

**DISEÑO DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS IA FOXBORO) DE LA
PLANTA TURBOEXPANDER DE ECOPETROL S.A. PARA SU ACTUALIZACIÓN**

JORGE ENRIQUE HODGES POSADA

JESUS HONORIO ALVAREZ PAEZ



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ESPECIALIZACION EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2012

**DISEÑO DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS IA FOXBORO) DE LA
PLANTA TURBOEXPANDER DE ECOPETROL S.A. PARA SU ACTUALIZACIÓN**

JORGE ENRIQUE HODGES POSADA

Ingeniero Electrónico, Universidad Pontificia Bolivariana

JESUS HONORIO ALVAREZ PAEZ

Ingeniero Electrónico, Universidad de Pamplona

**MONOGRAFÍA DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL**

DIRECTOR: ING. CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ESPECIALIZACION EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2012

NOTA DE ACEPTACION

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Junio de 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darnos la sabiduría para realizar este gran salto en nuestras vidas como profesionales de la instrumentación.

A nuestros padres y familias que con su apoyo incondicional y constante, nos fortalecieron durante el transcurso de la especialización.

A todos y cada uno de los profesionales que estuvieron involucrados en la especialización que con sus aportes y experiencia ayudaron a fortalecer los conocimientos que teníamos sobre la instrumentación y el control industrial.

A todos Gracias

Jorge Hodges, Jesus Alvarez

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	8
GLOSARIO.....	9
RESUMEN MONOGRAFÍA DE GRADO	11
ABSTRACT OF MONOGRAPH DEGREE.....	12
OBJETIVOS.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
INTRODUCCION.....	13
1. MARCO TEORICO	15
1.1 SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO	15
1.1.1 Sistema Abierto	15
1.1.2 Tipo de Módulos	15
1.1.3 Estaciones y equipo asociado	17
1.1.3.2 Procesador de estación de trabajo (WP)	18
1.1.3.3 Estación de aplicación (AW)	21
1.1.4 Interfaces	22
1.1.4.1 Interface dual NODEBUS	22
1.1.4.2 Modulo RCNI	23
1.1.4.3 Modulo NCNI	24
1.1.5 Procesador de comunicaciones	25
1.1.6 Procesador de control (CP)	26
1.1.7 Conexión	28
1.1.8 Esquemas de control	28
1.1.9 Micro I/A	28
1.1.10 Tarjetas de Interfase	29
1.1.11 Aspectos comunes	30

1.1.12 Descripción física del Modulo serie I/A	31
1.1.13 Módulos FieldBus y Equipo Asociado	33
1.1.13.1 Módulos FieldBus	33
1.2 HARWARE DE COMUNICACIONES SERIE I/A	35
1.2.1 El NODEBUS	35
1.2.1.1 Transferencia de información	35
1.2.1.3 Distancias Máximas	37
1.2.1.4 Nombre lógico de la estación (station Address)	37
1.2.1.5 Dirección del Modulo FieldBus	38
1.2.2 FieldBus	39
1.2.2.1 Transmisión de Información	39
1.2.2.2 Switches Ethernet	41
1.2.2.3 Comunicaciones con Switches	42
2. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO ACTUAL	43
2.1 ESTADO DEL SISTEMA	43
2.1.1 Red de Comunicaciones	43
2.1.3 Controladores del DCS	44
2.1.4 Estado de los FBM's (Mòdulo de Bus de Campo)	44
2.1.5 Estado de los Gabinetes (Enclosures)	44
2.2 FALLAS EN LA ARQUITECTURA ACTUAL	44
3. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA	45
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5. BIBLIOGRAFÍA	51
6. ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	8
GLOSARIO.....	9
RESUMEN MONOGRAFÍA DE GRADO	11
ABSTRACT OF MONOGRAPH DEGREE.....	12
OBJETIVOS.....	13
INTRODUCCION.....	13
1. MARCO TEORICO	15
2. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO ACTUAL	43
3. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA	45
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5. BIBLIOGRAFÍA	51
6. ANEXOS.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla1. Versiones de WP.	19
Tabla 2. Modelo P80 con Conexiones Periféricas	21
Tabla 3. Versiones de AW.	23
Tabla 4. Información Procesador de Control.	29

GLOSARIO

Aplicación: El usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente.

DCS: Sistema de Control Distribuido (en inglés: Distributed Control System) más conocido por sus siglas en inglés DCS, es un sistema de control aplicado, por lo general, a un sistema de fabricación, proceso o cualquier tipo de sistema dinámico, en el que los elementos del tratamiento no son centrales en la localización (como el cerebro), sino que se distribuyen a lo largo de todo el sistema con cada componente o sub-sistema controlado por uno o más controladores.

Estación de trabajo: Las workstations orientadas a ventanas (Windows), esencialmente han permitido a los monitores de las mismas tener pantallas divididas en secciones escalables, actuando cada una de estas secciones como un subsistema de visualización independiente. Supervisores u operadores pueden así ver información de diferentes programas simplemente direccionando el soporte del display para ese programa a la ventana particionada

Instrumentos: Es el grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste.

Interface: Es la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

FieldBus: La tecnología fieldbus (bus de campo) es un protocolo de comunicaciones digital de alta velocidad creada para remplazar la clásica señal de 4-20 mA que aún se utiliza en muchos de los sistemas DCS (Sistema de Control Distribuido) y PLC (Controladores Lógicos Programables), instrumentos de medida y transmisión y válvulas de control. La arquitectura fieldbus conecta estos instrumentos con computadores que se usan en diferentes niveles de coordinación y dirección de la planta.

Fibra Óptica: La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.

HMI: Interfaz de usuario por sus siglas en idioma inglés, (Human Machine Interface) que se usa para referirse a la interacción entre humanos y máquinas; Aplicable a sistemas de Automatización de procesos.

Lazo de control: Conjunto de componentes que consta de: Elemento sensor, transductor de señal, receptor de señal, comaprador de punto de ajuste, mecanismo de control (neumático, electrónico, etc.) y elemento final de control (válvula, calentador, interruptor, etc.) y que están configurados

en forma de circuito de tal manera que la señal de control es transmitida al elemento final de control para ajustar el proceso a un punto de consigna dependiendo de la magnitud del estímulo generado por el proceso.

NodeBus: Lazo de comunicación en topología anillo en la que cada estación transfiere recibe información de y hacia las estaciones a través del NODEBUS.

RESUMEN MONOGRAFÍA DE GRADO

TITULO: DISEÑO DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS IA FOXBORO) DE LA PLANTA TURBOEXPANDER DE ECOPETROL S.A. PARA SU ACTUALIZACIÓN

AUTORES: JORGE ENRIQUE HODGES POSADA

JESUS HONORIO ALVAREZ PAEZ

FACULTAD: ESP. EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

DIRECTOR: ING. CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA

RESUMEN

La planta TURBOEXPANDER fue construida hace varios años con el fin de recuperar etano de gases provenientes de los campos productores de crudo y a su vez controlar los cabezales de presión de gas combustible de la refinería. TURBOEXPANDER - U2450, se encuentra fuera de servicio por baja carga de gas hace 11 años, tiempo donde su DCS ha deteriorado su funcionalidad. El diseño de la actualización conlleva a realizar la ingeniería correspondiente en el DCS existente, optimizando su funcionamiento acorde a las nuevas necesidades de la refinería, dentro de los cuales está el cambio del sistema de control, adoptando una filosofía de actualización continua, la cual está infundida en las tecnologías más recientes sin por ello perder su interoperabilidad con las tecnologías más antiguas. Esto garantiza que sea fácil de actualizar haciéndolo compatible con la instrumentación, los equipos instalados actualmente en campo y el proyecto de Control Operacional Consolidado (COC) que pretende tener un funcionamiento más integrado y seguro de la refinería en un solo cuarto de control.

PALABRAS CLAVES: DCS, TURBOEXPANDER, Actualización, Instrumentación.

VºBº DIRECTOR DE MONOGRAFIA

ABSTRACT OF MONOGRAPH DEGREE

**TITLE: ARCHITECTURE DESIGN OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM ((DCS IA FOXBORO) PLANT
TURBOEXPANDER ECOPETROL FOR UPDATE**

AUTHORS: JORGE ENRIQUE HODGES POSADA

JESUS HONORIO ALVAREZ PAEZ

DEPARTMENT: SP. CONTROL AND INDUSTRIAL INSTRUMENTATION

DIRECTOR: ENG. CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA

ABSTRACT

Turboexpander plant was constructed for several years in order to recover from ethane gas oil producing fields and in turn control the pressure heads of the refinery fuel gas. Turboexpander – U2450, is down for low gas charge 11 years ago, where his time has deteriorated DCS functionality. The design of the update leads to the engineering for the existing DCS, optimizing its performance according to the new needs of the refinery, within which is the change control system, adopting a philosophy of continuous updating, which is infused into the latest technologies without losing interoperability with older technologies. This ensures it is easy to update making it compatible with the instrumentation, the equipment currently installed in the field, and the draft Consolidated Operational Control (COC) which aims to have a more integrated and safe operation of the refinery in a single control room.

KEY WORDS: DCS, TURBOEXPANDER, update, instrumentation

OK MONOGRAPH DIRECTOR

INTRODUCCION

Debido al avance tecnológico en el área de control y automatización, muchas empresas petroleras se han visto inmersas en la necesidad de innovar continuamente sus sistemas, a fin de mantenerse a la vanguardia y de optimizar los procesos que estén involucrados en la producción de crudo pesado.

La innovación llega con el desarrollo de nuevas tecnologías, las cuales van migrando unas a otras, como por ejemplo la forma en que se controla un proceso industrial.

Cuando un sistema de control se ha implementado, es necesario realizar actualizaciones a sus controladores y DCS.

Para este caso se tiene la planta TURBOEXPANDER de la refinería de Barrancabermeja la cual está encargada de recuperar etano de gases provenientes de los campos productores de crudo que es la materia prima para la planta de etileno y a su vez maneja los cabezales de presión de gas combustible de la refinería, especialmente el de 75PSI que sostiene la generación de vapor de las calderas de la refinería, el de 200PSI para TERMOBARRANCA para generación eléctrica nacional e interna y el de 350PSI para la generación de hidrogeno para las plantas de UNIBON y PARAFINAS.

Además, algunas señales de campo que ya no están siendo leídas desde los instrumentos o han sido actualizadas con nuevas etiquetas siguen ocupando un lugar en la programación del sistema por lo que disminuye el espacio para crear nuevas señales y demora en el procesamiento de datos. A su vez las estaciones de trabajo que están funcionando actualmente tienen una tecnología antigua y a futuro se pueden ver afectadas por el continuo aumento de información y procesos, ya que la planta se encuentra en constante crecimiento. De esta forma se realizarán algunos ajustes a los sistemas de control distribuido actualmente instalados en la planta TURBOEXPANDER de Ecopetrol S.A.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar la Arquitectura del Sistema de Control Distribuido (DCS) de la planta TURBOEXPANDER de la Refinería de Ecopetrol S.A. Barrancabermeja, para su posterior actualización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual del Sistema de Control Distribuido (DCS) de la planta TURBOEXPANDER de la Refinería de Ecopetrol S.A. Barrancabermeja.
- Detallar la arquitectura actual del Sistema de Control Distribuido (DCS IA FOXBORO) de la planta TURBOEXPANDER de la Refinería de Ecopetrol S.A. Barrancabermeja.
- Hacer un informe en el cual se detalle el estado de cada uno de los componentes del Sistema de Control Distribuido (DCS IA FOXBORO) de la planta.
- Rediseñar la arquitectura del Sistema de Control Distribuido (DCS) de la planta TURBOEXPANDER de la Refinería de Ecopetrol S.A. Barrancabermeja
- Hacer un plano de la arquitectura del Sistema de Control Distribuido (DCS IA FOXBORO) que se instalará en la planta TURBOEXPANDER de la Refinería de Ecopetrol S.A. Barrancabermeja.

1. MARCO TEORICO

1.1 SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

1.1.1 Sistema Abierto

El sistema serie I/A de automatización Inteligente es un sistema abierto industrial (OIS) que integra y automatiza las operaciones de manufactura. Se puede expandir a sistemas distribuidos que le permiten a la planta incrementar a la medida el sistema a los requerimientos del proceso. Los módulos que conforman el sistema serie I/A se comunican entre sí aunque pueden estar localizados en una variedad de lugares. Estos lugares dependen de las condiciones y la distribución de la planta de proceso en particular. Otra ventaja de un sistema distribuido es que cada modulo tiene responsabilidades específicas. Cada módulo independientemente realiza sus funciones sin importar el estatus de otros módulos.

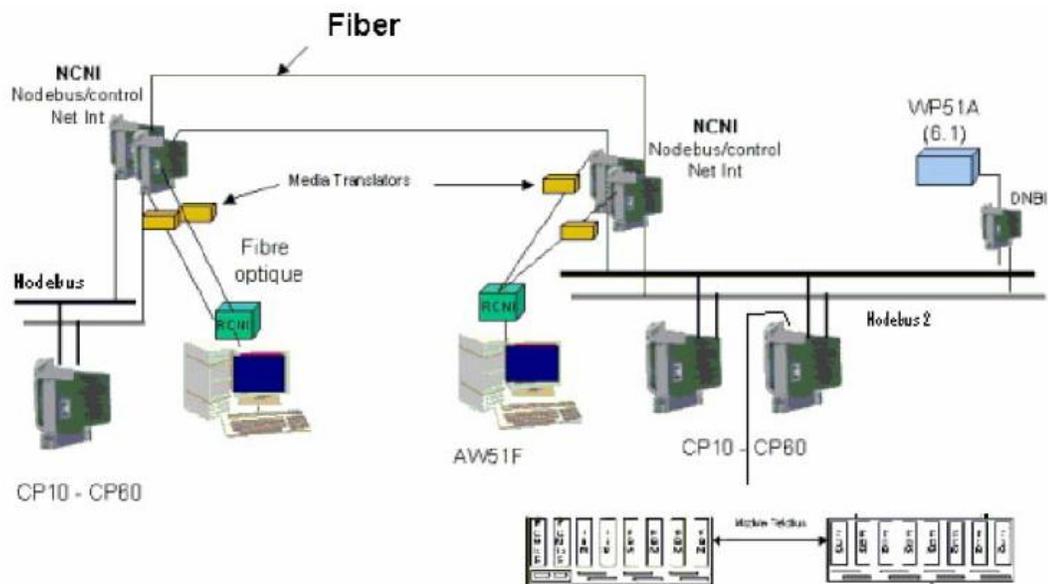


Figura1. Sistema de Control Distribuido DCS.

1.1.2 Tipo de Módulos

El sistema serie I/A es un grupo de dispositivos, conocidos como módulos. Cada modulo está programado para realizar tareas específicas asociadas con el monitoreo y control del proceso de manufactura.

Para cumplir con las necesidades específicas de la planta, el personal de control de proceso crea o modifica el software que se ejecuta dentro de los módulos. Varios tipos de software y configuraciones de hardware son mejor entendidos y completados con éxito cuando el personal es conocedor de las funciones que cada módulo realiza.



Figura 2. Tipo de Módulos.

La función básica de un módulo determina su clasificación ya sea como:

- Modulo procesador (estación)
- Modulo FieldBus (FBM)

Asociados con estos módulos están varios tipos de hardware, tales como periféricos y cables.

1.1.3 Estaciones y equipo asociado

1.1.3.1 Procesador de Aplicación (AP)

El Procesador de Aplicación (AP) realiza funciones de computación. Tiene la capacidad de correr:

- Sistema escrito por Foxboro.
- Aplicaciones escritas por Foxboro.
- Programas escritos por el usuario y software de otros.

Como ejemplo de este tipo de programa está el Historian (Historiador) que se utiliza para recolectar y reducir la información de proceso. Además, el AP actúa como servidor o huésped a otras estaciones de la red. Un servidor proporciona la capacidad de bajar imágenes de estas estaciones y almacena la información de éstas para ser utilizada en otras aplicaciones. Como ejemplo de un servidor es bajar los esquemas de datos de control que controlan el proceso.

El AP también proporciona una interface de red para almacenar en equipos tales como:

- Unidades de disco CD-ROM.
- Unidades de cinta magnética.
- Discos duros.
- Unidades Floppy.

A veces una terminal compatible VT100 se conecta directamente al AP para escribir, configurar y ejecutar programas en el AP. Estas tareas rutinarias incluyen la interacción con las variables del proceso y comunicación con sistema serie I/A a través del sistema operativo. Sin embargo, una terminal VT100 no permite al usuario interactuar con las diferentes herramientas de graficas o configuración de la serie I/A. Nota: Existen diferentes versiones de AP, pero su función es la misma.



SCSI - Small Computer System Interface

Figura 3. Procesador de Aplicación.

1.1.3.2 Procesador de estación de trabajo (WP)

La principal función del procesador de estación de Trabajo (WP) es actuar como la interfase entre el usuario y el proceso, proporcionando los programas necesarios para operar los aparatos interfase-usuario. Estos aparatos son:

- Monitor de estación de trabajo
- Teclado Alfanumérico
- Teclado Annunciator
- Mouse o TrackBall
- Pantalla de tacto (touchscreen)

El teclado anunciador es uno donde las alarmas del proceso son anunciadas y se presionan botones para tener acceso a los desplegados. Un aparato GCIO (Graphics Controller Input Output) es utilizado como interfase entre el teclado anunciador y el WP. El WP es una terminal grafica desde donde los operadores interactúan con los desplegados de la serie I/A para:

- Monitorear y controlar las variables del proceso
- Recibir notificación de alarmas del proceso
- Tomar acción y procesar las alarmas
- Monitorizar la salud del equipo Hardware
- Mostrar información histórica del proceso

El personal de control de proceso utiliza el monitor WP para interactuar con los desplegados de serie I/A, operar los configuradores de serie I/A Series, y crear y ejecutar programas y reportes. La WP también proporciona almacenamiento de desplegados gráficos y archivos de otras estaciones. Existen versiones diferentes de WP.

Estación	Hardware	Sist. Oper.	Versión
51 Series tipo B, C, D y E	Sun Workstations	Solaris (UNIX)	Hasta Ver. 6.x
P79 (51 tipo F)	Sunblade 150	Solaris (UNIX)	Ver. 7.x
P80 (51 tipo G)	Sunblade 2000	Solaris (UNIX)	Ver. 7.x
Series 70	Pentium	NT	Ver 6.x
P92 (70P)	GX340	XP	Ver. 7.x

Tabla1. Versiones de WP.

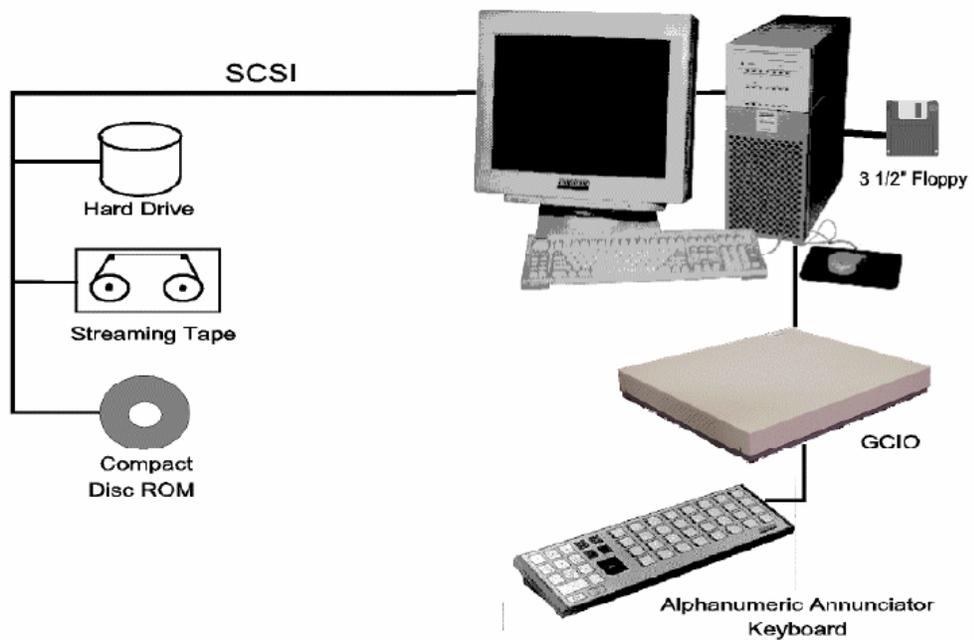


Figura 4. Procesador de Estación de Trabajo

La WP que utiliza el sistema operativo NT es llamada WP70 y está incluida en la familia serie I/A 70.

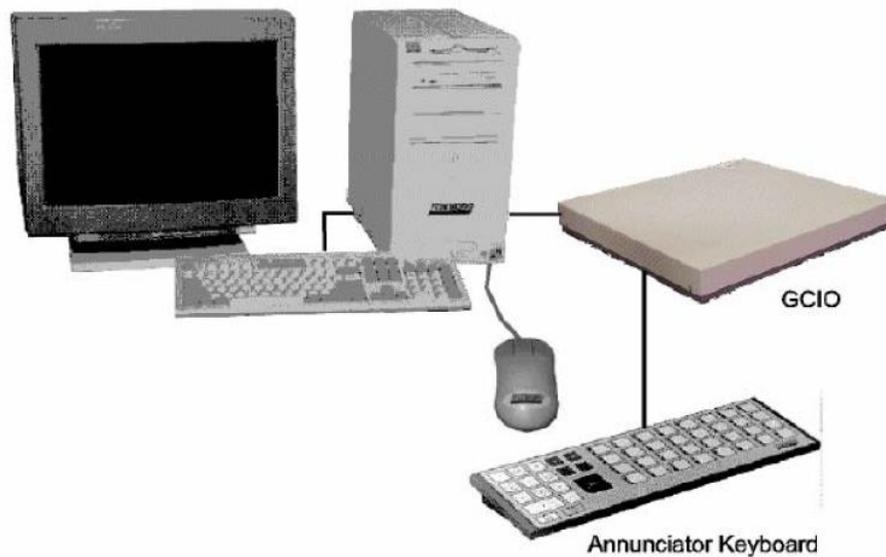


Figura 5. Procesador de Estación de Trabajo 70.

WP basadas en UNIX diseñadas para la red de control 100 Mbit son la P79 y P80.

Equipo	Opc./ Estandar
1 GB RAM Memoria	Estándar
Disco duro interno 73 GB	Estándar
Disco Duro Interno 73 GB de expansión	Opcional
Disco duro externo de 36 GB	Opcional
DVD ROM interno	Estándar
3.5 1.44 MB floppy interno	Estándar
Puerto Base T 10/100	Estándar
Ultra SCSI	Estándar
Dos puertos RS232C/RS423 serial	Estándar
Cuatro puertos USB	Estándar
Un puerto IEEE 1284 paralelo	Estándar
Monitor de 21-pulgadas LCD	Default
Monitor 20-pulgadas LCD	Opcional
Monitor 42-pulgadas plasma	Opcional
Teclado alfanumérico	Estándar
Mouse	Estándar
TrackBall	Opcional
Impresoras Serial – y paralela	Opcional
Interfase GCIO con uno o dos teclados anunciador y controlador opcional de pantalla de tacto	Opcional
Tarjeta de video PGX64 (PCI)	Opcional
Ocho – controladores part. serial Controller PCI Card	Si
Interfase de ethernet Twisted pair 10/100 Mbps tarjeta PCI con conectores	Si

MII	
Interfase de ethernet Twister pair 10/100 Mbps con conector MII tarjeta PCI y convertidor MII a AUI	Si
Interfase de ethernet Twister pair 10/100 Mbps con controlador Ultra Wide SCSI PCI	Si
Drive externo RAID Opcional 20/40 GB DDS externo – 4 tape drive	Opcional

Tabla 2. Modelo P80 con Conexiones Periféricas

1.1.3.3 Estación de aplicación (AW)

La Estación de Aplicación (AW) es una combinación de AP y WP. Por lo tanto, puede realizar funciones AP tales como colección de datos históricos y bajar bases de datos de control. También actúa como interfase grafica similar a WP. Puede tenerse acceso a todos los configuradores a través de esta estación.

De nuevo, existen diferentes versiones AW. Las que usan el sistema operativo SUN difieren en poder de procesamiento y se identifican con letras (por ejemplo. AW51B, C, D y E etc.).

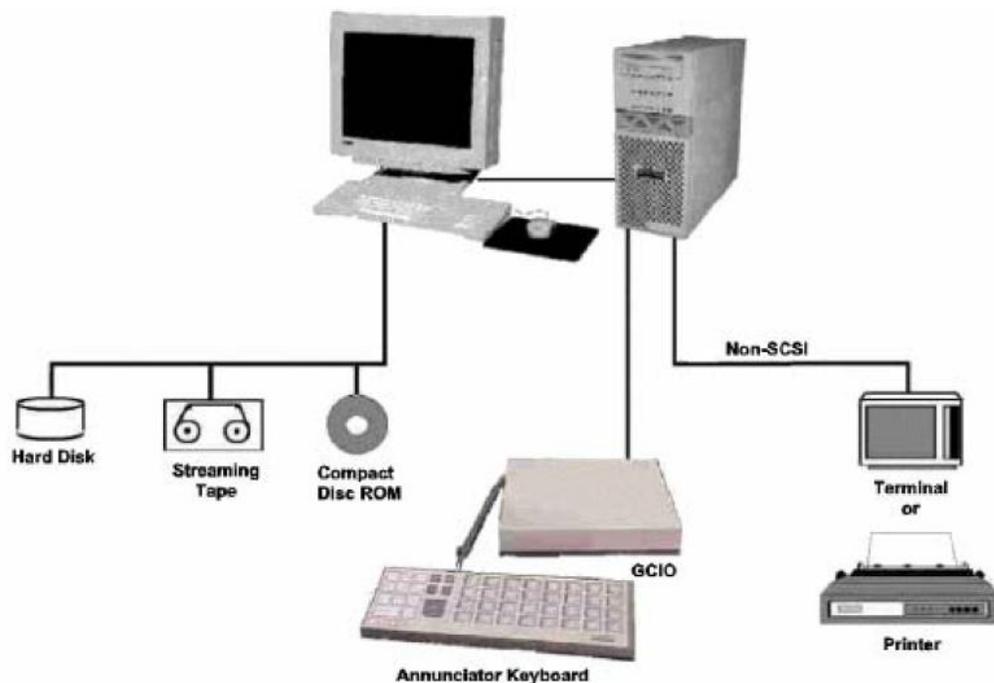


Figura 6. Estación de Aplicación AW.

Los tipos de AW y su hardware y software asociados se listan en la tabla de abajo.

Estación	Hardware	Sistema Operativo	Versión
51 Series tipo B, C, D y E	Sun Workstations	Solaris (UNIX)	Hasta Ver. 6.x
P79 (51 tipo F)	Sunblade 150	Solaris (UNIX)	Ver. 7.x
P80 (51 tipo G)	Sunblade 2000	Solaris (UNIX)	Ver. 7.x
Series 70	Pentium	NT	Completamente Ver 6.x
P92 (70P)	GX340	XP	Ver. 7.x

Tabla 3. Versiones de AW.

El Hardware para P79, P80 y P92 de AW será idéntico a las descritas para el procesador de la estación de trabajo (WP).

1.1.4 Interfaces

1.1.4.1 Interface dual NODEBUS

La AP serie 50 y 70, WP o AW no pueden físicamente conectarse directamente al NODEBUS (*Explicado más adelante*). Por lo tanto, la función del DNBT (Dual NODEBUS 10Base-T) es actuar como interface entre un AP, WP o AW y el NODEBUS, para que la estación interactúe con otras estaciones en el NODEBUS. Transmite información a AP, WP o AW a través de un cable 10Base-T (twisted pair), que puede tener una longitud máxima de 91m (300 pies).

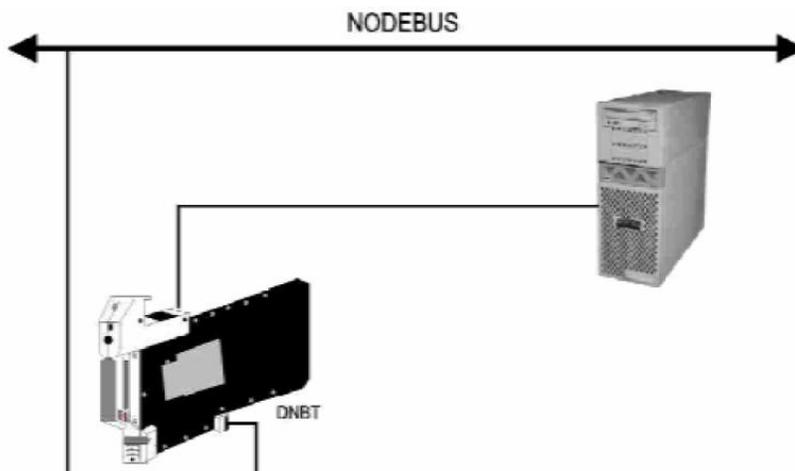


Figura 7. DNBT (Dual NODEBUS Interface Extender).

Para longitudes más largas, el DNBX (Dual NODEBUS Interface Extender) puede utilizarse. Su función es similar al DNBT. La única gran diferencia es el tipo de cable y la mayor distancia a la que opera. La transmisión de información para el DNBX opera sobre un cable coaxial a distancias de hasta 450 m (1500 ft).

1.1.4.2 Modulo RCNI

El modulo de la interface de control de red redundante (RCNI) está diseñado para actuar como interface de red de comunicaciones entre una estación serie I/A P79, P80 o P92 y los interruptores Ethernet y módulos NCNI utilizados en la red de control.



Figura 8. RCNI (Redundant Control Network Interface).

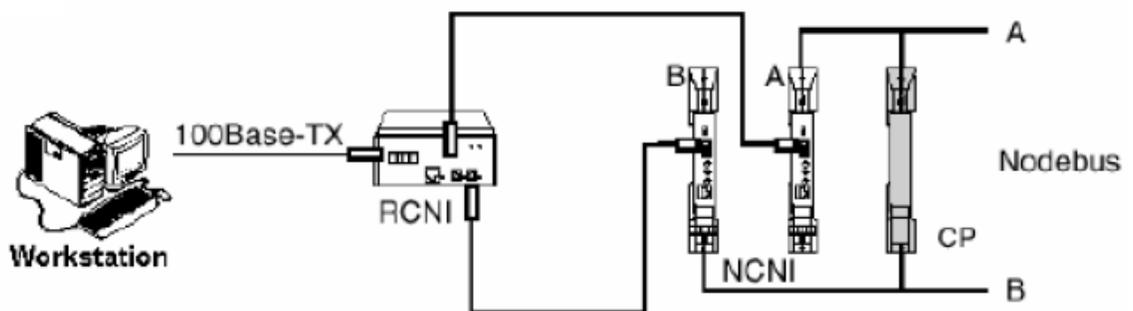


Figura 9. RCNI Conectando una Estación de Trabajo a la Red NODEBUS.

1.1.4.3 Modulo NCNI

El Modulo de La Interfase NODEBUS/Control de red (NCNI) está diseñado para permitir comunicación entre un NODEBUS y la red de control. El modulo NCNI está montado en una estructura Cellbus y se conecta a la red de control a través de conectores en el panel frontal. Esto puede ser utilizado para conectar un P79, P80 y/o estación P92 a un NODEBUS.

Dos luces LED en la parte inferior del panel frontal indican el estatus de corriente de modulo.

La luz roja está encendida si cualquiera de los monitores de corriente del modulo no están satisfechos.

La luz verde se prende solo si los cuatro monitores de corriente están satisfechos.

Tres luces amarillas al centro del tablero frontal indican el estatus del NODEBUS y el puerto switch:

El 10Base-T/100Base-TX port

El 100Base-FX port

El estatus del NODEBUS. Las luces para los puertos TX y FX se encienden cuando la conexión se establece.

Prenden intermitentemente cuando existe una actividad de transmisor o receptor en el puerto asociado. La luz del NODEBUS se enciende cuando se recibe información del puerto switch y se transmite al NODEBUS.



Figura 10. NCNI (NODEBUS Control Network Interface).

Dos módulos NCNI se requieren para la interfase NODEBUS:

El modulo "A" transfiere información entre el NODEBUS A y el interruptor de red A.

El modulo "B" transfiere información entre el NODEBUS B y el interruptor de red B.

Para la adecuada operación de la red, el cable de información del puerto switch de modulo debe estar conectado a la misma red Ethernet que el NODEBUS seleccionado (por ejemplo, NODEBUS A a Ethernet A, NODEBUS B a Ethernet B).

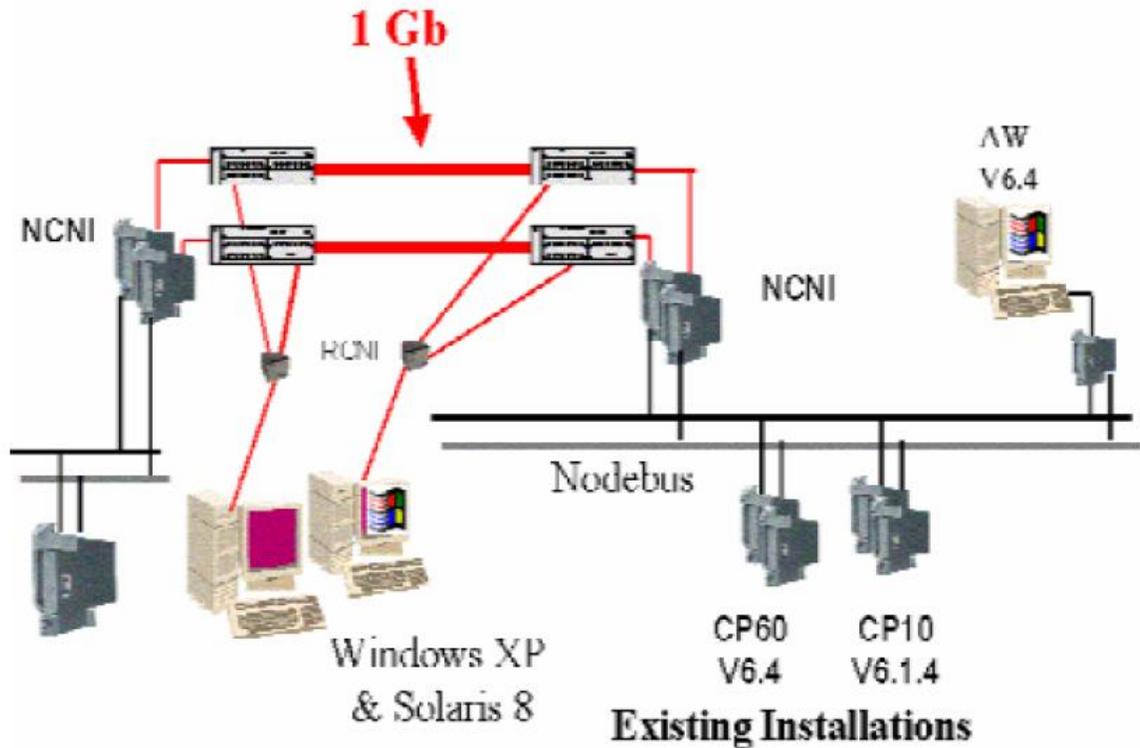


Figura 11. NCNI Conectando Segmentos NODEBUS y AW51F

El interruptor selector de NODEBUS en cada uno de los módulos NCNI debe seleccionar un bus diferente (A o B). Si ambos módulos NCNI están puestos al mismo bus, el sistema de red de alto rendimiento no funciona correctamente.

1.1.5 Procesador de comunicaciones

El Procesador de Comunicaciones (COMMP) es responsable de controlar un máximo de cuatro dispositivos de comunicaciones, tales como los siguientes:

- Impresoras
- Terminales compatibles VT100
- Modems

Los mensajes de alarma de proceso y varios reportes son enviados a las impresoras. Las capturas de pantalla son enviadas a la impresora de gráficos.

Una terminal conectada a un procesador de comunicaciones puede ser utilizada para tener acceso al sistema operativo de cualquier AP, y correr programas en esa AP. Esto es muy útil cuando una terminal no está directamente conectada al AP.

Se utiliza un modem para tener acceso a la red serie I/A desde un sitio remoto. Un ejemplo es la capacidad de tener a distancia acceso a la red para realizar tareas de diagnostico si se tiene la debida autoridad.

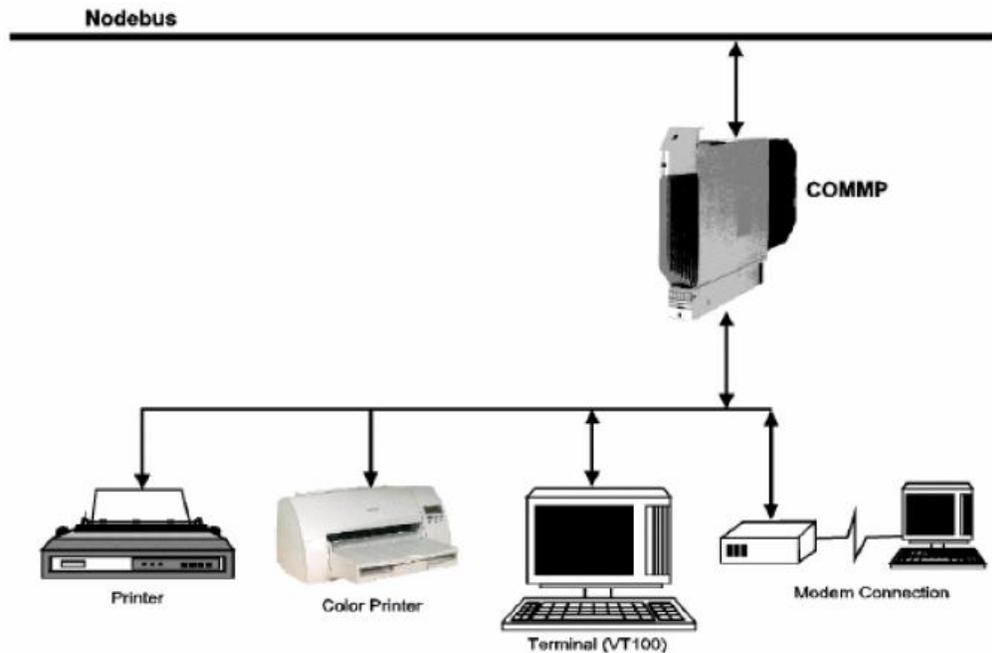


Figura 12. Procesador de Comunicaciones.

1.1.6 Procesador de control (CP)

Como el nombre lo implica, la función del Procesador de Control (CP) es controlar o monitorear automáticamente el proceso de manufactura, o por lo menos una parte de ella. Al encenderse, el CP recibe la base de datos de control de su AP huésped y lo almacena en su memoria. Una base de datos de control es una serie de computaciones matemáticas (algoritmos) que realizan funciones específicas, tales como activar y desactivar motores y controlar válvulas. Este software de control está disponible a través del Configurador Integrado de Control (ICC) y es usualmente modificado por los ingenieros de control de proceso.

Un CP se comunica con el proceso a través de una serie de módulos FieldBus (FBMs) asignados al CP por los ingenieros de control de proceso. De nuevo, hay que tener en mente que hay diferentes versiones de CP. El que hace interfase con la nueva familia de serie I/A 200 de FBM es la CP60 se comunica con los FBM vía Módulos de Comunicaciones FieldBus (FCM).

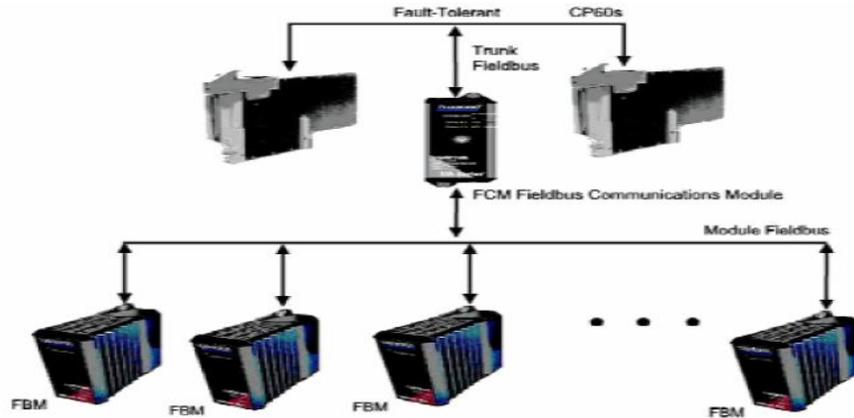


Figura 13. Procesador de Control.

Es posible tener un CP tolerante a fallas. Esto quiere decir que los CP están físicamente uno al lado de otro y trabajan en tándem (uno tras otro). Un CP, el primario, lee la información asociada y realiza las acciones de control necesarias; el secundario, o sombra, solo lee la información. Sin embargo, Si el CP primario falla o es sacado de línea por mantenimiento, el CP secundario inmediata y automáticamente asume el rol completo del CP primario realizando las funciones de control.

El procesador de control (CP) proporciona las funciones necesarias para comunicarse con otras estaciones serie I/A y el proceso (vía FieldBus y FBM). Ejecuta los esquemas de control a la medida de las necesidades de un proceso dado y controla la metodología. Todos los CP pueden ser configurados para ser tolerantes a fallas.

TIPO DE CP	MEMORIA	BLOQUES DE CONTROL	FBM SUPPORT
CP10	896Kb	Average 300	24
CP30	4Mb	Average 800	24
CP40	8Mb	Average 2000	64
Micro I/A	4 Mb ó 8 Mb	Average 2000 ó 4000	64

CP60	8Mb	Máximo 4000	120
------	-----	-------------	-----

Tabla 4. Información Procesador de Control.

1.1.7 Conexión

Físicamente el procesador de control serie I/A se conecta a los procesos a través de FieldBus a FBM o FCM. La definición / configuración del sistema limita el número de FBM a un máximo de 48 para CP10; 64 para CP30, CP30B, CP40, CP40B, y MICRO I/A; 120 para CP60.

1.1.8 Esquemas de control

Conforme aumenta la capacidad de procesamiento, se desarrolla software nuevo y más poderoso también. Sin embargo, para poder utilizar los nuevos bloques de control, tales como PIDA, FFTUNE FBTUNE y LOGIC, un CP30/40/60 deberá ser usado y la versión 4.0 de software (mínimo) debe estar corriendo en el sistema serie I/A.

Un CP se comunica directamente con su FieldBus y puede dar cabida a tres dominios de control. El dominio continuo de control se utiliza para implementar retroalimentación y alimentación a estrategias de control, y de monitoreo. Esto involucra bloques de control análogos y digitales. Los otros dos dominios de control son "Ladder Logic", que involucra bloques lógicos programables (PLB) y bloques secuenciales, que proporcionan lógica secuencial definida por el usuario.

1.1.9 Micro I/A

El procesador Micro I/A 486-25, 4 MB, reside en la estación serie Micro I/A. Incorpora toda la funcionalidad necesaria para ejecutar las instrucciones operacionales recibidas del huésped (estación de trabajo serie I/A) para la estación Micro I/A.

Una de las licencias disponibles en red para una estación Micro I/A es "FoxBlock Integrated Control software". Estaciones Micro I/A, en conjunto con su huésped, proporcionan administración de proceso y control de esquemas de control discretos y en lote continuos. "FoxBlock Integrated Control software" para estaciones Micro I/A controla las variables del proceso utilizando algoritmos de bloque, incluyendo el algoritmo EXACT. Estos algoritmos están en los bloques de control, que están configurados por ingenieros de proceso en el sitio para implementar las estrategias de control deseadas.



Figura 14. Controlador de Proceso I/A.

Funciones adicionales que son soportadas incluyen:

- Adquisición de información
- Detección de alarmas y notificación
- Control Regulador, de lógica, y de tiempo
- Computaciones matemáticas avanzadas
- Despliegados automáticos de detalle

La tarjeta del procesador viene en el mismo tamaño de caja que la tecnología “Personal Computer Memory Card Industry Association” (PCMCIA) (a veces conocida como tecnología de tarjeta PC), pero utiliza un conector de sistema bus completo.

1.1.10 Tarjetas de Interfase

Las tarjetas de Interfase incluyen:

- Interfase FieldBus serie I/A
- Interfase GE Fanuc Direct Connect I/O
- Interfase Allen-Bradley Remote I/O
- Interfase PROFIBUS-DP
- Interfase Modbus
- Interfase ethernet Allen-Bradley PLC5

1.1.11 Aspectos comunes

A pesar de las diferencias físicas, los tipos de estación tienen ciertos aspectos comunes. Cada estación tiene un identificador único de módulo (MID), que consiste de una serie de caracteres alfanuméricos, conocidos también como “letterbugs”. Un MID puede tener un máximo de seis letterbugs, todos los cuales son en mayúsculas (A-Z), dígitos de 0 a 9, o caracteres especiales (+, -, /, *, #, o en blanco). Los MID frecuentemente son llamados LID (Letterbug ID). Los dos nombres se utilizan intercambiamente.

El MID está montado en un receptáculo al frente de estaciones X- y Z-. Para estaciones serie 50 que no se conectan directamente a la estructura de montaje, el MID está instalado en el DNBT asociado.

Estaciones de forma X- y Z- tienen luces verdes y rojas de estatus (LED). Las luces para los módulos serie 50 aparecen al frente del DNBT.

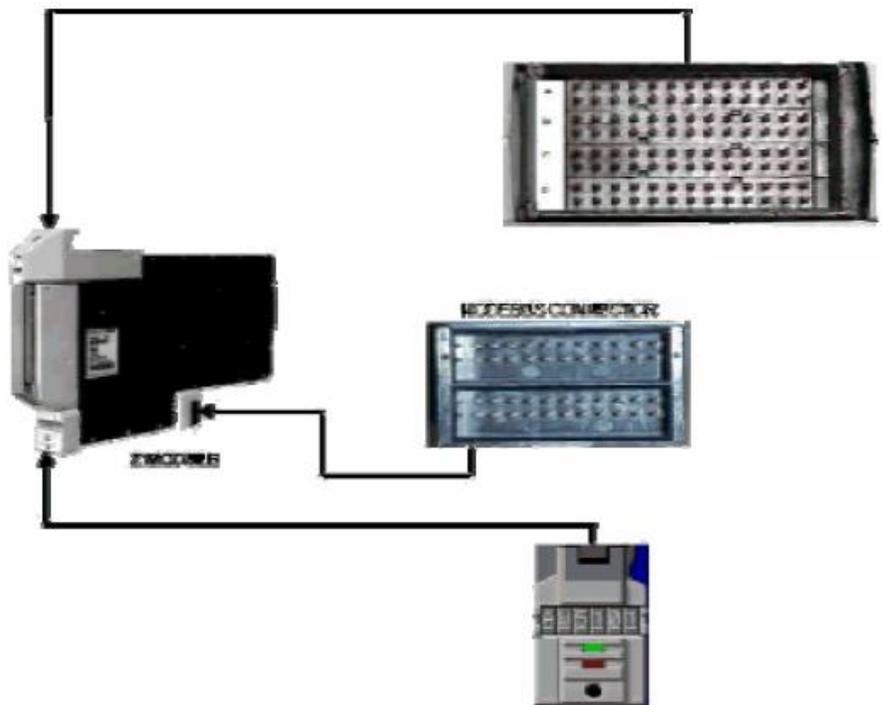


Figura 15. Módulos Z con Estatus.

Los módulos se conectan al NODEBUS a través de un conector de 22 conectores localizado atrás, y debajo del módulo. Esta conexión proporciona comunicación a canales A y B del NODEBUS, una

fuente de poder primaria y una fuente de poder secundaria para que el CP se conecte a canales del FieldBus local.

Encima de estos módulos existe un segundo ensamblaje de conectores, llamados los conectores periféricos. Este conector proporciona el medio para que la estación se comunique con sus aparatos periféricos que no están en el NODEBUS.

El conector periférico es también llamado el “elevador”, porque se extiende de una posición oculta dentro del módulo. Durante la instalación del módulo, el conector periférico debe colocarse en esa posición elevada para tener acceso a las conexiones periféricas.

1.1.12 Descripción física del Módulo serie I/A

Como se mencionó anteriormente, los módulos procesadores son conocidos como estaciones y realizan funciones específicas. Sin embargo, las mejoras en materiales y diseño han dado como resultado estaciones nuevas que se ven físicamente diferentes, pero que realizan las mismas tareas que las estaciones más viejas. Estas diferencias incluyen tamaño de la estación, forma, y capacidad de desempeño. Los tipos de estación viejos podían ocupar hasta cuatro espacios en la estructura de montar, pero conforme ha mejorado la tecnología y se han incorporado nuevos diseños, la mayoría ahora caben en uno o dos espacios. Asimismo, los módulos más nuevos no requieren ser montados en una estructura de montar con un conector Cellbus. Para identificar las diferencias físicas de las estaciones, las clasificamos según su forma, como sigue:

- Módulos Forma A (serie 50)
- Módulos forma B, C, D, E (serie 51)
- PC – con sistema operativo NT (serie 70)
- Módulos forma P79- (serie 51F)
- Forma P80- (serie 51G)
- Forma P92- (PC con XP)
- Forma X
- Forma Y
- Forma Z
- Serie FieldBus 200
- Micro I/A

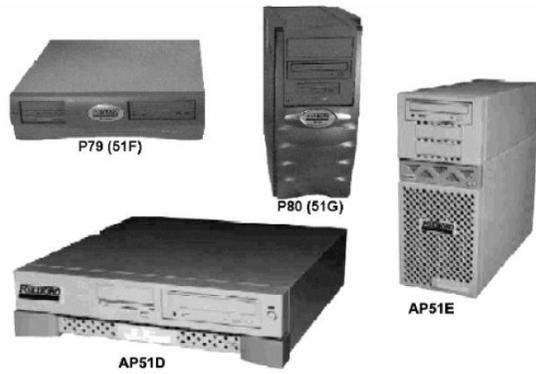


Figura 16. Tipos de Forma Serie 50.

Conforme aparecen productos de computación innovadores y poderosos, se utilizan para desarrollar adiciones a los productos serie I/A. Actualmente las estaciones red de control serie I/A con FieldBus serie CP60 y 200 es la familia mas nueva disponible. Estos productos son compatibles retrógradamente, lo que hace posible actualizar sistemas con las ventajas de equipo más nuevo y poderoso.

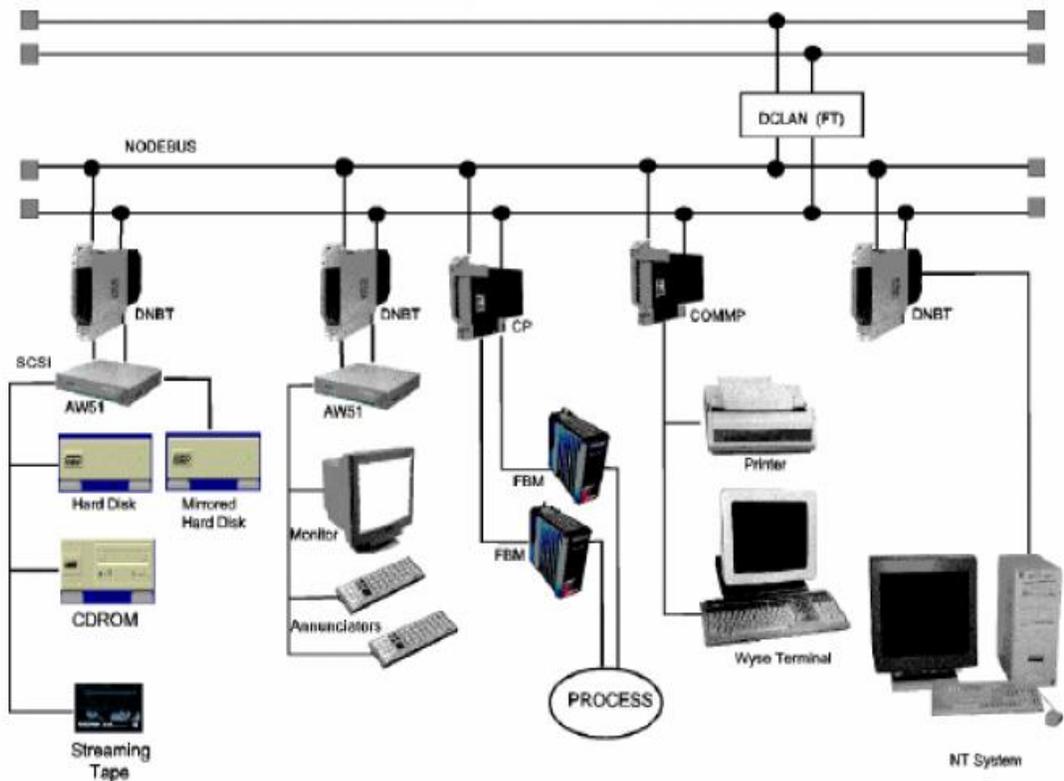


Figura 17. Vista General I/A.

Abajo se lista algunos de los nombres de tipo de estaciones:

- Estación de Aplicación y procesadora (AW)
- Estación Procesadora (WP)
- Terminal X
- Procesador de Comunicaciones (COMM10)
- Procesador de control (CP)
- Interfase NODEBUS (NBI)
- Interfase Carrierband LAN (CLI) (para otros nodos serie I/A)
- "Spectrum Slave Gateway" (SSG)
- Allen-Bradley Data Highway Gateway (ABDH)
- Modicon Gateway (Modbus)
- Info Network Interface (X.25)
- Instrument Gateway (IG)
- Foreign Device Gateway (FDG) INT30

1.1.13 Módulos FieldBus y Equipo Asociado

1.1.13.1 Módulos FieldBus

Un procesador de control (CP) controla un proceso utilizando su base de datos de control, que envía y recibe señales del proceso (dispositivos de campo) a través de una serie de Módulos FieldBus (FBMs). Pero los FBMs NO son estaciones. Físicamente, son más pequeños que las estaciones y, lógicamente, están en una vía de comunicaciones por separado, llamado el FieldBus.

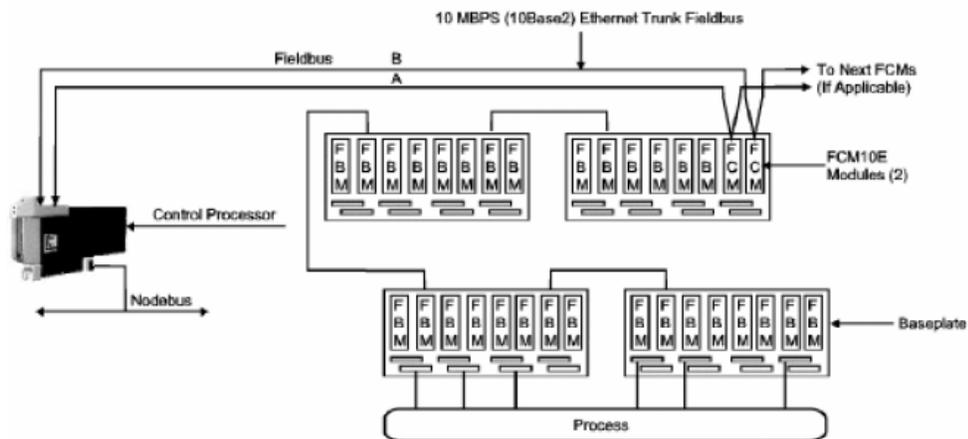


Figura 18. Conexión FieldBus Remoto.

Los FBM se conectan directamente a los aparatos controladores y monitores de proceso, tales como bombas, válvulas, transmisores e interruptores electromagnéticos. Pasan información acerca del proceso al CP donde se pone a disposición de la estrategia de control y a otras estaciones en la red serie I/A.

El objetivo de un FBM es modificar una señal, para que pueda ser entendida por el hardware que la recibe.

Por ejemplo, una señal análoga que llegue del campo (proceso) debe ser convertida a una señal digitalizada para que el CP la entienda. De manera contraria, una señal digitalizada que va al campo necesita ser convertida en señal análoga.

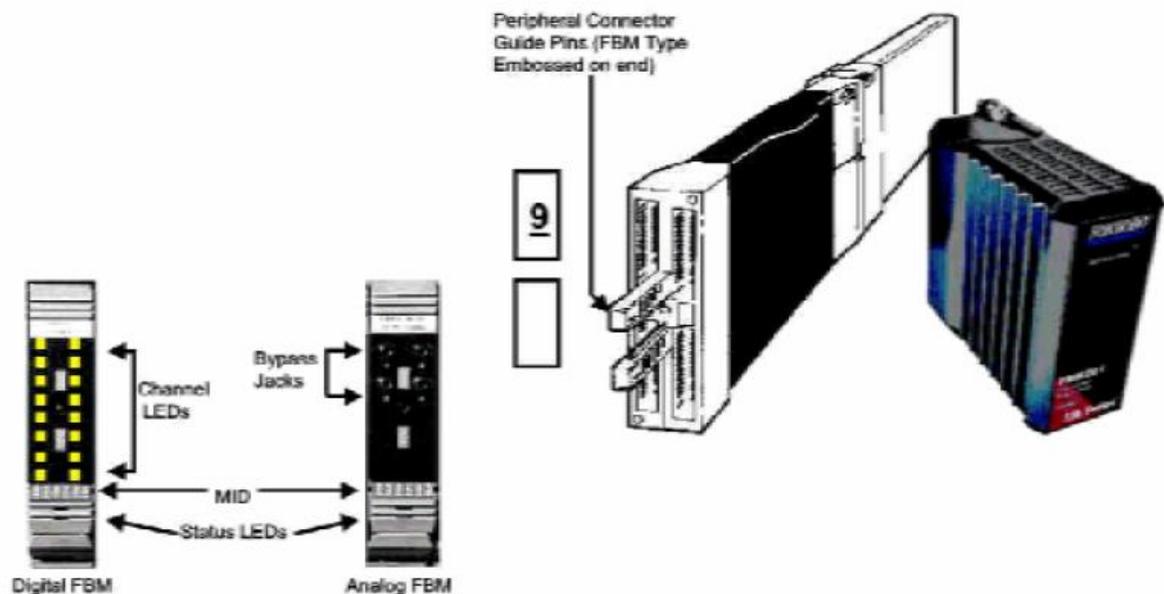


Figura 19. Módulos FieldBus.

Un FBM cae en una de dos categorías:

- Análoga
- Discreta (digital; on – off)

Los FBM Discretos envían y/o reciben señales discretas (digitales) de y hacia dispositivos de campo. Tienen un máximo de 16 canales, cada uno con indicador de estatus. Son luces que muestran el estado on/off de cada canal (señal).

Un FBM se comunica con una y solo una estación, la CP a la que ha sido asignada. Un FBM está directamente conectado al proceso (bombas, válvulas, etc.). Pasa información acerca del proceso a

la CP, donde la información se pone a disposición de otras estaciones de la red serie I/A. El CP pasa también la información al FBM apropiado, quien la reenvía al proceso con fines de control.

Similar a estaciones, las dos luces LED (roja y verde) en el frente de cada FBM representa el estatus operacional del modulo. Ciertos FBM pueden ser redundantes.

Tenga presente que existen diferentes tipos de FBM que pueden ser utilizados, dependiendo del ambiente particular de manufactura. Por ejemplo, un FBM análogo tiene cuatro canales de entrada y cuatro canales de salida. Otro FBM análogo tiene ocho canales de entrada solamente.

FBM, diferentes a la serie 200, pueden instalarse en las mismas estructuras de montar que las estaciones. Si son instaladas en una estructura de montar de estación, será necesario un adaptador Y. Se le llama adaptador Y ya que permite a los módulos forma Y a que se conecten al FieldBus incluido en el cellbus.

El color de la marca triangular en la parte frontal de cada FBM serie 200 indica su tipo.

- Magenta (morado) FBM tipo análogo.
- Azul Discreto FBM (digital)
- Teal: Transmisores inteligentes

Cada FBM serie 200 está instalado a una placa base. Retirar el FBM mientras está encendido no le ocasiona ningún daño al modulo o a la base.

Cada FBM tiene luces al frente que indican su estatus.

1.2 HARWARE DE COMUNICACIONES SERIE I/A

1.2.1 EL NODEBUS

1.2.1.1 Transferencia de información

Como mencionamos anteriormente, el sistema serie I/A es un sistema distribuido, con estaciones que tienen responsabilidades especificas. Cada estación transfiere recibe información de y hacia las estaciones a través del NODEBUS.

Por ejemplo, el CP debe enviar valores de las variables de proceso al WP, para que WP actualice el desplegado del proceso en su monitor. El AP debe enviar información histórica al WP para actualizar las tendencias o enviar reportes al procesador de comunicaciones para imprimir.

Cada estación se comunica con otras estaciones utilizando el NODEBUS, que es coaxial, o de manera opcional fibra óptica, el cable que interconecta las estaciones forma un proceso de

administración y nodo de control. El NODEBUS proporciona comunicaciones de alta velocidad redundante, peer-to-peer. La velocidad de transmisión es 10 MB/segundo.

El NODEBUS une estaciones I/A para comunicaciones. Es extremadamente vital. Sin ella, todas las comunicaciones entre las estaciones terminan. Por lo tanto, el NODEBUS se hace redundante, lo que significa que existen dos cables coaxiales. En el raro caso que uno falle, el otro se usa inmediatamente y automáticamente para transferir información entre las estaciones.

Esta redundancia se extiende también a la interfase electrónica NODEBUS dentro de cada estación. Cuando se envían mensajes, una estación alterna entre dos buses redundantes, llamados A y B. Si uno de los buses falla, el software administrador del sistema lo detecta y los mensajes posteriores son entonces transmitidos por el bus operacional hasta que el otro es reparado.

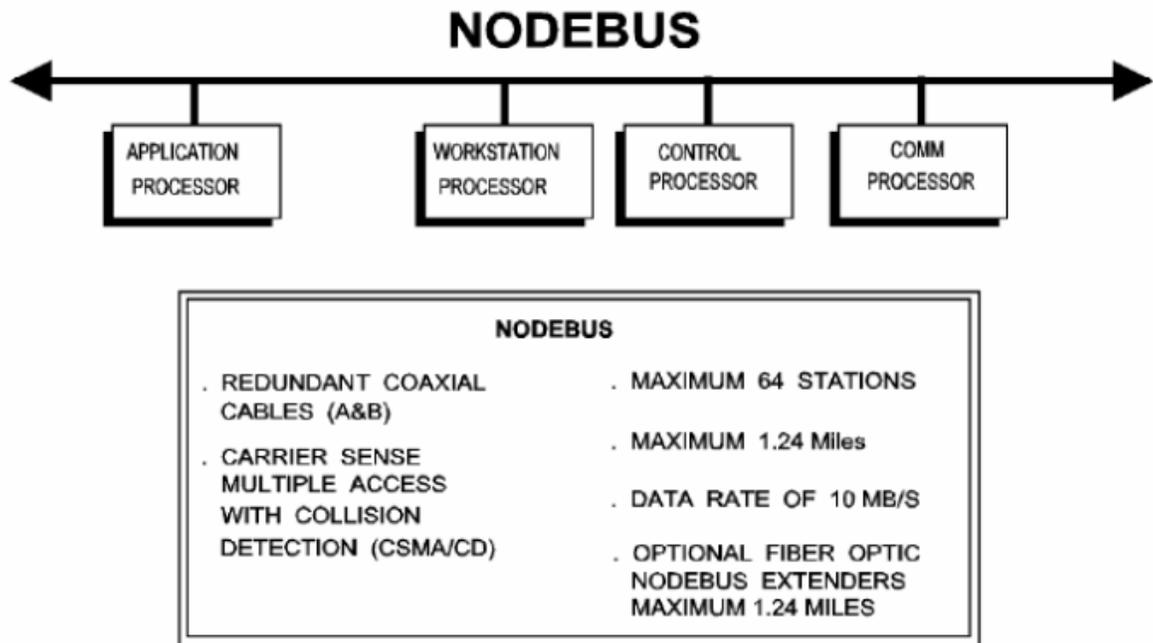


Figura 20. NODEBUS.

1.2.1.2 CSMA/CD

El NODEBUS utiliza una topología Ethernet bus. El protocolo IEEE 802.3 empleado es CSMA/CD, iniciales de "Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection".

CSMA/CD requiere que cada estación tenga la misma prioridad de transmisión de información sobre el NODEBUS. Pero solo una estación puede transmitir en el NODEBUS a la vez. Cuando más de una estación trata de transmitir al mismo tiempo, es detectada una colisión. Las estaciones involucradas retransmiten en diferentes momentos, en base a tiempo generado al azar por cada estación.

Cada estación tiene unas direcciones únicas de estación y siempre está escuchando todos los mensajes enviados por el NODEBUS de otras estaciones. Si un mensaje contiene la dirección de la estación, leerá el mensaje. Cada estación en el NODEBUS puede iniciar las comunicaciones y hablar directamente a cualquier estación blanco.

Esto se llama comunicaciones “point to point”, similar a una llamada telefónica.

Las estaciones pueden también transmitir mensajes sobre el NODEBUS a todas las estaciones, como un todo, sin especificar ninguna estación. Esto es similar a la transmisión de TV por cable. Todas las estaciones están siempre escuchando todos los mensajes enviados por el NODEBUS. A esto se le conoce como comunicaciones “broadcast”.

1.2.1.3 Distancias Máximas

Como máximo, 64 estaciones pueden ser conectadas al NODEBUS. Debido a que estas estaciones pueden ser colocadas en varias localidades, el NODEBUS puede necesitar ser extendido a su longitud máxima de 697m (2300-ft) de cable coaxial. Con cable de fibra óptica, la longitud de NODEBUS puede ser de 2 Km. (1.24 mi.). Si un sistema requiere más de 64 estaciones, se podrán usar nodos adicionales con su propio NODEBUS. Los nodos están conectados entre si a través de una estación conocida como “Carrierband LAN” Modulo Interfase (CLI). El CLI soporta comunicaciones entre 100 NODEBUS's. La velocidad de transmisión de información es de 5 MB/seg, utilizando IEEE 802.4 protocolo “token ring”, que requiere que cada CLI espere su turno para transmitir información.

1.2.1.4 Nombre lógico de la estación (station Address)

Cada estación tiene un Modulo identificador único (MID) que puede encontrarse al frente de las estaciones en su modulo de interface NODEBUS” (Dual NODEBUS Interface, DNBI o DNBT). Este identificador se utiliza al inicializar.

El MID consiste de un juego de caracteres alfanuméricos o letterbugs. El MID puede tener como máximo seis letterbugs, los cuales deben ser mayúsculas (A - Z). Dígitos del 0 a 9 también pueden usarse, así como caracteres especiales (+, -, /, *, #, o en blanco).

El MID frecuentemente es llamado LID (Letterbug ID). Los dos nombres son usados intercambiamente.

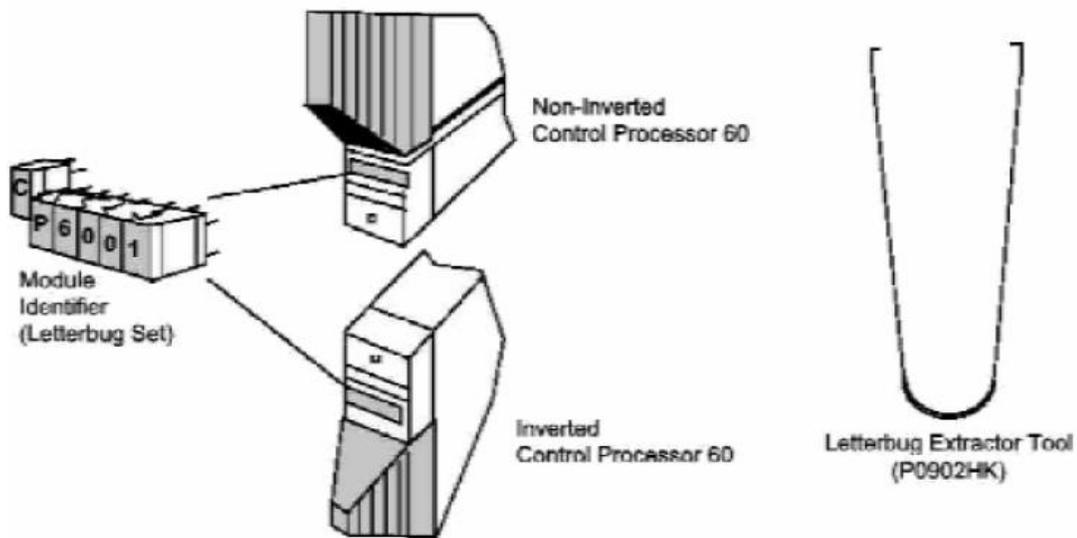


Figura 21. Identificación del Módulo, mediante LetterBug.

Una ventaja de MID únicos es que una estación en falla puede ser reemplazada por otra estación del mismo tipo con el mismo MID. Cuando están conectadas al NODEBUS, la nueva estación automáticamente se inicializa y realiza las mismas funciones que la estación reemplazada.

Además, los letterbugs pueden invertirse e insertadas a un modulo. Aun se pueden leer electrónicamente. El modulo mismo puede insertarse de cabeza en la sección inferior de la misma estructura de montar donde está el NODEBUS. Se utiliza una herramienta extractora para insertar y retirar el MID.

1.2.1.5 Dirección del Modulo FieldBus

Cada FBM (distinto a la serie 200) tiene identificador de modulo únicos (MID). Igual que con los MID de estaciones, este identificador se utiliza al inicializar para permitir bajar su base de datos. Los FBM discretos también lo usan para comunicarse con el CP.

El MID de un FBM también es conocido como su IOMID (I/O Identificación de Modulo). Este IOMID se usa para construir bloques para identificar el FBM conectado a una señal de entrada o de salida. El nombre de cada FBM es similar al de estaciones. Para nombrar la serie 200 son un poco diferentes y se explica mas tarde en este modulo.

1.2.2 FieldBus

1.2.2.1 Transmisión de Información

Como se mencionó anteriormente, un CP envía y recibe información de y hacia sus FBM asignadas. Similar a la transferencia de información entre estaciones, un CP y su FBM también requieren de un bus para intercambiar información. Esta vía separada de comunicación es el FieldBus, que tiene dos secciones:

- Ethernet Trunk FieldBus
- Module FieldBus

El “Ethernet trunk FieldBus” es esa sección del FieldBus localizada entre CP y FCM. Es un bus de 10 Mbps, opcionalmente redundante, para comunicación de información. Emplea un protocolo asincrónico y se conforma a los requerimientos generales de comunicaciones Ethernet.

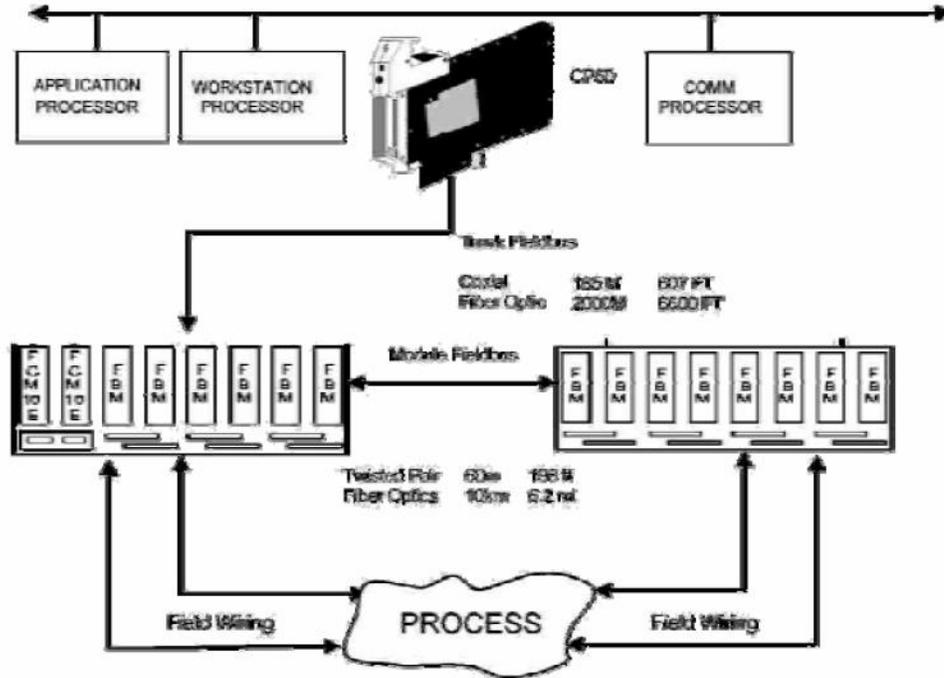


Figura 22. Metodología FieldBus.

El modulo FieldBus es esa sección del FieldBus utilizada para interconectar todos los módulos montados en bases (FCM y FBM). Es un bus serial opcionalmente redundante de 2 Mbps, que utiliza el protocolo HDLC (High Data Link Control). El cableado del “Module FieldBus” entre bases ser un par trenzado con blindaje, fibra óptica, o una combinación de ambos.



Figura 23. Módulos de Comunicaciones Serie 200.

Existen tres tipos de FCM. El FCM10E, marcado con un triángulo gris, se usa con cable coaxial o cable en par blindado. Los que se utilizan con fibra óptica, o una combinación de ambos, se identifican con triángulos anaranjados. Los de tipo de fibra óptica Ofrecen varias longitudes de FieldBus.

De manera similar al FBM, un FCM se monta en una placa. Quitar el FCM de la base mientras está prendido no daña al modulo ni a la base.

Pueden estar conectados hasta 32 FCM a un solo CP, formando un FieldBus con hasta 120 FBM. Las conexiones entre las bases pueden ser de cable torcido o fibra óptica.

La serie FCM2 permite conexiones entre bases utilizando fibra óptica. Existe un número de opciones de configuración. Hay tres tipos de FCM2; FCM2F2, FCM2F4 y FCM2F10. El último número, 2,4 y 10, representa la longitud en Km. de fibra óptica.

1.2.2.2 Switches Ethernet

Un switch es un aparato de comunicaciones activo, de puertos múltiples que proporciona un dominio separado de colisión para cada puerto, y utiliza el “Media Access Control” (MAC) para dirigir paquetes de red a la estación o interruptor adecuado. Esto permite comunicaciones simultáneas múltiples entre aparatos de la red conectados al interruptor.

Hay disponibles cuatro tipos de switch:

- 8 puertos no administrado (Fibra Óptica)
- 8 puertos administrado (Fibra Óptica)
- 16 Puertos administrado (Fibra Óptica)
- 24 puertos administrados (Fibra Óptica).



Figura 24. Switch de 16 Puertos.

Estos “Switches” son parte fundamental de la mayoría de las redes. Permiten a varios usuarios enviar información por la red al mismo tiempo sin causar demoras a otros. De la misma manera que los permiten a diferentes redes comunicarse entre ellas mismas, los switches aceptan nodos diferentes (un punto de conexión de red, típicamente una computadora) de una red a comunicarse directamente Con otra de una manera limpia y eficiente.

Switches administrados:

- Configurable.
- Existen dos niveles de administración
- RMON1 – Estadística, Historia, Alarmas, y Eventos
- RMON2 - Estadística, Historia, Alarmas, Eventos, Huésped, HostTopN, Matrix, Filtro, y captura de paquetes.
- Necesitan dirección IP
- Se puede tener acceso vía SNMP o TELNET una vez asignado el IP
- Configurado utilizando una terminal o PC usando hyper-terminal y su puerto RS232

1.2.2.3 Comunicaciones con Switches

Existen muchos tipos de “switches” y de redes. Los Switches que proporcionan una conexión separada para cada nodo en la red interna de una compañía se conocen como switches LAN. Esencialmente, un switch LAN crea una serie de redes instantáneas que contienen solo los dos aparatos que se están comunicando entre si en ese momento en particular.

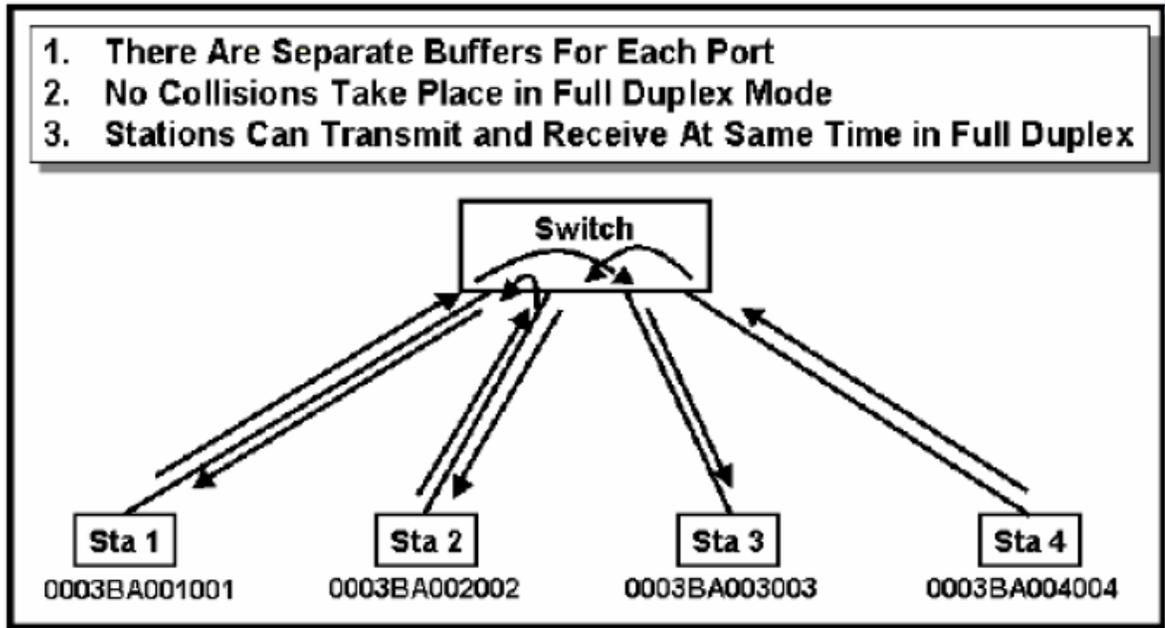


Figura 25. Comunicaciones Duplex Completas.

El Ethernet usa un proceso llamado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) para comunicarse a través de la red. Bajo CSMA/CD, un nodo no envía un paquete a menos que la red este libre de tráfico. Si dos nodos envían paquetes al mismo tiempo ocurre una colisión y se pierden los paquetes. Ambos nodos entonces esperan una cantidad de tiempo al azar y retransmiten los paquetes. Cualquier parte de la red donde exista la posibilidad de que paquetes de distintos nodos interfieran uno con otro se considera parte de la misma coalición. Una red con un gran número de nodos en el mismo segmento frecuentemente tendrá muchas colisiones y por lo tanto, un dominio grande de colisiones.

En una red completamente “switched”, estos switches proporcionan un segmento dedicado para cada nodo.

Debido a que los únicos aparatos en un segmento son el switch y el nodo, el switch recoge todas las transmisiones antes de que lleguen a otro nodo. El switch envía entonces el marco a través del segmento apropiado. Ya que los segmentos tienen un solo nodo, el marco solo llega al receptor indicado. Esto permite que muchas conversaciones ocurran simultáneamente este tipo de red.

Este Switcheo le permite a una red mantener un ethernet completamente duplex. Antes de los switches, el Ethernet era medio duplex, lo que significa que la información se podía transmitir en una dirección a la vez. En una red completamente “switched”, cada nodo se comunica solo con el switch, no directamente con otros nodos.

La Información puede viajar de nodo a switch y de switch a nodo simultáneamente.

2. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO ACTUAL

2.1 ESTADO DEL SISTEMA

2.1.1 Red de Comunicaciones

La red de comunicaciones de la estación AW2450 ubicada en TURBOEXPANDER, está basada en un bus de comunicación llamado NODEBUS. El DCS *I/A Foxboro* se alberga en un bus dual de control redundante NODEBUS.

Las dos líneas se denominan 'Cable A' y 'Cable B'. Se encuentra conectado para aplicaciones externas a través de Ethernet estándar a este bus y a través de cualquiera de los dos módulos de interfaz.

Debido a la constante manipulación de los cables conectados a la estación AW2450 se averió el adaptador DB9-DB25 empleado para la conexión del host splitter a la estación, derivando en el aislamiento del AW2450 del NODEBUS, por lo que se reemplazó el host splitter por uno con conector DB9 (directo al puerto serial de la estación) para recuperar la conexión de la máquina al bus de nodo.

2.1.2 Estacion de trabajo

La estación DELL OptiPlex GX1 ya en estado de obsolescencia, cuenta con unidad floppy, unidad de cinta Travan de cartuchos, posee 2 puertos USB. La estación de trabajo está equipada con discos duros IDE.



Figura 26. DELL OptiPlex GX1

2.1.3 Controladores del DCS

El CP60 fue instalado desde la creación del DCS de la planta, este CP puede contener hasta 4000 bloques de control y soporte 120 FBM's. ha operado sin inconvenientes desde su concepción empleando un solo NODEBUS. El cable twinaxial P0972BD se conecta directamente al cable coaxial, el recomendado es el Belden 89907.

2.1.4 Estado de los FBM's (Módulo de Bus de Campo)

Los 2 módulos de campo se encuentran en buenas condiciones. El sistema de control solo posee un módulo FCM10E, dado que el CP sólo proporciona un cable para el bus de campo.

2.1.5 Estado de los Gabinetes (Enclosures)

Los diseños iniciales de la planta TURBOEXPANDER, cuentan con gabinetes. El gabinete contiene un (1) CP60 y el DNBT de la estación. El tablero no se encuentra refrigerado y carece de iluminación, posee equipos asociados a la operación de la planta que no son funcionales. Aunque TURBOEXPANDER tiene muchos años de estar funcionando el acceso al gabinete está limitado en la parte posterior donde están las puertas. El gabinete metálico donde está el baseplate con el FCM y las FBMs se encuentra en buenas condiciones, operando solo con una fuente FPS400.

2.2 FALLAS EN LA ARQUITECTURA ACTUAL

Las condiciones subestandar encontradas se resumen en:

- CP60 opera sin redundancia, con solo 1 cable para bus de campo y sin puesta a tierra.
- El baseplate para el FCM y las FBMs solo tiene fuente principal, no cuenta con redundancia
- La estación AW2450 es obsoleta y no posee respaldo de fábrica para repuestos, considerando que no cuentan con funcionalidad de las unidades de floppy, cinta disco duro, este último ha fallado en repetidas oportunidades

- Las condiciones de instalación/ubicación tanto para el CP y el DNBT como para la estación no son las adecuadas.

3. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA

Nuestros sistemas deberán estar a la vanguardia de los nuevos sistemas de control distribuidos más actualizados de la refinería de ECOPETROL S.A., en la actualidad se encuentra en construcción el cuarto operacional consolidado (COC) cuyo diseño se muestra en la siguiente imagen.



Figura 27. Cuarto Operacional Consolidado (COC) de *ECOPETROL S.A.*

Este cuarto de control a gran escala, se encargará de recibir las señales provenientes de los diferentes cuartos de control ubicados en la refinería de Barrancabermeja, tendrá albergados sistemas de control avanzado, salas de supervisión e ingeniería y empleará comunicación mediante fibra óptica con las demás áreas del complejo industrial. Las plantas petroquímicas emplean sistemas de control distribuido basadas en lazos de proceso complejos y de alto riesgo operacional.



Figura 28. Planta petroquímica U-200, en la refinería de Barrancabermeja.

No obstante gran parte de los sistemas de control distribuido de las plantas en la refinería han recibido actualizaciones en los últimos años, caso contrario a los sistemas de la U-2450 (Turboexpander), su estado la llevó a no contar con los avances en las nuevas tecnologías.

Para iniciar el diseño de la actualización es necesario asignar la dirección IP (Protocolo de internet) a fin de establecer las respectivas direcciones de red internas. La estación de aplicación AW2450 tiene asignada una dirección IP (143.7.3.190), la cual pertenece a la red corporativa de ECOPETROL S.A.

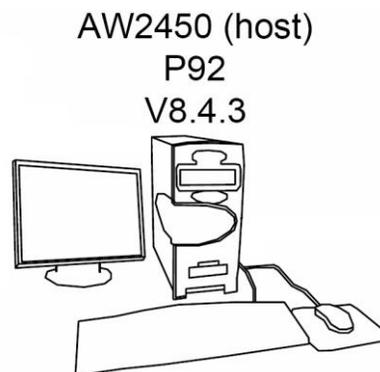


Figura 29. Estación AW2450, con Hardware GX340.

Los sistemas Foxboro ofrecen dos tipos de estaciones, P90 la cual se utiliza como *Application Workstation* (AW) o comúnmente denominada estación de ingeniería. Para esta estación, al no ser usada por los operadores, no se destinará recurso de video y será empleada como *Host* del sistema pues sus características de procesamiento y almacenamiento de datos son superiores.

Las operaciones de control directo del proceso se realizan a través de la *Workstation Processor* (WP), se empleará la estación P92, la cual cuenta con un Hardware GX340, sistema operativo Windows XP. Esta estación es de buena capacidad de almacenamiento y procesamiento por tanto es la que se utiliza para la visualización y supervisión de la operación del sistema.

En la planta Turbo-Expander no se tendrá un host local, sino remoto, pues no se utiliza una P90. Solo se necesita la visualización de la planta para el supervisor. Como el host estará instalado en el cuarto de operacional consolidado COC se usó en el diseño comunicación por fibra óptica entre estaciones.

Al sustituir el cable coaxial por la fibra óptica, mejoramos la confiabilidad del sistema incluyendo 2 switches garantizando la redundancia en la comunicación garantizando la transmisión, recepción de datos y velocidad en el canal de comunicación.



Figura 30. Estación P92 de Foxboro a disponer en nuevo diseño.

El Control Processor 60 (CP60) que existe actualmente en la planta tiene comunicación con los módulos de campo, mediante cable coaxial. Es un CP que está “cargado”, es decir su capacidad de almacenamiento se encuentra saturado.

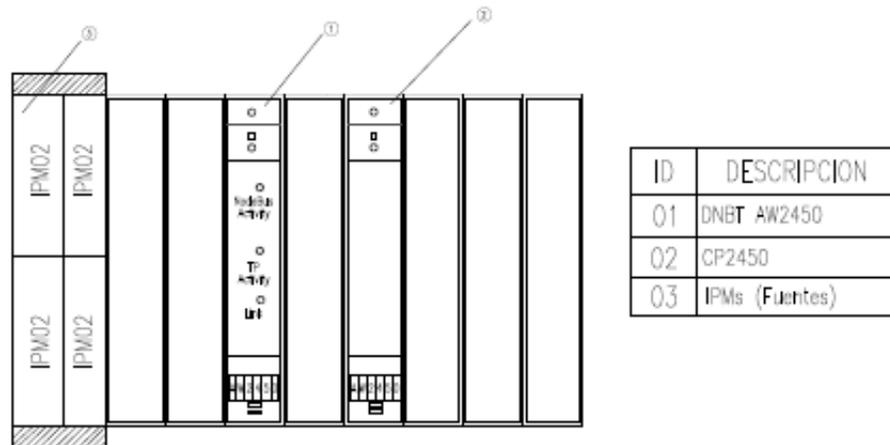


Figura 31. Celda 1x8 Foxboro para la U-2450.

En un nuevo diseño se mejoran las capacidades de control, características mejoradas usando un Control Processor FCP270. Este es un CP que puede albergar hasta 8000 bloques de control en contraste con el CP anterior que cuenta solo con 4000 y su comunicación convenientemente, se realiza mediante fibra óptica, además tiene mayor procesamiento de datos, emplea memoria de almacenamiento redundante, diferentes puertos de I/O, entre otras características que lo hacen apropiado para la aplicación.

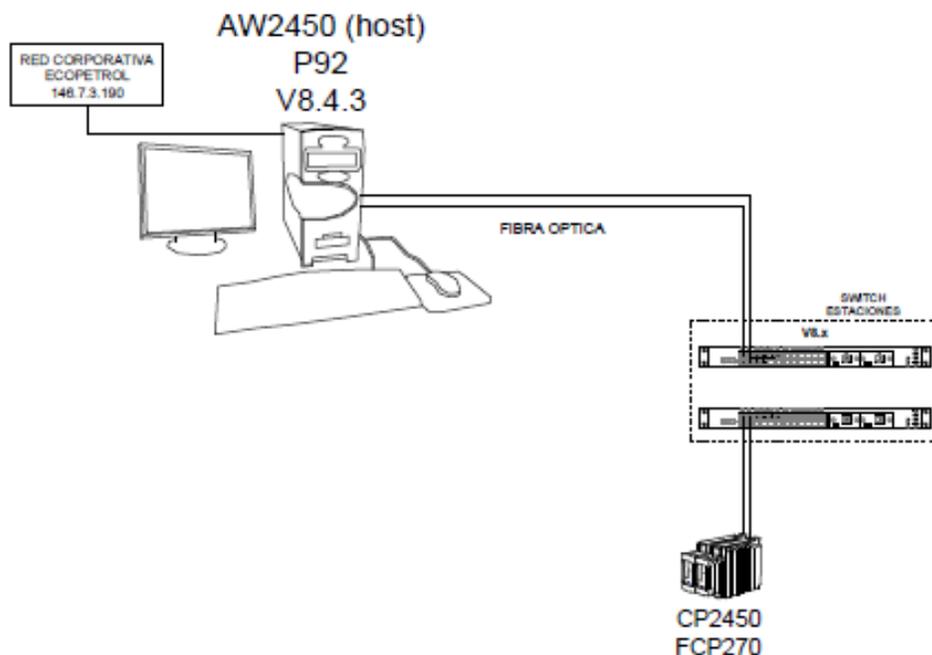


Figura 31. Celda 1x8 Foxboro para la U-2450.

Se recomienda la instalación conectores del tipo MTRJ.



Figura 33. Conector MTRJ, recomendado para la interconexión de fibra óptica.

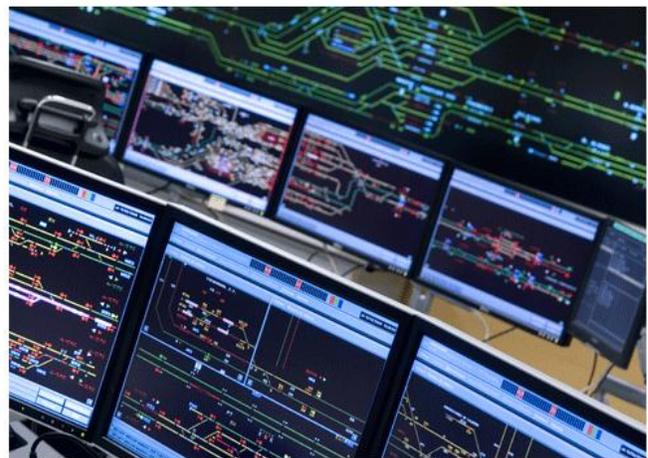
Este es un nuevo tipo de conector dúplex plástico de pequeño tamaño con mecanismo de fijación rápido. En el espacio de un conector SC aloja la conexión de dos fibras ópticas.

Este conector permite una alta densidad de conexión en repartidores frente a otros estándares, siendo empleados para instalaciones interiores en todo el mundo para aplicaciones de LAN sobre fibra óptica, donde se requiera un buen comportamiento de la conexión óptica y la conexión de dos fibras ópticas simultáneamente.

Por último se actualiza también el tipo de pantalla de operaciones, la existente es una pantalla tipo TRC (Tubos de rayos catódicos) lo que ocasiona desgaste y cansancio en los ojos. Se recomienda el uso de pantallas LCD.



Tubo de Rayos Catodicos (Anterior)



LCD (Nuevo diseño)

Figura 34. Implementación de nuevas pantallas LCD recomendadas para nuevo diseño.

Los módulos de bus de campo actualmente instalados son grupos de bloques controladores cuyas interfaces visualizan en tiempo real las variables de proceso en campo. Actualizando los módulos de bus de campo mejoramos la velocidad de muestreo de las señales en campo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de control distribuido en procesos complejos llevan a redefinir en gran medida los niveles principales en la pirámide de automatización desde la instrumentación en campo hasta la forma de cómo se realiza control del proceso.

La actualización de la arquitectura de control contempla realizar cambios significativos en la planta y todas tienen como finalidad reducir las características de hardware y software, además busca realizar tareas de mantenimiento sencillas que no implique realizar maniobras relevantes en el proceso, manteniendo la redundancia de las operaciones.

Este diseño brinda simplificar la forma de control, agrega velocidad de procesamiento de datos y brindan una vista global de las operaciones en la planta. Las nuevas tecnologías aquí propuestas proporcionan no solo tener control del proceso si no que tiene la característica de integrar los componentes instalados en el cuarto de control, tales como sistema de Fire & Gas, sistema de presurización y aire acondicionado, sistemas de seguridad.

Al tiempo de instalar este nuevo sistema de control se recomienda realizar los diseños necesarios para sistemas de Fire & Gas, redistribución de cableado estructural de instrumentación, red de comunicaciones y demás sistemas de la planta, así como mejoras físicas reubicación de enclosures y gabinetes.

Se recomienda usar los módulos de bus en campo FBM224 de Foxboro, los cuales contiene características compatibles con los sistemas anteriormente propuestos.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Base de datos de la empresa INVENSYS OPERATIONS MANAGMENT

[2] Página soporte de los usuarios de INVENSYS OPERTATIONS MANAGMENT. (En línea: <http://support.ips.invensys.com/>).

[3] MILLER Frederic, VANDOME Agnes y MCBREWSTER John. Distributed Control System. USA: 2010

[4] FIERRO VITOLA, Jairo Andrés. Sistemas de Control Distribuido Serie I/A Foxboro. Bucaramanga: 2010

6. ANEXOS

PLANIMETRÍA DE DISEÑOS - ARQUITECTURA SISTEMA DE CONTROL