero que producen una excelente resistencia a la corrosión.

1,500 metros. Cable de instrumentación 2x16 para señales de 4-20 mA formado por dos conductores (par) de cobre estañado calibre 16 awg, blindaje de aluminio/poliéster con hilo de dren de cobre estañado calibre 18 awg, aislamiento de xlpe y recubrimiento exterior de cpe. Deberá cumplir con las especificaciones siguientes: 300 volts, 90°C, UL 13, NEC tipo pltc e itc y prueba de flamabilidad UL 1518 vertical tray, marca BELDEN tipo 1030R, adecuado para ambiente industrial y de intemperie. El cual se utilizará para la conexión de los transmisores.

130 metros. Tubería de acero al carbón de 2 pulgadas (0,0508 m) de ϕ , cédula 40 con costura, para fabricación de pedestales para montar los transmisores.

61 metros. Tubería conduit galvanizada por inmersión, forrada de pvc, con interior de uretano rojo, sin costura, de $\frac{3}{4}$ pulgadas (0.019 m) de ϕ , cedula 40.

120 metros. Tubería conduit galvanizada por inmersión, forrada de pvc, con interior de uretano rojo, sin costura, de 1.0 pulgadas (0.0254 m) de ϕ , cedula 40.

80 metros. Tubería conduit galvanizada por inmersión, forrada de pvc, con interior de uretano rojo, sin costura, de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas (0.0376 m) de ϕ , cedula 40.

32 piezas. Tuerca unión para áreas peligrosas de tipo unf con recubrimiento exterior de pvc e interior de uretano rojo con aplicación de uretano claro sobre las cuerdas, de aluminio libre de cobre de $\frac{3}{4}$ pulgadas (0.019 m) de ϕ . Marca c.h. domex bond rojo o equivalente.

04 piezas. Tuerca unión para áreas peligrosas de tipo unf con recubrimiento exterior de pvc e interior de uretano rojo con aplicación de uretano claro sobre las cuerdas, de aluminio libre de cobre. Marca c.h. domex bond rojo o equivalente 1.0 pulgadas (0.0254 m) de ϕ .

02 piezas. Tuerca unión para áreas peligrosas de tipo unf con recubrimiento exterior de pvc e interior de uretano rojo con aplicación de uretano claro sobre las cuerdas, de aluminio libre de cobre de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas (0.0376 m) de ϕ . Marca c.h. domex bond rojo o equivalente.

12 piezas. Reducción bushing de aluminio tipo re-32 marca c.h. domex o equivalente de 1 pulgadas (0.0254 m) de ϕ a $\frac{3}{4}$ pulgadas (0.019 m) de ϕ

08 piezas. Reducción bushing de aluminio tipo re-53 marca c.h. domex o equivalente de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas(0.0376 m) de ϕ diámetro x 1 pulgadas (0.0254 m) de ϕ diámetro.

148 piezas. Cople flexible tipo ecgjh-118 de $\frac{1}{2}$ pulgadas de ϕ diámetro X 19.68 pulgadas de longitud.

65 piezas. Cople flexible de cobre de $\frac{3}{4}$ pulgadas de ϕ x 19.68 pulgadas de longitud.

58 piezas. Abrazaderas tipo "u" galvanizadas para tubo de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas(0.0376 m) de ϕ diámetro.

49 piezas. Abrazaderas tipo "u" galvanizadas para tubo de 1 pulgadas(0.0254 m) de ϕ diámetro.

BIBLIOGRAFÍA

GARIBAY, J.R. , A. SALVÁ, C. “ AUTOMATIZACIÓN CON PLC, “Facultad de Ingeniería, módulo 4, Capítulo Adquisición de datos monitoreo y control distribuido, “Material Especialización Mantenimiento a Equipo de Instrumentación y Control”. UNAM, MÉXICO 2004.