

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1. Conclusiones**

Sobre el proyecto “Sistema Redundante de Supervisión y Control de Despachos de Combustibles de Casa de Bombas N° 5 – Refinería Talara” se concluye lo siguiente:

#### **9.1.1. De la Operatividad del Sistema de Despacho**

- a) Durante la implementación del sistema redundante, el sistema de despacho de combustible operó en modo manual, el arranque/parada de electrobombas fue realizado desde las botoneras de campo. Para esto se habilitó un pequeño tablero de mando en la sala de control con los circuitos eléctricos de control para modo manual.
- b) Los siguientes circuitos de despacho se encuentran operativos:
  - Residual a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Planta de Ventas,
  - Kerosene a Planta de Ventas,
  - Gasolina 84 a Planta de Ventas,
  - Gasolina 95 a Planta de Ventas, y
  - Turbo A1 a Planta de Ventas.
- c) Se cuenta con redundancia en el sistema de control, este fue instalado, probado, y puesto en marcha de acuerdo a lo indicado en los estándares y recomendaciones dados por los fabricantes.
- d) Se cuenta con redundancia al nivel de sistemas supervisores, los despachos pueden realizarse desde las dos PC’s supervisoras del sistema.
- e) Ahora el despacho en modo local (en automático) puede efectuar desde el tablero para todas las líneas de despacho.

- f) Todos los elementos que componen los circuitos de despacho (sensor, transmisor, válvulas de control, arrancadores de electrobombas, electrobombas, FMS-3, Controladores 3300, PLC's, PC's) fueron revisados y verificados en su funcionamiento, estando al momento de poner en marcha el sistema.

#### **9.1.2. Del sistema de Control**

- a) El Sistema de Despacho cuenta con Sistema de control Redundante. El control y el monitoreo de los despachos es realizado desde el sistema Primario, teniendo al sistema secundario listo para tomar el control apenas el sistema primario presente alguna falla. Este control se realiza a través de los procesadores PLC-5/20 y los módulos de comunicación backup 1785-BCM de Allen-Bradley.
- b) Los siguientes circuitos de despacho son controlados por el sistema redundante:
- Residual a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Planta de Ventas,
  - Kerosene a Planta de Ventas,
  - Gasolina 84 a Planta de Ventas,
  - Gasolina 95 a Planta de Ventas, y
  - Turbo A1 a Planta de Ventas.
- c) La red de dispositivos de campo siendo Hart sobre Bell 202, debido a que los transmisores instalados no cuentan con otro puerto de comunicaciones (Puerto RS-485 para protocolo Modbus). Esta red es lenta ya que transfiere los datos a una velocidad de 1200 baudios. Para enlazar esta red con el sistema de control se utiliza el modulo de Interfase Hart de Allen-Bradley (controlador de comunicaciones 1770-HT1 y bloque de terminales 1770-HT8).
- d) Para el control de entradas y salidas se reutilizó el chasis SLC 500 anterior como chasis remoto de entradas/salidas.
- e) Para enlazar el sistema de control con el chasis remoto y el modulo de Interfase Hart se hace uso el enlace universal Remote I/O (RIO), trabajando a una velocidad de 57.6 Kbaudios.

- f) Para enlazar el sistema de control con las PC's supervisoras, se hace uso de la red Data Highway Plus (DH+), trabajando a una velocidad de 57.6 Kbaudios.

### **9.1.3. Del sistema de Supervisión y Generación de Reportes**

- a) El sistema de Despacho cuenta con Sistema Supervisor redundante, pudiéndose efectuar los despachos desde cualquiera de las dos PC's supervisoras.
- b) Para la implementación de los sistemas supervisores se utilizó el software InTouch 7.1 (Factory Suite 2000 de Wonderware). Para ello se actualizo el software de la maquina existente de InTouch 7.0 a InTouch 7.1, mientras que en la nueva fue una versión completamente nueva. Ambas licencias de InTouch son Runtime de 1000 tags (variables).
- c) Se instalo un PC nueva IBM Netfinity 300, y se repotenció la PC existente. En ambas maquinas se instalo el Sistema Operativo Windows NT Server 4.0 con el Service Pack 5, la red tiene el Dominio REFICB5 y ambas maquinas fueron instaladas como Controlador de Dominio Primario (PC nueva) y Controlador de Dominio backup (PC existente).
- d) El Despacho de los productos puede efectuarse desde los sistema supervisores para los siguientes circuitos:
- Residual a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Planta de Ventas,
  - Kerosene a Planta de Ventas,
  - Gasolina 84 a Planta de Ventas,
  - Gasolina 95 a Planta de Ventas, y
  - Turbo A1 a Planta de Ventas.
- e) El sistema cuenta con un Sistema de Generación de Reportes, para lo cual se instalo y configuró el software IndustrialSQL Server 7.1 (en la PC nueva), para la adquisición y administración de los datos de planta. Y para visualizar y obtener la información se utilizó el software IndustrialSQL Server Client Tools 7.1 (Factory Office en la PC existente).
- f) Los reportes son realizados automáticamente y de acuerdo con los requerimientos del operador a través de una impresora instalado en red (HP 970 C).

- g) La información de planta del sistema redundante de Casa de Bombas N° 5 esta disponible para ser manejada y/o administrada por el sistema de inventarios de la Refinería (Sigma Fine), o cualquier otro sistema. Esto debido a que la red de CB 5 esta enlazada físicamente con la red de PetroPeru y los paquetes utilizados son de arquitectura abierta y estándar.

#### **9.1.4. Del sistema de Despacho en modo Manual**

- a) El sistema de Despacho en modo local esta completo y guarda las características estándares.
- b) El Despacho de los productos puede efectuarse desde el sistema de monitoreo de flujo FMS-3 (en el tablero de control) para los circuitos:
- Residual a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Buques Tanque,
  - Diesel 2 a Planta de Ventas,
  - Kerosene a Planta de Ventas, y
  - Gasolina 84 a Planta de Ventas.
- c) El Despacho de los productos puede efectuarse desde los controladores 3300 (en el tablero de control) para los circuitos:
- Gasolina 95 a Planta de Ventas, y
  - Turbo A1 a Planta de Ventas.
- d) Para la visualización de las variables de proceso gravedad especifica y temperatura (gasolina 95 y Turbo A1 a Planta de Ventas), se instalaron los displays 558B de Newport, que tiene similares características a los existentes PI 4 – 20 de Micro Motion.
- e) Para el control de los despachos en modo local se utilizaron los controladores 3300 de Micro Motion (Gasolina 95 y Turbo A1 a Planta de Ventas).

#### **9.1.5. Del Sistema de Alimentación de Energía y de Puesta a Tierra.**

- a) Se coordinó con PetroPeru para la instalación de un transformador tipo estrella en la entrada de la línea de alimentación del Sistema Redundante

- b) Se verificó el funcionamiento del sistema ininterrumpido de energía (UPS), adquirido por PetroPeru antes del inicio del proyecto.
- c) Se repotenció el Pozo a Tierra existente, obteniéndose un bajo nivel de resistividad de acuerdo con lo indicado por las normas técnicas (menor de 2 ohmios).
- d) Se siguieron las recomendaciones expresadas en las consideraciones de diseño del sistema, teniéndose ahora una conexión de equipos de tierra aislada (isolated ground).

#### 9.1.6. **De la Capacitación al personal de Operaciones y Mantenimiento.**

- a) La capacitación al personal de Operaciones se realizó de acuerdo a lo solicitado por parte de PetroPeru, realizándose el curso una vez hecha la puesta en marcha del sistema.
- b) La capacitación al personal de mantenimiento se realizó en forma permanente y conforme avanzaba la implementación del proyecto, para facilitar el entendimiento del funcionamiento del sistema a dicho personal.

#### ***De lo expresado debemos resumir que:***

- a) El sistema resulta ser ahora más confiable, ya que cuenta con redundancia al nivel de control (PLC's) y de supervisión (PC's).
- b) El sistema cuenta con mas seguridad y estabilidad de la energía, y por la protección por puesta a tierra del sistema.
- c) El sistema de despacho en modo local esta completo para los siete circuitos de productos de CB 5.
- d) El sistema puede ahora ser integrado al sistema de Inventariados de la Refinería Talara (Sigma Fine), por estar ahora físicamente enlazado a la red de PetroPeru.

#### **9.2. Recomendaciones**

Si bien es cierto ahora el sistema cuenta un mayor nivel de confiabilidad y seguridad por ser redundante en control y supervisión, y estar completo el sistema de despacho desde el tablero de control (FMS-3 y controlador 3300), se necesita realizar acciones que a continuación indicamos.

### **9.2.1. Sobre la Operatividad del Sistema**

- a) Debe efectuarse mantenimiento preventivo en los elementos de los circuitos de despacho, fundamentalmente en los elementos de campo, tales como: sensor, válvulas de control, arrancador de electrobombas, las electrobombas mismas, para asegurar que el sistema funcione en forma continua e ininterrumpida.
- b) Debe efectuarse mantenimiento de los PLC's y PC's, aprovechando la característica de redundancia que puede poner fuera de servicio un PLC y/o una PC.
- c) Los despachos deben efectuarse desde las PC's supervisoras, y en caso de estar este fuera de servicio, se harán desde el tablero de control (FMS-3 y controlador 3300).
- d) Se debe verificar de forma permanente los niveles de la línea de alimentación de energía del sistema y del potencial en el pozo a tierra.
- e) Debe mantenerse el ambiente presurizado en la sala de control para evitar que los equipos de computo y de control sufran deterioro.
- f) Debe mejorarse y/o modificarse los formatos de
- g) Solo en caso de emergencia debe utilizarse el arranque/parada de las electrobombas desde las botoneras de campo.

### **9.2.2. Sobre Sistema de Control**

- a) Para mejorar el rendimiento del sistema, debe modificarse la arquitectura del sistema de control, al nivel de la red de dispositivos de campo. Para ello se sugiere que se cambie la red de Hart sobre Bell 202 a Modbus sobre RS-485. Para esto debe cambiarse las electrónicas de los transmisores de campo RFT9739, ya que los puertos RS 485 (Protocolo Modbus) no pueden repararse en forma separada. Este cambio influiría en lo siguiente
  - Mejorar la velocidad de transmisión de la información de 1200 baudios (con Hart) a 19.2 Kbaudios (con modus).
  - Aumentar la cantidad de información que se transferiría hasta el sistema de control.

- Tener en el sistema supervisado los valores de totalizadores e inventarios de los propios transmisores, no requiriéndose hacer los cálculos en el PLC.
  - Manejar de manera sincronizada el reseteo de los totalizadores del transmisor junto con el inicio del despacho.
- b) Debe efectuarse un estudio integral y detallado de la problemática de sistemas a tierra en la refinería (especialmente en la Casa de Bombas N° 5), antes de poder realizar el cambio de los transmisores de campo RFT9739, ya que este fue uno de los problemas que originó la caída de la red Modbus anteriormente (explicado en los antecedentes en capítulo 1).
- c) El cambio de los transmisores y el consiguiente cambio de la red Hart por Modbus, no implica hacer demasiadas modificaciones en el sistema, así:
- Se requiere un modulo Prosoft (para protocolo Modbus), no se utilizaría la Interfase Hart.
  - Se necesita tener a todos los transmisores de campo enlazados por un cable (par de hilos) y no punto a punto desde los transmisores hasta la sala de control.
  - Se requiere hacer modificaciones en la lógica de control, para la lectura de los datos en protocolo Modbus.
  - Se requieren hacer modificaciones en el sistema supervisor para las nuevas variables del sistema.
- d) El sistema de control redundante no requiere ser modificado, puesto que los cambios serian solo al nivel de dispositivos de campo.

### **9.2.3. Sobre la Calibración del Sistema**

- a) Debe efectuarse la Contrastación de todos los Contómetros del sistema de despacho, empleando un Medidor maestro (prover) con una alta precisión (error menor a 0.1 %). Actualmente PetroPeru ya ha adquirido este Medidor, estando a espera de ponerlo operativo.
- b) Calibrar el sistema de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Debe ingresarse los factores de calibración en el transmisor.