UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

EL INTERBUS EN LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:
LUIS ALBERTO CORTEZ QUISPE
PROMOCIÓN 1986 – I

LIMA – PERÚ

2005

Dedico este trabajo a:

Mis padres, por haber brindado su esfuerzo,
cariño y dedicación para el desarrollo personal de sus hijos,
Mis (7) hermanos por seguir el camino
enseñado por nuestros padres y a mis sobrinos para que su deseo de superación
siempre este presente
Mi esposa e hijos que me dieron fuerza para
culminar con éxito mi carrera profesional

EL INTERBUS EN LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

SUMARIO

En este informe se describe los nuevos conceptos en la automatización, los cuales requieren de soluciones en la comunicación que posean una gran fiabilidad y estabilidad, para poder permitir un networking entre las compañías, se describe la historia de las redes, objetivos, clasificaciones, protocolos de comunicaciones de bajo nivel y de red, luego la aplicación de estos en las comunicaciones industriales, siendo por sus características Ethernet como medio físico y TCP/IP como protocolo de comunicaciones, los empleados en las labores del control y automatización de procesos en las redes industriales. Las redes industriales usan sistemas de comunicación para el intercambio de información entre las maquinas y aparatos, aquí aparece el bus de campo, los cuales se usan principalmente como un sistema de comunicación entre los sistemas de automatización y los dispositivos de campo, reduciendo costos de cableado, configuración y mantenimiento, en comparación con los sistemas tradicionales, transfiriendo en la mayoría de los casos, información de una manera secuencial. Existe en el mercado gran cantidad de buses de campo, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación, entre los cuales figura INTERBUS, que bien puede considerarse el origen de todos los sistemas de

bus de campo, desarrollado por la compañía alemana Phoenix, para el que se describe sus características importantes, funcionamiento, topología, uso de cables, normas y protocolos, operación y mantenimiento, desarrollo bajo el INTERBUS Club y por último las aplicaciones, conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE

PRÓLOGO **1**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN **4**

1.1. Las redes. 4

1.1.1. Objetivos. 4

1.1.2. Clasificación básica de redes. 5

1.1.3. Cableado de la red. 6

1.2. Protocolos de comunicaciones. 11

1.2.1. Protocolos de bajo nivel 11

1.2.2. Protocolos de red 16

1.3. Revisión breve de TCP/IP. 19

1.3.1. Conjunto de protocolos TCP/IP 20

1.3.2. Descripción general del uso de TCP/IP 23

1.3.3. Direccionamiento IP 26

CAPÍTULO II

REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES 34

2.1. Introducción 34

2.2. Sistemas de Comunicación 36

2.3. Buses de Campo 39

2.3.1. Datos de Proceso 47

2.3.2. Parámetros o Mensajes 48

2.3.3. Perfiles 48

2.3.4. Comunicación en el Bus de Campo 50

2.4. Usos y Aplicaciones de los Buses de Campo 51

2.5. Ventajas de los Buses de Campo 52

2.6. Desventajas del uso del Bus de Campo 53

CAPÍTULO III

EL INTERBUS 54

3.1. Introducción 54

3.2. Elementos Básicos de INTERBUS 57

3.2.1. Tarjeta Controladora 58

3.2.2. Bus remoto. 58

3.2.3. Bus Terminal. 58

3.2.4. Bus local. 59

3.2.5. Loop. 59

3.3. Transmisión de Datos con INTERBUS 61

3.3.1. Estructura del método la Trama de Adición - Master/Slave 61

3.3.2. Modelo OSI – Flujo De Datos 63

3.3.3. Bit de Transmisión 64

3.3.4. Protocolo de la trama de la Adición 65

3.3.5. Canal de Datos del Proceso. 66

3.3.6. Canal del Parámetro 67

3.3.7. Método de Operación del canal de Parámetro 68

3.3.8. Aplicación de Interfaces 69

3.4. Características 69

3.4.1. Topología 70

3.4.2. Tipo de cables 72

3.4.3. Operación y Mantenimiento 74

3.5. Componentes de Automatización en detalle 77

3.5.1. Aislamiento Eléctrico de Diferentes Medios. 77

3.5.2. Sistemas Combinados. 78

CAPÍTULO IV

APLICACIONES 82

4.1. Introducción 82

4.2. Automatización con INTERBUS 83

4.2.1. CMD - Una Herramienta para todos los Sistemas De Control. 83

4.2.2. Reprocesamiento de Datos de Proceso. 85

4.2.3. Disposición de Data Operativa. 85

4.3. Componentes de Campo- El mejor de Todos 86

4.3.1. La Interfaz Estándar 87

4.3.2. Implementación INTERBUS 87

4.3.3. Funciones PCP. 88

4.3.4. Código ID para Identificación Única 88

4.4. Todos los sistemas de Control - Un bus – INTERBUS 89

4.4.1. Funciones del sistema de control con INTERBUS. 90

4.4.2. El método Master/Slave 90

4.4.3. INTERBUS Master. 90

4.4.4. PLC o tarjeta PC. 91

4.5. Estandarización y Seguridad 92

4.5.1. Compatibilidad del producto. 93

4.5.2. Certificado INTERBUS 93

4.5.3. La configuración y arranque. 93

4.5.4. Software e Interfaces. 94

4.5.5. Habilitación Fabrica en la Web 95

4.5.6. Perfiles INTERBUS 96

4.6. INTERBUS Club – Una Comunidad Fuerte 96

4.6.1. Índice de productos INTERBUS. 97

4.6.2. INTERBUS estandarizado Internacionalmente. 98

4.6.3. Comentarios INTERBUS Club. 98

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 100

APENDICE 103

ANEXO A 104

GLOSARIO 105

ANEXO B 112

DATOS TÉCNICOS INTERBUS DATA CABLE 113

INTERBUS REMOTE BUS (2-wire) 113

INTERBUS LOOP 2 115

BIBLIOGRAFÍA 116

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1 Modelo de referencia OSI 21

Figura 1.2 Capas de los protocolos TCP/IP 24

Figura 2.1 Nivel de Planta (Producción) 35

Figura 2.2 Conexiones del bus de campo 40

Figura 2.3 Automatización con PLC's con el método de cableado tradicional 41

Figura 2.4 Automatización con PLC's usando el bus de campo 42

Figura 2.5 Tipos de Buses de Campo 44

Figura 2.6 Planificación de Redes – Estrategia Americana 45

Figura 2.7 Planificación de Redes – Estrategia Europea 46

Figura 3.1 Estructura Documento DIN E 19258 y EN 50254 56

Figura 3.2 Componentes Individuales de una red INTERBUS 60

Figura 3.3 Método de transmisión física - Método de trama de adición 62

Figure 3.4 La estructura lineal para la transmisión mensaje-base 63

Figura 3.5 Estructura del protocolo 64

Figura 3.6 Formato de Telegramas 65

Figura 3.7 Protocolo Trama de la adición 66

Figura 3.8 Canal de Datos del Proceso en el protocolo de trama de la adición 67

Figura 3.9 Canal del Parámetro en el protocolo de trama de la adición 68

Figura 3.10 Topología INTERBUS 73

Figura 3.11 Panel de diagnostico INTERBUS en la tarjeta controladora 77

Figura 3.12 Fácil de conectar Fibra óptica / cobre 80

Figura 4.1 Configuración, monitoreo, y diagnostico sobre el ciclo de vida integral de un sistema 86

Figura 4.2 Desarrollo del fieldbus INTERBUS y el club INTERBUS 89

Figura 4.3 Sistema de control basado en PC 92

Figura 4.4 Sello del certificado INTERBUS 94

Figura 4.5 La integración vertical - Disposición de datos en todos los niveles jerárquicos 95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Categorías UTP 7

Tabla 1.2 Resumen de cables 10

Tabla 1.3 Protocolos TCP más comunes 22

Tabla 1.4 Ejemplos de redes 28

Tabla 1.5 Ejemplos de subredes 29

PRÓLOGO

Actualmente en la automatización se están estableciendo conceptos más claros y definidos que están permitiendo sacar a la automatización del estado en el que se encontraba, lográndose con esto, alcanzar los objetivos primordiales de flexibilidad, universalidad e integración. Los avances realizados en la automatización industrial han tocado diferentes aspectos dentro de la industria, no solo en el campo de la automatización de procesos, sino también en el campo administrativo y gerencial.

Este proceso ha sido impulsado por un nivel mayor de competitividad del mercado que ha obligado a las empresas a buscar modos de disminuir costos y a la vez, a aumentar la calidad y mejorar la organización global de la producción para responder a la demanda. Sin embargo, el principal objetivo de la automatización "producir el mejor producto a coste más bajo", exige que las distintas funciones de una planta trabajen juntas como si fuesen una sola entidad. Hasta hace poco, los sistemas de automatización eran sistemas cerrados, buenos en el control individual de los procesos pero incapaces de optimizar el funcionamiento de la planta. Por eso, actualmente se tiende a elaborar sistemas abiertos, que sean capaces de integrar las

funciones de un sistema de control distribuido basado en autómatas u otros elementos programables con sistemas de gestión de alto nivel.

La Ingeniería de la Automatización Industrial ha efectuado un enorme progreso en la última década. Elementos de hardware cada día más potentes, la incorporación de nuevas funcionalidades y el desarrollo de las redes de comunicación industriales, permiten realizar excelentes sistemas de Automatización Industrial en tiempos mínimos.

En una etapa de transición se tendrán diferentes redes de comunicación integradas a través de gateways, las cuales según los requerimientos podrán tenerse una combinación entre los buses de campo Profibus, ASI, CAN Bus, INTERBUS, Safety,Bus,LON,etc.

En el capítulo I se describe brevemente y a manera de introducción, la teoría básica de redes de datos, protocolos de comunicación y diversos conceptos afines. En el capítulo II se hace una introducción a las redes de Comunicaciones Industriales, describiendo la aplicación de los sistemas de comunicación en una fabrica o planta industrial, donde los niveles de procesamiento de datos tiene diferentes requerimientos, el uso de buses de campo como un sistema de comunicación entre los sistemas de automatización y los dispositivos de campo, mediante un solo cable de comunicación serie, la topología de un bus permite tener una gran flexibilidad en la instalación, se describe los principales buses, así como los usos, aplicaciones y por último las ventajas y desventajas del uso de estos dispositivos. En el capítulo III,

ahondamos en el estudio del bus de campo INTERBUS, se describe los elementos básicos de INTERBUS, transmisión de datos, se estudia sus características obligatorias y opcionales, funcionamiento, tipo de topología, así como los tipos de cables, normas y protocolos, operación y mantenimiento y los componentes de automatización en detalle. En el capítulo IV se hace una introducción sobre el rango de aplicaciones en el campo industrial, automatización con INTERBUS, componentes de campo, estandarización y seguridad, desarrollo del bus de campo INTERBUS bajo la dirección del INTERBUS Club, y por último las conclusiones y recomendaciones así como apreciaciones del estado de la automatización industrial en el Perú.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Las redes.

Una red consiste en dos o más computadoras unidas que comparten recursos como archivos, lectoras de discos compactos o impresoras y que son capaces de realizar comunicaciones electrónicas. Las redes están unidas por cable, líneas de teléfono, ondas de radio, satélite, etc.

1.1.1. Objetivos.

Su objetivo principal es lograr que todos los programas y equipos estén disponible para cualquiera de la red que lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario.

Otro de sus objetivos consiste en proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro, es decir que todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que si una de ellas no se encuentra disponible, podría utilizarse una de las otras copias. Igualmente la presencia de varios CPU(Central Processing Unit) significa que si una de ellas deja de funcionar, las

otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque su rendimiento en general sea menor.

El ahorro económico debido a que los ordenadores pequeños tiene una mejor relación costo / rendimiento, en comparación con la que ofrece las máquinas grandes.

Proporciona un poderoso medio de comunicación entre personas que se encuentran en lugares distantes entre sí.

1.1.2. Clasificación básica de redes.

Red de Área Local (LAN: Local Area Network)

Es una red que cubre una extensión reducida como una empresa, una universidad, un colegio, etc. No habrá por lo general dos ordenadores que disten entre si más de un kilómetro.

Una configuración típica en una red de área local es tener una computadora llamada servidor de ficheros en la que se almacena todo el software de control de la red así como el software que se comparte con los demás ordenadores de la red.

Los ordenadores que no son servidores de ficheros reciben el nombre de estaciones de trabajo. Estos suelen ser menos potentes y tienen software personalizado por cada usuario. La mayoría de las redes LAN están conectadas por medio de cables y tarjetas de red, una en cada equipo.

Red de Área Metropolitana (MAN: Metropolitan Area Network)

Las redes de área metropolitana cubren extensiones mayores como pueden ser una ciudad o un distrito. Bibliotecas, universidades u organismos oficiales suelen interconectarse mediante este tipo de redes.

Redes de Área Extensa (WAN: Wide Area Network)

Las redes de área extensa cubren grandes regiones geográficas como un país, un continente o incluso el mundo. Se utilizan cables transoceánicos o satélites para enlazar puntos que están a grandes distancias entre si.

Con el uso de una WAN se puede conectar desde Perú con Japón sin tener que pagar enormes cantidades de teléfono. La implementación de una red de área extensa es muy complicada.

Se utilizan multiplexores para conectar las redes metropolitanas a redes globales utilizando técnicas que permiten que redes de diferentes características pueden comunicarse sin problema. El mejor ejemplo de una red de área extensa es Internet.

1.1.3. Cableado de la red.

El Cable es el medio a través del cual fluye la información a través de la red. Hay distintos tipos de cable de uso común en redes LAN. Una red puede utilizar uno o más tipos de cable, aunque el tipo de cable utilizado siempre estará sujeto a la topología de la red, el tipo de red que utiliza y el tamaño de esta.

Tipos de cable más utilizados en redes LAN:

a. Cable de par trenzado sin apantallar (UTP: Unshielded Twisted Pair).

b. Cable de par trenzado apantallado (STP: Shieles Twisted)

c. Cable Coaxial

d. Cable de fibra óptica

e. LAN sin cableado.

a. Cable de par trenzado sin apantallar (UTP)

Este tipo de cable es el más utilizado, ver tabla 1.1. La calidad del cable y por ende la cantidad de datos que es capaz de transmitir varía en función de la categoría del cable. Las graduaciones van desde el cable de teléfono, que solo transmite la voz humana al cable de categoría 5 capaz de transferir 100 Mega bites por segundo.

TIPO	USO
Categoría 1	Voz (cable de teléfono)
Categoría 2	Datos a 4 Mbps (Local Talk)
Categoría 3	Datos a 10 Mbps (Ethernet)
Categoría 4	Datos a 20/16 Mbps (Token Ring)
Categoría 5	Datos a 100 Mbps (Fast Ethernet)
Categoría 6	Datos a 1000 Mbps (Gigabit Ethernet)

Tabla 1.1 Categorías UTP

La diferencia entre las distintas categorías es la tirantez. A mayor tirantez mayor capacidad de transmisión de datos.

Se recomienda el uso de cables de categoría 3 a 5 para la implementación de redes en PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas).

El conector estándar para conectores de cable UTP es el RJ-45. Se trata de un conector de plástico similar al conector del cable telefónico. La sigla RJ se refiere al Estándar Registered Jack, creado por la industria telefónica. Este estándar se encarga de definir la colocación de los cables en su pin correspondiente.

b. Cable de par trenzado apantallado (STP)

Una de las desventajas del cable UTP es que es susceptible a las interferencias eléctricas. Para entornos con este tipo de problemas existe un tipo de cable UTP que lleva apantallamiento, esto significa protección contra interferencias eléctricas. Este tipo de cable es usado por lo general en redes de topología Token Ring.

c. Cable Coaxial

El cable coaxial contiene un conductor de cobre en su interior. Este va envuelto en un aislante para separarlo de un apantallado metálico con forma de rejilla que aísla el cable de posibles interferencias externas. Aunque la instalación de cable coaxial es más complicada que la del UTP, este tiene un alto grado de resistencia a las interferencias, también es posible conectar distancias mayores que con los cables de par trenzado (ver tabla 1.2).

Existen dos tipos de cable coaxial:

- Cable coaxial fino (thin coaxial).
- Cable coaxial grueso (thick coaxial).

Es posible escuchar referencias sobre el cable coaxial fino como thinnet o 10Base2. Estos hacen referencia a una red de tipo Ethernet con un cable coaxial fino. Donde el 2 significa que el mayor segmento es de 200 metros, siendo en la práctica reducido a 185 m. El cable coaxial es muy popular en las redes con topología BUS.

También se referencia el Cable Coaxial grueso como thicknet o 10Base5. Este hace referencia a una red de tipo Ethernet con un cableado coaxial grueso, donde el 5 significa que el mayor segmento posible es de 500 metros. El cable coaxial es muy popular en las redes con topología de BUS. El cable coaxial grueso tiene una capa plástica adicional que protege de la humedad al conductor de cobre. Esto hace este tipo de cable una gran opción para redes de BUS extensas, aunque hay que tener en cuenta que este cable es difícil de doblar. El conector más usado para el cable coaxial es el conector BNC(Bayone-Neill-Concelman).

d. Cable de Fibra Óptica

El cable de fibra óptica consiste en un centro de cristal rodeado de varias capas de material protector. Lo que se transmite no son señales eléctricas sino luz con lo que se elimina la problemática de las interferencias. Esto lo hace ideal para entornos en los que haya gran cantidad de interferencias eléctricas. También se utiliza mucho en la conexión de redes entre edificios debido a su inmunidad a la humedad y a la exposición solar.

Con un cable de fibra óptica se pueden transmitir señales a distancias mucho mayores que con cables coaxiales o de par trenzado. Además la cantidad de información capaz de transmitir es mayor por lo que es ideal para redes a través de las cuales se desee llevar a cabo videoconferencias o servicios interactivos. El costo es similar al cable coaxial o al cable UTP pero las dificultades de instalación y modificación son mayores. En algunas ocasiones escucharemos 10BaseF como referencia a este tipo de cableado; estas siglas hablan de una red Ethernet con cableado de fibra óptica.

Las principales características son:

- El aislante exterior está echo de teflón o PVC (Policloruro de vinilo).
- Fibras Kevlar (Tecnología de protección) ayudan a dar fuerza al cable y hace más difícil su ruptura.
- Se utiliza un recubrimiento de plástico para albergar a la fibra central.
- El centro del cable está echo de cristal o de fibras plásticas.

ESPECIFICACION	TIPO DE CABLE	LONGITUD MÁXIMA
10 base t	UTP	100 metros
10 BASE 2	Thin Coaxial	185 metros
10 BASE 5	Thick Coaxial	500 metros
10 Base F	Fibra Óptica	2000 metros

Tabla 1.2 Resumen de cables

e. LAN sin cableado

No todas las redes se implementan sobre un cableado, algunas utilizan señales de radio de alta frecuencia o haces infrarrojos para comunicarse. Cada punto de la red

posee una antena desde la que emite y recibe. Para largas distancias se pueden utilizar teléfonos móviles o satélites. Este tipo de conexión está especialmente indicada para su uso con portátiles o para edificios viejos en los que es imposible instalar un cableado.

Las desventajas de este tipo de redes son su alto costo, su susceptibilidad a las interferencias electromagnéticas y la baja seguridad que ofrecen. Además son más lentas que las redes que utilizan cableado.

1.2. Protocolos de comunicaciones.

Los protocolos son como reglas de comunicación que permiten el flujo de información entre computadoras distintas que manejan lenguajes distintos, por ejemplo, dos computadores conectados en la misma red pero con protocolos diferentes no podrían comunicarse jamás, para ello, es necesario que ambas "hablen" el mismo idioma.

En esta sección describiremos dos tipos de protocolos:

- Protocolos de bajo nivel
- Protocolos de red.

1.2.1. Protocolos de bajo nivel

El protocolo de bajo nivel es, en cierto modo, la forma en que las señales se transmiten por el cable, transportando tanto datos como información y los procedimientos de control de uso del medio por los diferentes nodos. Los protocolos de bajo nivel controlan el acceso al medio físico, lo que se conoce como

MAC(Media Access Control) y, además parte del nivel de transmisión de datos, ya que se encargan también de las señales de temporización de la transmisión.Sobre todos los protocolos de bajo nivel MAC, se asientan en los protocolos de control lógico del enlace o LLC(Logical Link Control), definidos en el estándar IEEE 802.2.

Los protocolos de bajo nivel más utilizados son:

a. Ethernet.

b. Token Ring.

c. Token Bus.

d. FDDI.

e. CDDI.

f. HDLC.

g. Frame Relay.

h. ATM.

a. ETHERNET.

El protocolo de red Ethernet fue diseñado originalmente por Digital, Intel y Xerox por lo cual, la especificación original se conoce como Ethernet DIX. Posteriormente, IEEE ha definido el estándar Ethernet **802.3**.

La forma de codificación difiere ligeramente en ambas definiciones. Es el método de conexión más extendido en la actualidad. La velocidad de transmisión de datos en Ethernet es de 10Mbits/s.

En el caso del protocolo Ethernet/IEEE 802.3, el acceso al medio se controla con un sistema conocido como CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones), cuyo principio de funcionamiento consiste en que una estación, para transmitir, debe detectar la presencia de una señal portadora y, si existe, comienza a transmitir. Si dos estaciones empiezan a transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión y ambas deben repetir la transmisión, para lo cual esperan un tiempo aleatorio antes de repetir, evitando de este modo una nueva colisión, ya que ambas no escogerán el mismo tiempo de espera.

Existen cuatro tipos de Ethernet:

10base5: Es la Ethernet original. Utiliza cable coaxial grueso y transceptores insertados en él. La longitud máxima del bus es de 500 m con 100 estaciones por segmento, a una distancia mínima de 2.5 m entre puntos de inserción de los transceptores.

10base2: El costo de instalación del coaxial y los transceptores de las redes 10base5 las hacía prohibitivas para muchas empresas, lo cual indujo la utilización de un cable más fino y, por tanto más barato, que además no necesitaba transceptores insertados en él. Por esto, también se le conoce Ethernet fino o cheaper-net(red barata). La longitud máxima es de 185 metros y un máximo de 30 estaciones por segmento.

10baseT: El costo del cable coaxial fino sigue siendo mayor que el del cable telefónico de pares trenzados. Como en la mayoría de los edificios el tendido de las líneas de teléfono estaba hecho con cables de cuatro pares y el teléfono solo utiliza

uno, se diseñó un modo de transmitir las señales Ethernet de 10 Mbits/s sobre dos pares trenzados en segmentos de hasta 100 metros. Esta facilidad de aprovechar los tendidos existentes ha dado gran popularidad a este tipo de Ethernet, siendo el más utilizado en la actualidad. Este tipo de Ethernet tiene una topología de estrella.

10baseF: Es la especificación Ethernet sobre fibra óptica. Los cables de cobre presentan el problema de ser susceptibles tanto de producir como de recibir interferencias. Por ello, en entornos industriales o donde existen equipos sensibles a las interferencias, es muy útil poder utilizar la fibra. Normalmente, las redes Ethernet de fibra suelen tener una topología en estrella.

En la actualidad han surgido nuevas especificaciones basadas en Ethernet que permiten transmitir datos a mayor velocidad como son:

Switched Ethernet: Esta especificación utiliza concentradores de red con canales de comunicación de alta velocidad en su interior, con una arquitectura similar a las centrales de teléfonos, que conmutan(switch) el tráfico entre las estaciones conectados a ellos. Esto permite que cada estación disponga de un canal de 10Mbits/s, en lugar de un único canal para todas ellas. La ventaja de esta especificación es que utiliza los mismos cables y tarjetas de red que el 10baseT, sustituyéndose sólo los concentradores.

Fast Ethernet/IEEE 802.3u (Ethernet de 100 Mbits/s): Esta especificación permite velocidades de transferencia de 100 Mbits/s sobre cables de pares trenzados, directamente desde cada estación. Requiere la sustitución de los concentradores y las

tarjetas de red de las estaciones. El estándar 802.3u describe la especificación Fast Ethernet 100BASE-X.

Gigabit Ethernet/IEEE 802.3z/802.3ab (Ethernet de 1000 Mbits/s): Esta especificación permite velocidades de transferencia de 1000 Mbits/s sobre fibra óptica o cables de pares trenzados. El estándar 802.3z describe la especificación el sistema Gigabit Ethernet de fibra óptica 1000BASE-X y el estándar 802.3ab describe la especificación el sistema Gigabit Ethernet de par trenzado 1000BASE-T.

10GigabitEthernet/IEEE 802.3ae (Ethernet de 10 Gbits/s): Esta especificación permite velocidades de transferencia de 10 Gbits/s sobre fibra óptica.

b. TOKEN RING.

Las redes basadas en protocolos de paso de testigo(token passing), basan el control de acceso al medio en la posesión de un testigo. Este es un paquete con un contenido especial que permite transmitir a la estación que lo tiene. Cuando ninguna estación necesita transmitir, el testigo va circulando por la red de una a otra estación. Cuando una estación transmite una determinada cantidad de información debe pasar el testigo a la siguiente. Las redes de tipo token ring tienen una topología en anillo y están definidas en la especificación IEEE 802.5 para la velocidad de transmisión de 4 Mbits/s. Existen redes token ring de 16 Mbits/s, pero no están definidas en ninguna especificación de IEEE.

c. TOKEN BUS.

Es una especificación de red basada en control de acceso al medio por paso de testigo con topología de bus.

d. FDI (Fiber Distributed Data Interface).

Es una especificación de red sobre fibra óptica con topología de doble anillo, control de acceso al medio por paso de testigo y una velocidad de transmisión de 100 Mbits/s. Esta especificación estaba destinada a sustituir a la Ethernet pero el retraso en terminar las especificaciones por parte de los comités y los avances en otras tecnologías, principalmente Ethernet, la han relegado a unas pocas aplicaciones como interconexión de edificios.

e. CDDI (Copper Distributed Data Interface).

Es una modificación de la especificación FDDI para permitir el uso de cables de cobre de la llamada categoría cinco, cables de alta calidad específicos para transmisión de datos, en lugar de fibra óptica.

f. HDLC (High Level Data Link Control).

Es la especificación de red utilizada principalmente en las transmisiones por líneas telefónicas para comunicaciones de datos, como pueden ser las líneas punto a punto y las redes públicas de conmutación de paquetes.

1.2.2. Protocolos de red

El protocolo de red determina el modo y organización de la información (tanto datos como controles) para su transmisión por el medio físico con el protocolo de bajo nivel. Los protocolos de red más comunes son:

a. IPX/SPX.

b. DECnet.

c. X.25.

d. TCP/IP.

e. AppleTalk.

f. NetBEUI.

a. IPX/SPX (Internet Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange).

Es el conjunto de protocolos utilizados por el sistema operativo de red Netware de Novell. SPX actúa sobre IPX para asegurar la entrega de los datos.

b. DECnet (Digital Equipment Corporation net).

Es un protocolo de red propio de Digital Equipement Corporation (DEC), que se utiliza para las conexiones en red de los ordenadores y equipos de esta marca y sus compatibles. Está muy extendido en el mundo académico. Uno de sus componentes, LAT (Local Area Transport), se utiliza para conectar periféricos por medio de la red y tiene una serie de características de gran utilidad como la asignación de nombres de servicio a periféricos o los servicios dedicados.

c. X.25.

Es un protocolo utilizado principalmente en WAN y, sobre todo, en las redes públicas de transmisión de datos. Funciona por conmutación de paquetes, esto es, que los bloques de datos contienen información del origen y destino de los mismos

para que la red los pueda entregar correctamente aunque cada uno circule por un camino diferente.

d. TCP/IP (Transmision Control Protocol/ Internet Protocol).

Este no es un protocolo, si no un conjunto de protocolos, que toma su nombre de los dos más conocidos: TCP (Transmision Control Protocol) e IP (Internet Protocol). Esta familia de protocolos es la base de la red Internet, la mayor red de ordenadores del mundo. Por lo cual, se ha convertido en el más extendido.

e. AppleTalk.

Este protocolo está incluido en el sistema operativo del ordenador Apple Macintosh desde su aparición y permite interconectar ordenadores y periféricos con gran sencillez para el usuario, ya que no requiere ningún tipo de configuración por su parte, el sistema operativo se encarga de todo.

Existen tres formas básicas de este protocolo:

LocalTalk: Es la forma original del protocolo. La comunicación se realiza por uno de los puertos serie del equipo. La velocidad de transmisión no es muy rápida pero es adecuada para los servicios que en principio se requerían de ella, principalmente compartir impresoras.

Ethertalk: Es la versión de Appletalk sobre Ethernet. Esto aumenta la velocidad de transmisión y facilita aplicaciones como la transferencia de ficheros.

Tokentalk: Es la versión de Appletalk para redes Token Ring.

f. NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface).

Interfaz de usuario extendido para NetBIOS, es la versión de Microsoft del NetBIOS (Network Basic Input/Output System), que es el sistema de enlazar el software y el hardware de red en los PCs. Este protocolo es la base de la red de Microsoft Windows para Trabajo en Grupo.

1.3. Revisión breve de TCP/IP.

TCP/IP más que un protocolo es un conjunto de protocolos. Se ha convertido en el estándar de intercomunicación de redes de área extensa y es el único protocolo de enlace y transporte permitido en Internet.

La idea general de conectar una red con ordenadores diferentes partió de las investigaciones llevadas a cabo en la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). En el ámbito de esta investigación, DARPA desarrollo el conjunto de protocolos TCP/IP para establecer comunicaciones entre redes e implantó una red que recibió el nombre de ARPAnet, que más tarde se convirtió en Internet. El conjunto de protocolos TCP/IP define los formatos y normas utilizados en la transmisión y recepción de información con independencia de cualquier tipo de hardware determinado u organización de red. A pesar de los protocolos se desarrollaron para la Internet, TCP/IP se ha convertido en el estándar de hecho ya que muchas organizaciones publicas y privadas lo utilizan para su conectividad. El éxito inicial de TCP/IP fue debido a su inclusión en las diferentes variedades del sistema operativo UNIX y fue impulsado porque su implantación resulta más

cómoda y económica que los protocolos equivalentes. TCP/IP emplea un modelo de enrutamiento basado en "datagramas" (paquetes) en lugar de circuitos virtuales. TCP/IP brinda a los arquitectos de sistemas e ingenieros de comunicaciones una independencia del hardware utilizado.

El éxito inicial de TCP/IP fue debido a su inclusión en las diferentes variedades del sistema operativo UNIX y fue impulsado porque su implantación resulta más cómoda y económica que los protocolos equivalentes. TCP/IP emplea un modelo de enrutamiento basado en "datagramas" (paquetes) en lugar de circuitos virtuales. TCP/IP brinda a los arquitectos de sistemas e ingenieros de comunicaciones una independencia del hardware utilizado.

1.3.1. Conjunto de protocolos TCP/IP

En líneas generales, el conjunto de protocolos TCP/IP se corresponde con el modelo de comunicaciones de red definido por la International Organization for Standardization (ISO). Este modelo se denomina modelo de referencia Interconexión de sistemas abiertos (OSI). El modelo describe un sistema de redes ideal que permite establecer una comunicación entre procesos de capas distintas y fáciles de identificar. En el host, las capas prestan servicios a capas superiores y reciben servicios de capas inferiores. La figura 1.1 muestra las siete capas del modelo de referencia OSI y su correspondencia general con las capas del conjunto de protocolos TCP/IP. El sistema al determinar capas permite a los programadores concentrar sus esfuerzos en las funciones de una capa determinada.

No es necesario que creen todo los mecanismos para enviar información a lo largo de la red.

Sólo tienen que saber los servicios que el software debe proporcionar a la capa superior, los servicios que las capas inferiores pueden proporcionar al software y qué protocolos del conjunto proporcionan estos servicios.

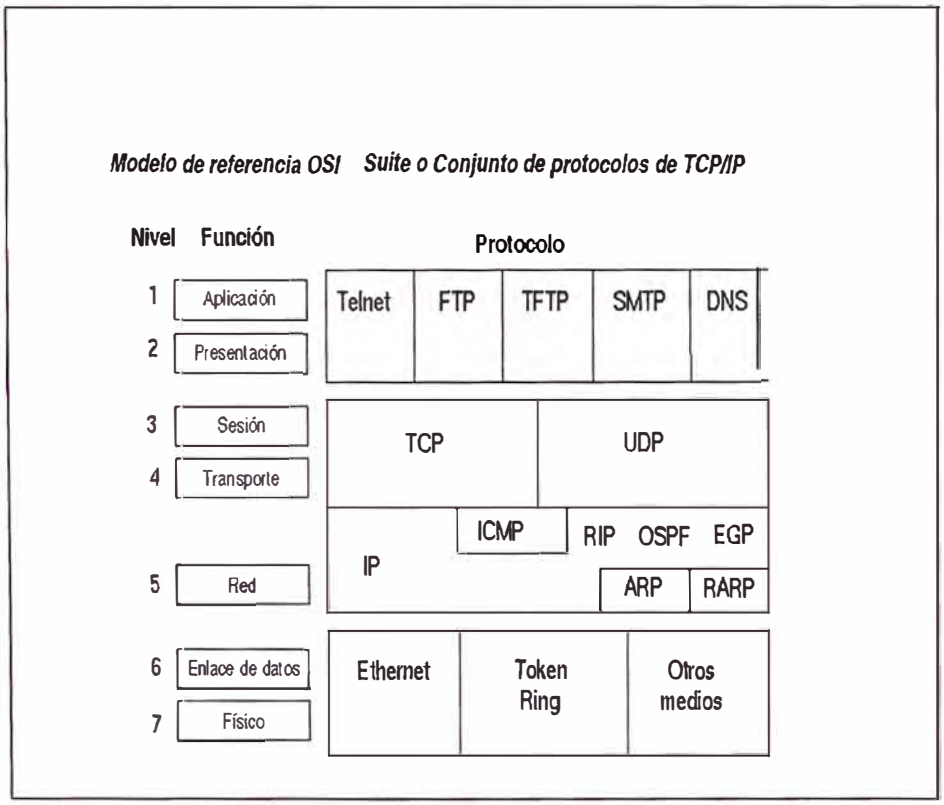


Figura 1.1 Modelo de referencia OSI

En la tabla 1.3 se enumeran los protocolos más comunes del conjunto de protocolos TCP/IP, los servicios que proporcionan.

Protocolos TCP/IP	Servicio
Protocolo Internet (IP)	Proporciona servicios para la entrega de paquetes (encaminamiento) entre nodos.
Protocolo de control de mensaje Internet (ICMP)	Regula la transmisión de mensajes de error y control entre los host y las Pasarelas.
Protocolo de resolución de direcciones (ARP)	Asigna direcciones Internet a direcciones físicas.
Protocolo de resolución de direcciones invertidas (RARP)	Asigna direcciones físicas a direcciones Internet.
Protocolo de control de transmisión (TCP)	Proporciona servicios de envío de flujos fiables entre los clientes.
Protocolo de datagrama de usuario (UDP)	Proporciona servicio de entrega de datagramas no fiable entre clientes.
Protocolo de transferencia de archivos (FTP)	Proporciona servicios de nivel de aplicación para la transferencia de archivos.
TELNET	Proporciona un método de emulación de terminal.
Protocolo de información de encaminamiento (RIP)	Permite el intercambio de información de encamina-miento de vectores de distancia entre ruteadores.
Protocolo Abrir la vía más corta primero (OPSF)	Permite el intercambio de información de encamina-miento de estado del enlace entre ruteadores.
Protocolo de Pasarela externa (EGP)	Permite el intercambio de información de encamina-miento entre ruteadores externos

Tabla 1.3 Protocolos TCP más comunes

1.3.2. Descripción general del uso de TCP/IP

Las aplicaciones que se desarrollan con TCP/IP, normalmente, usan varios protocolos del conjunto. La suma de las capas del conjunto de protocolos se conoce también como la pila (stack) de protocolo. Las aplicaciones definidas por el usuario se comunican con la capa superior del conjunto de protocolos. La capa de nivel superior del protocolo del computador de origen traspasa la información a las capas inferiores de la pila, que a su vez la pasan a la red física. La red física traspasa la información al ordenador de destino. Las capas inferiores de la pila de protocolo del ordenador de destino pasan la información a las capas superiores, que a su vez la pasan a la aplicación de destino.

Cada capa del conjunto de protocolos TCP/IP tiene varias funciones; estas funciones son independientes de las otras capas. No obstante, cada capa espera recibir determinados servicios de la capa inferior y cada capa proporciona ciertos servicios a la capa superior. Cada capa de la pila de protocolo del ordenador de origen se comunica con la misma capa del ordenador de destino. Las capas que se encuentran al mismo nivel en el ordenador de origen y de destino son pares.

Asimismo, la aplicación del ordenador de origen y la del de destino también son pares. Desde el punto de vista del usuario o programador, la transferencia de paquetes se efectúa directamente de una capa para otra.

La figura 1.2 muestra las diferentes capas del conjunto TCP/IP

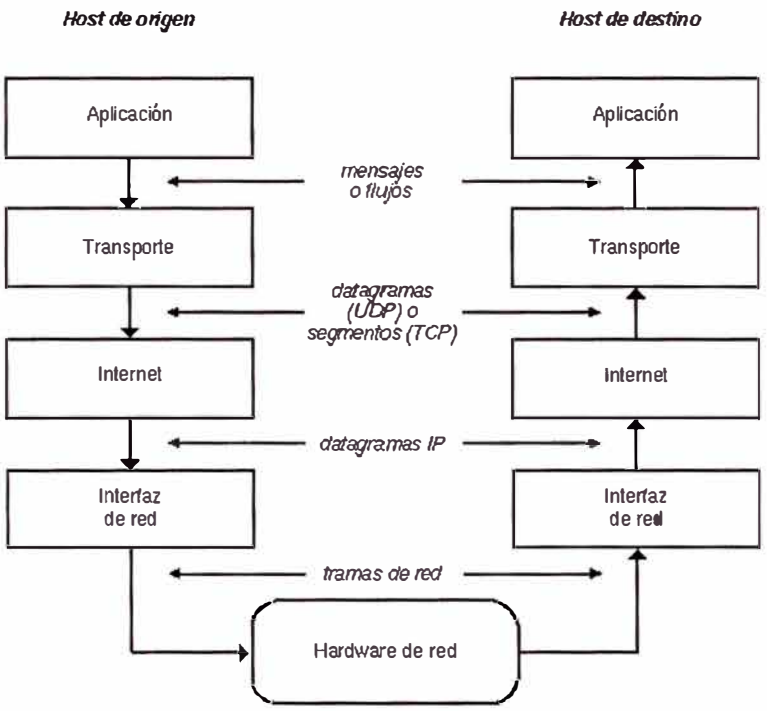


Figura 1.2 Capas de los protocolos TCP/IP

El proceso que utiliza una aplicación para transferir el contenido de un archivo es el siguiente:

a. La capa de la aplicación envía un flujo de bytes a la capa de transporte del ordenador de origen.

b. La capa de transporte divide el flujo en segmentos TCP, asigna un encabezado con un número de secuencia al segmento en cuestión y transmite este segmento a la capa de Internet (IP). Se calcula la suma de comprobación.

c. La capa de IP crea un paquete con parte de los datos que contiene el segmento TCP. La capa de IP añade al paquete un encabezado que

indica las direcciones IP de origen y de destino. Esta capa también determina la dirección física del ordenador de destino o los ordenadores que actúan como intermediarios hasta el host de destino. Entonces, envía el paquete y la dirección física a la capa de enlace de datos. Se vuelve a calcular la suma de comprobación.

d. La capa de enlace de datos transmite el paquete IP en la sección de datos de una trama de enlace de datos al ordenador de destino. Si el ordenador de destino actúa como intermediario, el paso 3 volverá a repetirse hasta que se alcance el destino final.

e. Cuando se alcanza el ordenador de destino, la capa de enlace de datos descarta el encabezado del enlace y envía el paquete IP a la capa de IP.

f. La capa de IP verifica el encabezado del paquete. Si la suma de comprobación del encabezado no coincide con la calculada por dicha capa, el paquete se ignora.

g. Si las sumas coinciden, la capa IP descarta el encabezado y envía el segmento TCP a la capa TCP correspondiente. Esta capa comprueba el número de secuencia para determinar si el segmento, es el segmento correcto de la secuencia.

h. La capa TCP calcula una suma de comprobación para los datos y el encabezado TCP. Si la suma no coincide con la suma transmitida con el encabezado, la capa TCP descarta el segmento. Si la suma coincide y el segmento está en la secuencia correcta, la capa TCP envía un reconocimiento al ordenador de destino.

i. La capa TCP descarta el encabezado TCP y transfiere los bytes del segmento que acaba de recibir a la aplicación.

j. La aplicación que se encuentra en el ordenador de destino recibe un flujo de bytes como si estuviera conectado directamente a la aplicación del ordenador de origen.

1.3.3. Direccionamiento IP

TCP/IP lleva asociado una serie de conceptos a aclarar:

Hosts: Son cada uno de los dispositivos conectados a la red. Un host puede ser un servidor, un puesto de la red, un servidor de impresoras, un ruteador, etc.

Dirección: Es un código que identifica a cada dispositivo dentro de la red.

Red: Conjunto de hosts agrupados bajo una misma dirección de red.

Subred: Conjunto de hosts dentro de una red.

El protocolo IP establece un sistema de direcciones que identifica a cada host de forma única. Todos los equipos y dispositivos de comunicaciones en una red TCP/IP han de tener una dirección IP única para poder establecerse la comunicación. Cada vez que se envía un paquete a la red ésta determina el camino seguirá hasta su destino. La dirección IP es un número de 4 bytes (32bits) que se representa como 4 enteros entre 0 y 255.

Cada dirección IP de 4 bytes se divide en dos partes:

- Una porción de la red, que identifica la red
- Una porción del Host, que identifica el nodo

Las direcciones IP se dividen en tres clases según los dos bits más importantes de los cuatro primeros bytes. Esto se hace para que los ruteadores puedan extraer la porción de la red de la dirección de manera eficiente.A pesar de la clase de dirección, todos los nodos de una red única comparten la misma porción de la red; cada nodo tiene una porción única.

Dirección IP de un host 194.224.78.16

Para facilitar el encaminamiento de los datagramas, las direcciones IP se agrupan en redes. Una red es un grupo de direcciones IP que tienen en común una parte de su dirección. La dirección IP anterior hace referencia al host número 16 de la red 194.224.78.0

Dirección IP de una red 194.224.78.0

Por convenio la dirección de una red se obtiene a partir de los bits que tiene en común todas las direcciones de ella, con los demás bits puestos a cero. Dado que cada dirección IP se compone de 4 números enteros entre 0 y 255, la red comprende todas las direcciones desde 194.224.78.1 hasta 194.224.78.254. El número 0 se reserva para el número de la red y el número 255 es la dirección de difusión de la red, cualquier datagrama enviado a la dirección de difusión será recibido y procesado por todos los hosts de la red. Existen unas clases de redes predeterminadas, cada dirección tiene una máscara que se determina en función de la dirección de la red.

Para conocer, con exactitud, que parte de la dirección corresponde a la dirección de la red y que parte pertenece a la dirección del host, es necesario ver la máscara (ver tabla 1.4).

	Dirección Red	Máscara	Hosts
Red de Clase A	10.0.0.0	255.0.0.0	16.777.214 Hosts
Red de Clase B	144.102.0.0	255.255.0.0	65.534 Hosts
Red de Clase C	194.224.78.0	255.255.255.0	254 Hosts

Tabla 1.4 Ejemplos de redes

Direcciones de Clase A

Una dirección IP de la clase A consiste en una porción de la red de un byte seguido por una porción del Host de 3 bytes. El bit de mayor orden del byte de la porción de red se define siempre a 0. Por lo tanto se dispondrán de un total de 126 redes de la Clase A (1 a 126) y con más de 16 millones de nodos por red, (las redes entre 0 y 127 están reservadas)

Por ejemplo,
n = dirección de red (en bits) y h = dirección de host (en bits)
Clase A 0nnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh

Direcciones de Clase B

Una dirección IP de la clase B consiste en una porción de la red de dos bytes seguido por una porción del Host de 2 bytes. Los dos bits de orden superior de la porción de red se definen siempre a 10.

Por lo tanto se dispondrán de aproximadamente 16.000 redes de la Clase B (desde 128.x a 191.x) y con más de 65.000 nodos por red.

Por ejemplo

n = dirección de red (en bits)
h = dirección de host (en bits)
Clase A 10nnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh

Direcciones de Clase C

Una dirección IP de la clase C consiste en una porción de la red de tres bytes seguido por una porción del Host de 1 bytes. Los tres bits de orden superior de la porción de red se definen siempre a 110. Por lo tanto se dispondrán de aproximadamente 2 millones de redes de la Clase C (desde 192.x.x a 223.x.x) y con 254 nodos por red.

Por ejemplo,

n = dirección de red (en bits) y h = dirección de host (en bits)
Clase A 110nnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh

Existen empresas y grupos de usuarios cuyas necesidades no llegan a los 254 hosts. Para atender las necesidades de estos grupos mas reducidos se crean subredes que segmentan las clases A, B o C (ver tabla 1.5).

Dirección Red	**Máscara**	**1er Host**	**Ultimo Host**
194.224.78.0	255.255.255.0	194.224.78.1	194.224.78.254
194.224.78.128	255.255.255.128	194.224.78.129	194.224.78.254
194.224.78.240	255.255.255.254	194.224.78.241	194.224.78.242

Tabla 1.5 Ejemplos de subredes

Direcciones IP Reservadas

Las reglas de direccionamiento IP reservan los siguientes tipos de direcciones IP para propósitos especiales:

Direcciones de la red. Estas son las direcciones IP en las que la posición del Host está definida por ceros. Por ejemplo la dirección 129.47.0.0 es la dirección o número de red correspondiente a una red Clase B.

Direcciones de difusión general. Son direcciones en las que la porción del Host está definida en todos(255). Un paquete con una dirección de difusión general se destina a todos los nodos de la red. Por norma general, ningún nodo tiene asignado una porción del Host formada sólo por unos.

Direcciones de retorno de bucle. La dirección de la red 127.0.0.0, y todas las direcciones del Host en la red, por ejemplo, 127.0.0.1, son reservadas.

Direcciones reservadas. Son direcciones en las que la porción de red está formada por ceros o todos(255)

Creación de subredes

Una red Internet (en una dirección de la red Internet única) puede dividirse en una o más redes más pequeñas. En la parte inferior están listadas algunas de las razones para dividir la red:

Usar varios medios. Puede ser imposible, inconveniente o demasiado caro conectar todos los nodos en un medio de la red única cuando estos nodos están demasiado lejos o conectados a un medio diferente.

Reducir la congestión. El tráfico entre nodos en una red única usa un ancho de banda de la red. Como resultado, se requieren más anchos de banda cuando el usuario tiene más nodos. La división de los nodos en varias redes reduce el número de nodos de la red. Si los nodos de una red de tamaño pequeño se comunican principalmente con otros nodos de la misma red, el nivel de congestión se reduce.

Reducir el uso del CPU. La reducción del uso de CPU los nodos conectados es similar a la reducción de la congestión. Más nodos en la red causan más difusiones generales en la red. Incluso si una difusión general no se envía a un nodo en particular, cada nodo de una red debe reaccionar ante la misma antes de decidir si debe aceptar o descartarse.

Aislar una red. La división de una red de mayor tamaño en redes más pequeñas, limita el impacto de uno de los problemas de la red sobre otra. Entre estos problemas se pueden incluir el error de hardware de la red, como una interconexión Ethernet abierta, o errores de software, como una operación de emisión confusa.

Mejorar el nivel de seguridad. En un medio de red de difusión general como es Ethernet, cada nodo de una red tiene acceso a todos los paquetes enviados a la misma. Si se permite sólo un tráfico de red sensitivo en una red, otros monitores de red pueden evitar el acceso a éste tipo de tráfico.

Hacer uso eficiente del espacio de la dirección IP. Si está asignando un número de red Clase A o B y tiene varias redes físicas pequeñas, puede dividir el espacio de dirección IP en varias subredes IP y asignarles redes físicas individuales. Con el uso de este método, no necesita conseguir más números de redes IP por cada red física.

Máscaras y direcciones de subredes

Cada subred funciona como si fuera una red independiente. Para redes remotas, sin embargo, las subredes aparecen colectivamente como redes discretas y únicas.

Esto significa que la red local sólo necesita una dirección de red IP y estas redes remotas no necesitan poner atención en la ubicación de un nodo en una subred particular.

La comunicación entre un nodo en una subred local y un nodo en una subred diferente es parecida a la comunicación entre nodos de dos redes diferentes. Para un usuario, el encaminamiento entre subredes es transparente. Internamente, el software IP reconoce cualquier dirección IP que esté destinada a una subred y envía estos paquetes al ruteador de la misma.

Al igual que en la comunicación entre redes, la información del encaminamiento para la comunicación de la subred entre subredes se mantiene en la tabla de encaminamiento (por IP) para cada nodo o ruteador. Sin embargo, en el caso de las subredes, dicha información está formada por la dirección de la red y la dirección de la subred.

Cuando una red se distribuye en varias subredes, la porción del Host de la dirección IP se divide en dos partes, al igual que la dirección IP se divide en dos partes (4 bytes en total). La porción de la dirección del Host especifica la subred de la red IP y el nodo de dicha subred.

Por ejemplo, si una red tiene la porción de la dirección de la red Clase B 129.47, el resto de dicha dirección se puede dividir en direcciones de subred y del Host. Esta división está controlada por la red local a fin de obtener una mayor flexibilidad en el funcionamiento de la red en el ámbito local.

Por ejemplo, la dirección de subred puede contener cuatro bits de los dos bytes restantes. Esto permite 15 subredes, cada una con 4094 nodos. En otro ejemplo, la dirección de la subred puede contener ocho bits, lo que permite usar 254 subredes (una dirección de subred de todos los unos no es válida), cada una con 254 nodos.

Una máscara de subredes indica cómo se divide la porción del Host de una dirección IP en direcciones de subredes y porciones de dirección del Host local. La máscara de la red está representada por un número de 32 bits en el que las porciones de dirección de red y subred están formadas por una dirección IP completa y todas las del Host por ceros. Por ejemplo, con una porción de la dirección de la red IP de Clase B de 129.47 y una dirección de la subred de 4 bits, la máscara de subred constará de 20 unos y 12 ceros. En resumen, una máscara de subred amplía la porción de la dirección de la red de una dirección IP local. La siguiente figura muestra ejemplos de direcciones de redes IP, la relación con la máscara de subred y con la correspondiente subred.

El DNS

El servicio de nombres de dominios es un servicio de directorios basado en una base de datos distribuida. La función básica del servicio de nombres de dominios es la de facilitar el acceso a los recursos y servicios de Internet a través de nombres fácilmente recordables, en lugar de direcciones numéricas. Establece además un nivel de indirección que permite cambiar servicios de una máquina a otra o distribuir la carga de acceso a varios servidores sin necesidad de redistribuir o cambiar la dirección numérica.

CAPÍTULO II

REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES

2.1. Introducción

La comunicación, es un campo de gran importancia para la realización del intercambio de información, que se realiza no sólo entre humanos sino también entre máquinas. Por otro lado, los sistemas automáticos modernos se caracterizan por su inteligencia, elevada productividad y eficiencia, buen control de calidad, y aprovechamiento al máximo de los recursos que emplean. Estas cualidades se logran uniendo entre sí a todas las máquinas y/o sistemas que intervienen en un proceso productivo, mediante elementos que permiten una buena comunicación o transferencia de información entre ellos. Esta transferencia de información debe cumplir ciertas exigencias para poder obtener una transmisión de datos segura, ágil, rápida y confiable.

El intercambio de información del proceso productivo con la información de las decisiones tomadas en la gerencia, logística, planeamiento de producción, control de calidad e investigación y desarrollo, brinda la base para el desarrollo de la arquitectura "CIM – Computer Integrated Manufacturing" (Manufactura integrada a

la Computadora), que consta de diferentes niveles con características propias, como son por ejemplo el CAM (Computer Aided Manufacturing), CAD (Computer Aided Design), CAQ (Computer Aided Quality) etc.

La base de la pirámide CIM (figura 2.1) la conforma la planta, que es el nivel donde se realiza el proceso de producción.

Debido a las características que posee la comunicación en el nivel de planta, donde las exigencias en la seguridad y robustez de la transmisión de datos son bien grandes, es de suma importancia la adecuada selección del medio de transmisión y del protocolo de comunicación que permita cubrir estas exigencias.

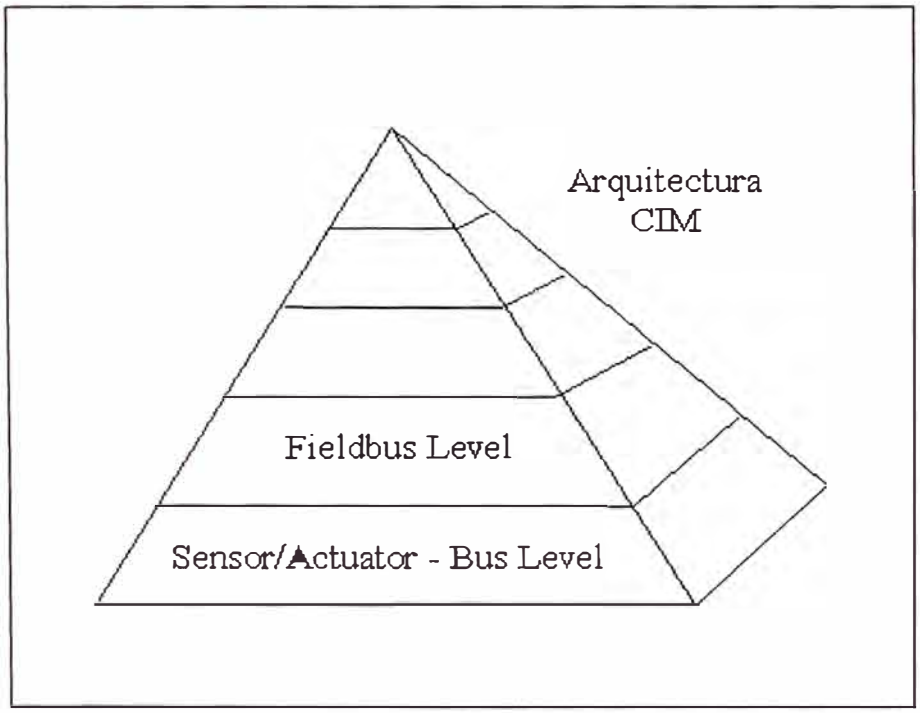


Figura 2.1 Nivel de Planta (Producción)

Para el desarrollo del sistema distribuido de la planta, se debe seleccionar como medio de comunicación al bus más adecuado.

2.2. Sistemas de Comunicación

Para aplicar la solución más óptima a un problema, es necesario realizar un análisis abstracto, independientemente de cualquier consideración sea económica, política o comercial.

En una fábrica o planta industrial hay varios niveles de procesamiento de datos, donde cada uno de ellos tienen diferentes requerimientos. La administración tiene megabytes de datos, pero el tiempo de repuesta no es crítico y está en un intervalo de unos pocos minutos a horas o incluso días (se realizan backups una vez al día, los informes escritos a gerentes pueden tolerar un retardo de unas horas sin experimentar daño)

En cambio en la producción, que es el principal usuario de los buses de campo, tiene requerimientos diferentes. Al nivel más bajo se encuentran buses que transfiere simplemente bytes, pero el tiempo de reacción debe estar en el orden de los 10 microsegundos.Tales diferencias definen un primer criterio para evaluar la opción del tipo de bus de campo por adoptar. Los parámetros tales como el tiempo de repuesta y cantidad de datos, son generalmente conocidos para una aplicación dada, aunque sin embargo lo último no puede ser fácilmente integrado en un concepto bien estructurado como la pirámide de CIM.

Los elementos que componen una instalación Automatizada son:

a. Maquinas:

Donde se realizan los procesos, los traslados, las transformaciones de los productos.

b. Accionadores:

Están acoplados a máquinas para realizar movimientos, calentamientos. Son motores de corriente continua, motores de corriente alterna, cilindros neumáticos.

- Accionadores Eléctricos:

Utilizan como fuente de energía, la eléctrica y toman muy diferentes formas como son: válvulas eléctricas, motores eléctricos de velocidad variable, motores de velocidad fija, resistencias de calentamiento, cabezas de soldadura , cabeza de corte por láser. Los motores eléctricos son adecuados para movimientos angulares y en el control de velocidad de ejes.

- Accionadores Neumáticos:

Utilizan como fuente de energía el aire comprimido. El aire comprimido se obtiene por medio de un grupo compresor, y luego se distribuye por la fabrica a las maquinas que lo utilicen. Los accionadores neumáticos son principalmente cilindros. Son adecuados para aplicarlos en movimientos lineales cortos que se producen, por ejemplo, en operaciones de transferencia, ensamblajes, aprietes, marcados.

- Accionadores Hidráulicos:

Solo se utilizan cuando los esfuerzos a desarrollar son muy importantes (prensas de corte..) o cuando velocidades lentas deben ser controladas con precisión.

c. Preaccionadores

Para comandar y activar accionadores. Son contactores, variadores de velocidad, electro válvulas

- Preaccionadores eléctricos: Contactores y variadores de velocidad.
- Preaccionadores neumáticos: Son los distribuidores asociados a los cilindros. Reciben una señal neumática o una señal eléctrica como mando.

d. Captadores:

Son los elementos que informan al órgano de mando del estado del sistema o de los eventos que suceden en él. Los captadores captan las señales necesarias para conocer el estado del proceso y decidir su desarrollo futuro. Detectan posición, presión, temperatura, caudal, velocidad, aceleración. Los captadores de posición suelen ser los más utilizados. Entre los que se tienen los:

Finales de carrera

Detectores Inductivos

Detectores Fotoeléctricos

e. Elementos de dialogo hombre-maquina

Permiten el diálogo entre el operador y la unidad de control. Están implantados en el pupitre de la maquina: pilotos, pulsadores, teclados, visualizadores.

f. Elementos de mando

Son los elementos de cálculo y control que comandan el proceso. Han tenido un desarrollo espectacular en las dos últimas décadas, permitiendo controles más

avanzados y flexibles sin requerir instalaciones complejas. Suelen ser Autómatas Programables u Computadores de Control Industrial.

2.3. Buses de Campo

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción, aparecen en el mercado a finales de los ochenta, cambiando radicalmente el sistema de comunicación entre los dispositivos de campo y la Unidad de Control.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA.

Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores, tal como ilustra en la figura 2.2.

Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

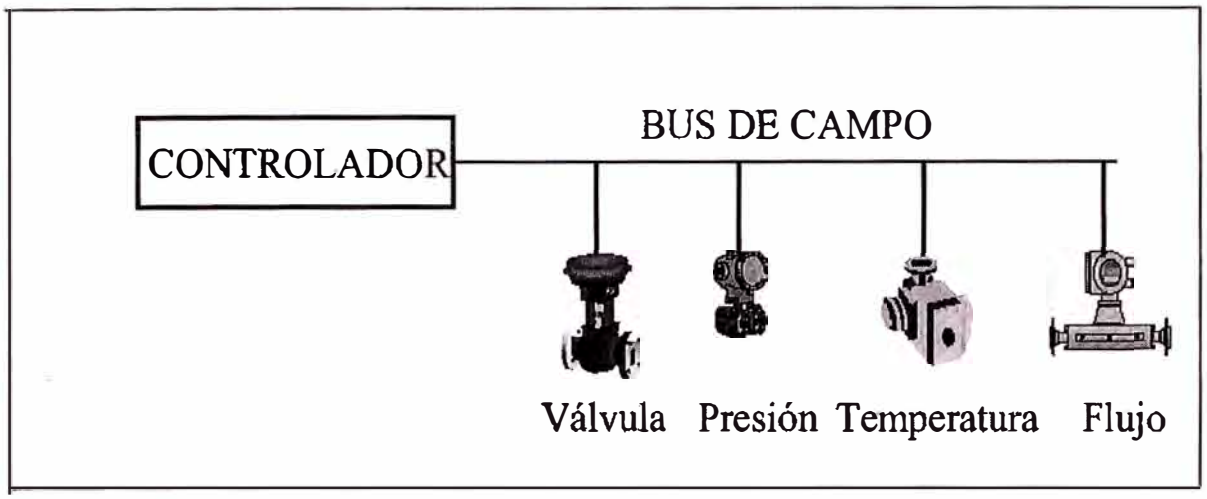


Figura 2.2 Conexiones del bus de campo

El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos y mejorar la eficiencia, en la figura 2.3 se muestra una automatización con cableado tradicional. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico. De esta forma, cada nodo de la red puede informar en caso de fallo del dispositivo asociado, y en general sobre cualquier anomalía asociada al dispositivo. Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias.

Una "red industrial" se refiere a aquella red que está implementada en la misma planta de producción, allí donde se encuentran todo tipo de máquinas y aparatos, que producen perturbaciones electromagnéticas de tal magnitud, que puede dañar la

información durante su transmisión. Por ser estos ambientes bastante agresivos, la red industrial esta diseñada para soportar estas perturbaciones y permitir un buen intercambio de información entre las maquinas y aparatos. Este intercambio de datos puede realizarse en forma serial o paralela.

Por otro lado, un "Bus de Campo" (Field Bus) transfiere, en la mayoría de los casos, información de una manera secuencial (en serie, uno después del otro). La ventaja de una transmisión en serie, radica en que se requiere un número muy limitado de líneas (aproximadamente 2 o 3 en casi todos casos), y además la distancia de transmisión es apreciablemente mayor que la transmisión en paralelo.

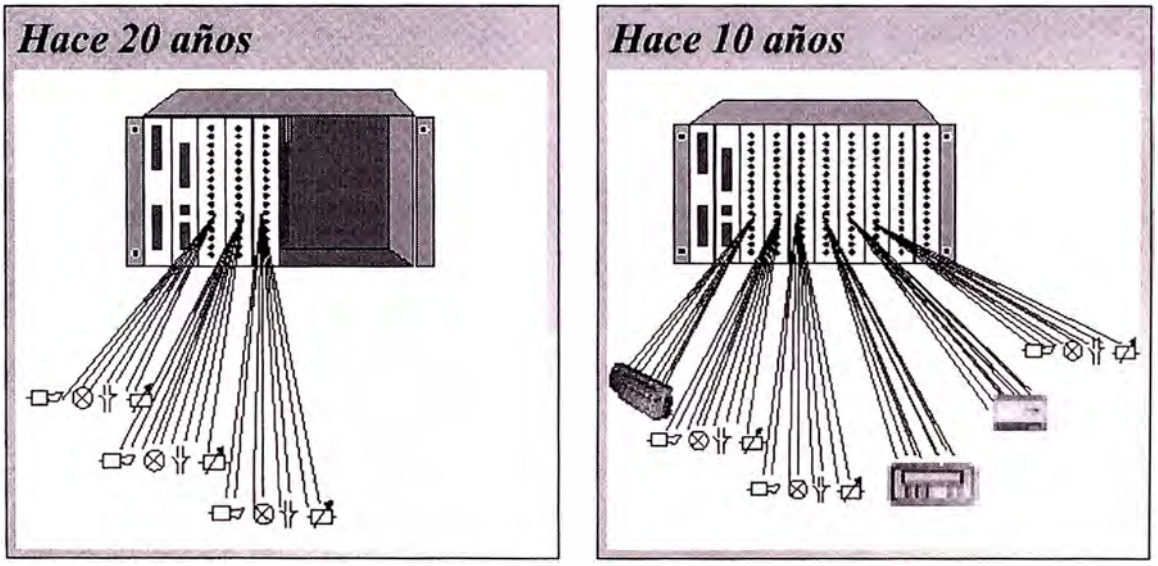


Figura 2.3 Automatización con PLC's con el método de cableado tradicional

Por último, la topología de un bus permite tener una gran flexibilidad en la instalación, pues es fácil agregar un nuevo participante al sistema existente, tal como se aprecia en la figura 2.4.

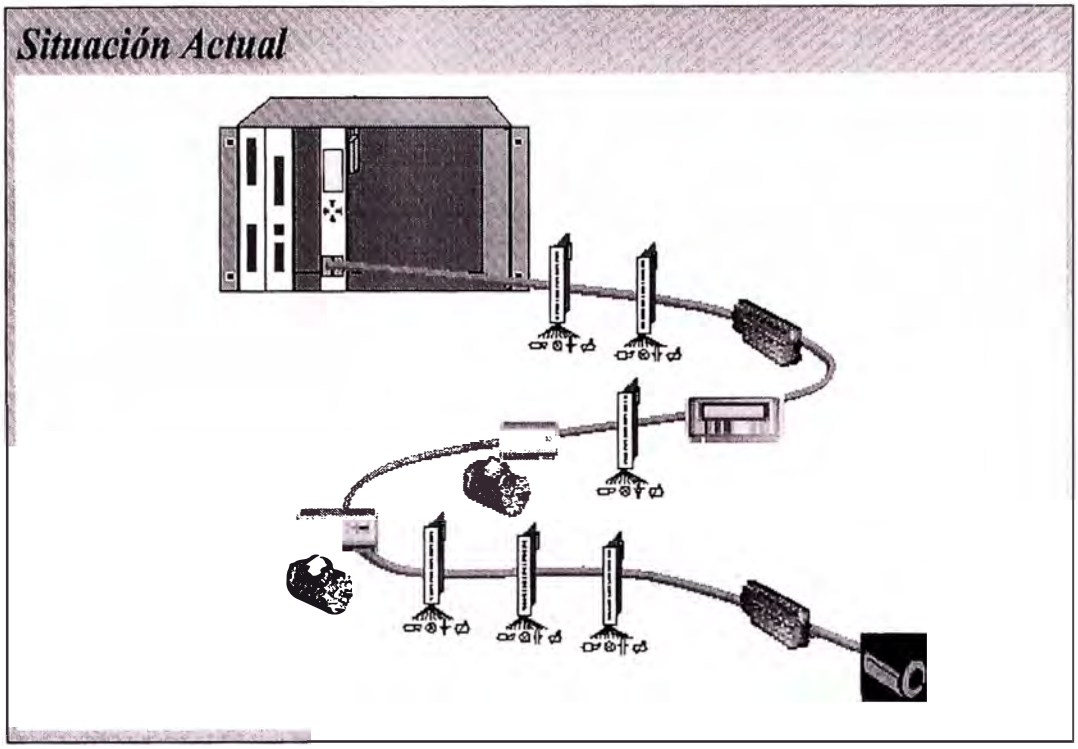


Figura 2.4 Automatización con PLC's usando el bus de campo

En el campo tecnológico de la automatización moderna, los nuevos conceptos para equipar plantas y máquinas están en procesos de desarrollo. La enorme competencia y la presión de costos bajos que pesan en todas las áreas de producción y re-ingeniería, hacen necesario la explotación y racionalización de sus potencialidades. Por lo que el empleo de los llamados "sistemas del fieldbus" en la automatización, representa una gran oportunidad de reducir todos estos costos.

El bus de campo es una clasificación prácticamente para todos los buses de comunicación industrial. En medio de los buses de campo hay variaciones importantes en características, entre los principales buses de campo se tienen los siguientes:

- Bitbus
- Interbus-S
- CAN
- Sercos
- Profibus
- AS-I
- EIB
- MMSE
- Fieldbus Foundation
- Industrial Ethernet

Los buses de campo que se han impuesto en el mercado son los que están respaldados por las principales casa de Autómatas, como son Profibus, Device Net y FIPIO. El bus Profibus esta respaldado por el fabricante alemán Siemens, Device Net esta respaldado por Allen Bradley y el bus FIPIO está respaldado por Telemecánica.

También se han impuesto en el mercado buses como el AS-i creado por un consorcio de empresas y el bus INTERBUS creado por Phoenix-Contact. En la figura 2.5 se muestra los diferentes tipos de buses de campo de uso europeo y americano.

Los buses FIPIO, Profibus e Interbus se pueden definir como buses de campo y célula, permiten la conexión de estaciones y de captadores y accionadores, es decir permiten el cableado de dispositivos inteligentes mediante un solo cable de comunicación. Existen pasarelas para conectar el bus AS-i a FIPIO, Profibus e Interbus. El bus AS-i solo trabaja a nivel de captadores y accionadores, es un bus de

campo que se puede utilizar como sub-bus de los otros tres buses. En este caso el bus AS-i actúa como un simple nodo de nivel superior. En la figura 2.6 y 2.7 se ilustra la planificación de redes a nivel americano y europeo respectivamente.

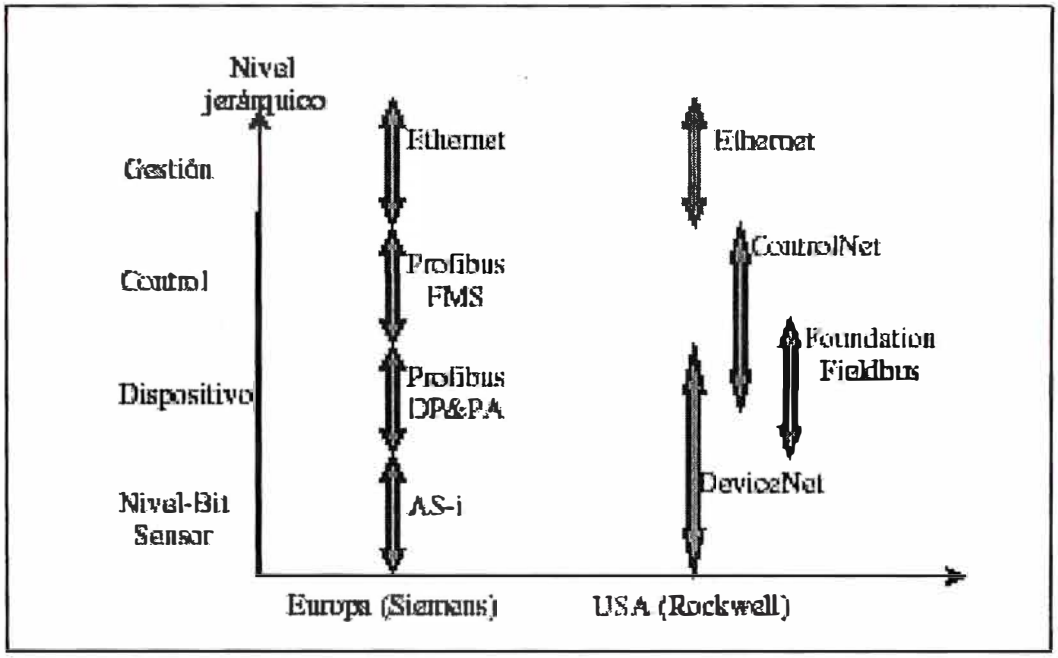


Figura 2.5 Tipos de Buses de Campo

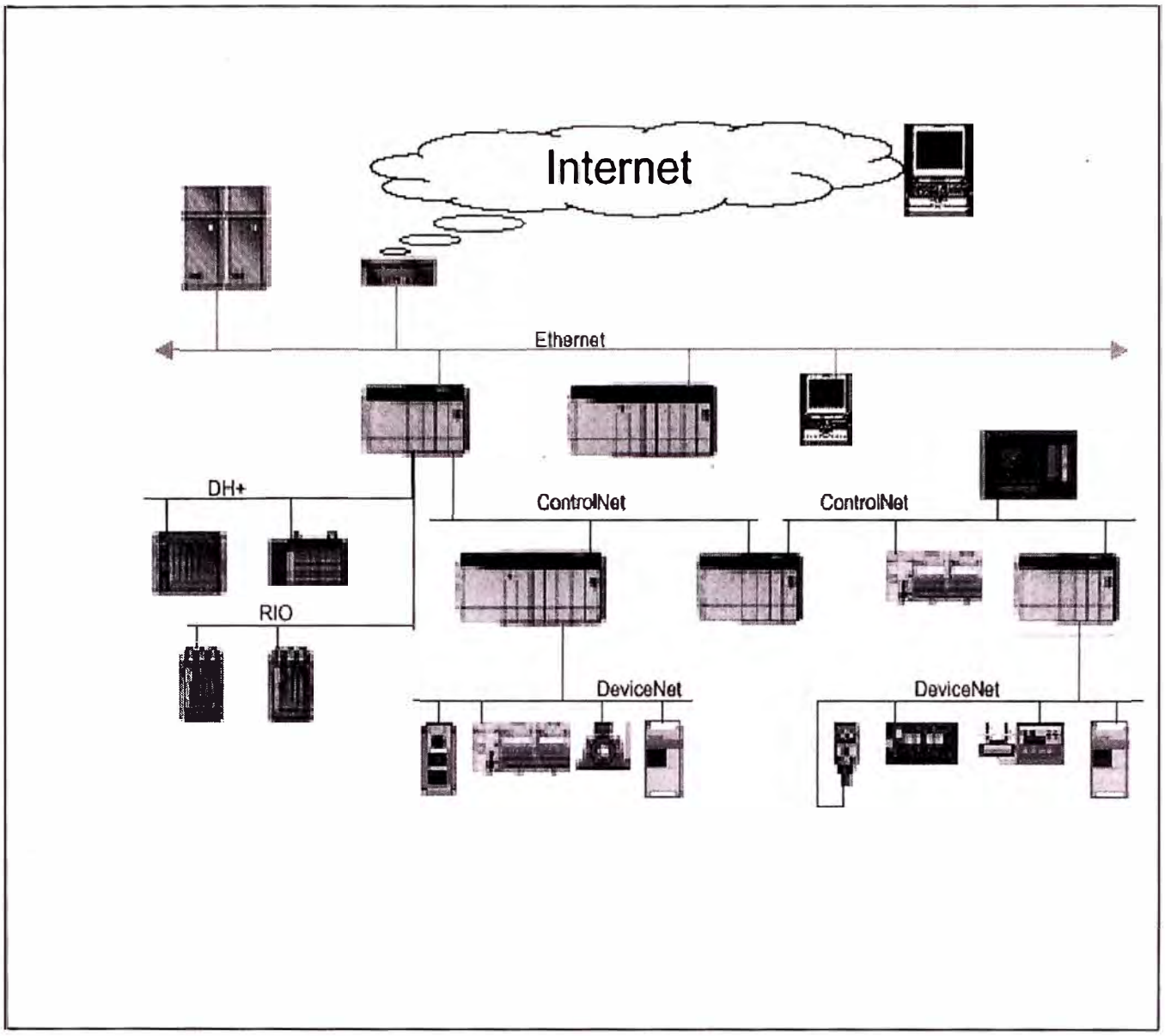


Figura 2.6 Planificación de Redes – Estrategia Americana

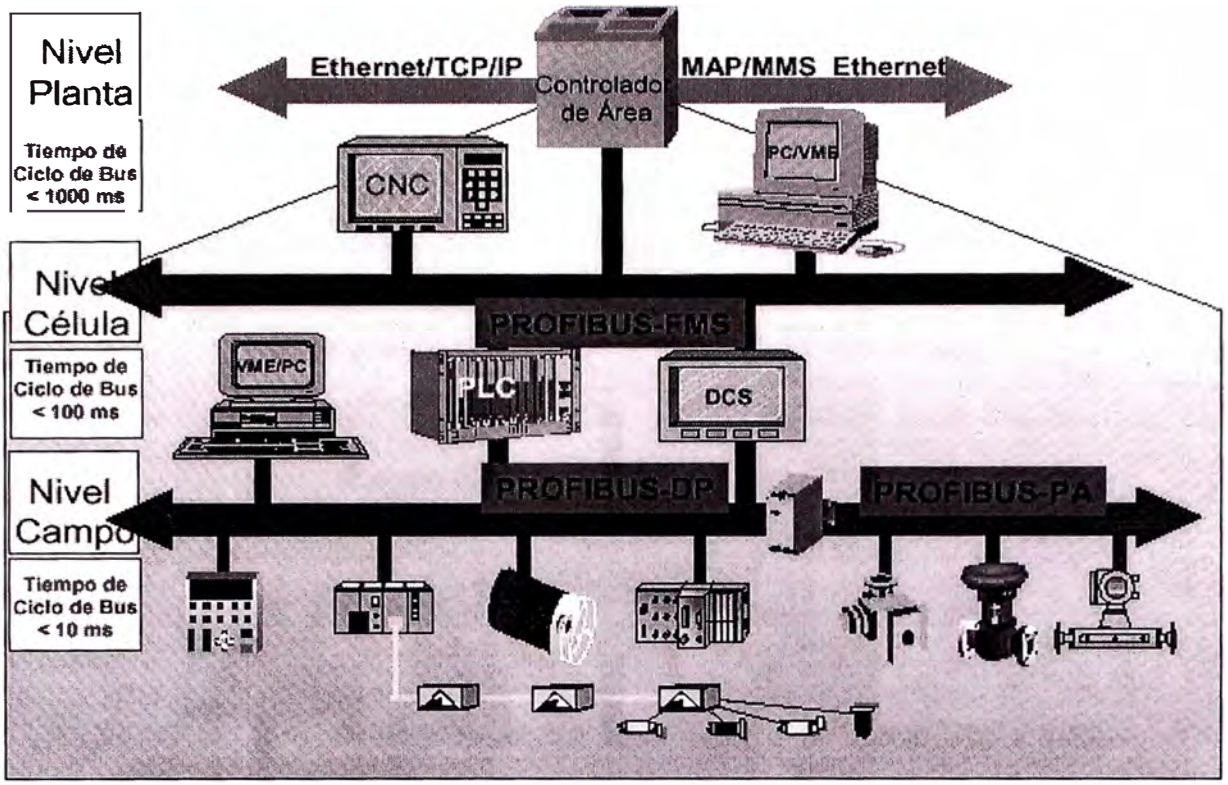


Figura 2.7 Planificación de Redes – Estrategia Europea

En el campo de los captadores y accionadores el bus de comunicaciones debe garantizar la transferencia cíclica en un tiempo máximo de los datos de entrada salida. El tamaño de los datos que puede transmitir cada elemento de bus se reduce drásticamente para garantizar la eficiencia de la comunicación. El intercambio de datos entre el autómata y los captadores y accionadores tiene unos requisitos temporales muy fuertes. El autómata debe leer todos los captadores y escribir todos los accionadores en un tiempo inferior a un ciclo de programa de autómata.

Por lo tanto en el bus se deben transmitir dos tipos de datos:

- Datos de proceso o de entrada / salida.
- Parámetros o Mensajes.

2.3.1. Datos de Proceso

Los datos de proceso o datos de entrada-salida se caracterizan por su influencia directa sobre el sistema controlado. Señales que actúan sobre los contactores, válvulas, referencias, variables de proceso... son datos de entrada/salida.

Los datos de entrada-salida de cada dispositivo no suelen tener una complejidad muy alta, siendo en total de unos pocos bytes. De forma que se puede conectar al bus.

Los datos de proceso tienen un carácter cíclico y deben ser continuamente actualizados por medio del bus de comunicación. Por ejemplo, para realizar tareas de control automático de procesos es necesario que las variables de proceso sean leídas con un periodo de muestreo determinado. El cálculo correcto del control exige una transmisión de datos continua y realizable a intervalos de tiempos iguales entre el sensor y la unidad de control. Igualmente habrá una transmisión de datos con los mismos requerimientos entre la unidad de control y el accionador del proceso.

El tiempo de ejecución de una tarea de control programada en un autómata puede estar en torno a los 5...10 ms. La actualización de datos de entrada-salida en la red se realizará como máximo cada 5 milisegundos para todos los dispositivos de la red.

Los datos de entrada / salida únicamente se identifican por la dirección del dispositivo en la red. En la unidad de control existirá una zona de memoria de

entrada que será actualizada por la red de comunicación(los datos de entrada) y una zona de memoria de salida que será actualizada por la tarea de control del autómata y enviada mediante la red a los dispositivos de campo.

2.3.2. Parámetros o Mensajes

Los parámetros tienen la función de ajustar, monitorizar y programar dispositivos inteligentes. No disponen del carácter de información cíclica que tienen los datos de proceso. Esta información es transmitida solamente por demanda y no de una manera recurrente. La transmisión de la información de parámetros requiere una especial seguridad. El tamaño de la información paramétrica en el área de los sensores y actuadores va desde 10 a 100 bytes por dispositivo hasta 100 Kbytes para los programas de determinados dispositivos inteligentes.

Esta transmisión de datos no tiene apenas requisitos de tiempo, pudiendo ser de 100 ms para la función de monitorizar y de varios minutos para la función de programación. Debido a que los dispositivos inteligentes pueden enviar y recibir un amplio rango de datos e informaciones, un bloque de parámetros no solamente se identifica por la dirección del dispositivo, sino que requiere información adicional que describa el tipo de información.

2.3.3. Perfiles

Estos dos tipos de datos descritos pueden ser utilizados en todos los dispositivos sensores y actuadores. Los sensores y accionadores básicos (detectores de

proximidad, contactores,etc.) pueden ser caracterizados perfectamente por los datos de entrada-salida. Los dispositivos de campo inteligentes, tales como servos, identificadores controladores de robots,etc., necesitan los dos tipos de datos para ser caracterizados.

La descripción completa de un dispositivo se conoce como perfil. En los buses de campo se definen Perfiles para gran cantidad de dispositivos:

- Módulos de Entrada/salida digitales
- Módulo de Entrada/salida analógicos
- Módulos funcionales
- Variadores de frecuencia
- Servomecanismos
- Control de motores paso a paso
- Arrancadores
- Encoders
- Sistemas de pesaje y dosificación de productos
- Resolvers
- Plots de Lectura Escritura

- Lectores de códigos de barras
- Escáners
- Controladores de Posición
- Sistemas de soldadura
- Controladores de Robot
- Controladores de microprocesadores

2.3.4. Comunicación en el Bus de Campo

Los métodos utilizados en los buses de campo para actualizar los datos de proceso o entrada / salida son:

- Strobe

Petición de información por parte del maestro y envío desde los dispositivos esclavos. Muy eficiente para sensores.

- Polling

El maestro envía información de salida al dispositivo y éste le responde con la información de entradas.

- Cambio de estado

El dispositivo no transmite información hasta que se modifica el estado de las variables. Muy eficiente en sistemas discretos.

- Cíclico

El dispositivo envía la información a la red en un intervalo de tiempo prefijado.

Además el bus de campo debe incorporar los servicios de comunicación necesarios para los procesos de configuración, programación y test del bus.

2.4. Usos y Aplicaciones de los Buses de Campo

Se usan en:

- Maquinas con dispositivos I/O (input output) distribuidos
- Integración de control de procesos
- Plantas de Ensamblaje
- Plantas de manufactura que constan de diferentes maquinas
- Sistemas de monitoreo y adquisición de datos.

Aplicaciones

- Ensamblajes de Autos
- Maquinas rotativas
- Imprentas
- Manipuleo de bienes
- Procesos químicos

- Empaquetado
- Producción de energía
- Sistemas de seguridad
- Tratamiento de agua
- Control de tráfico

2.5. Ventajas de los Buses de Campo

- Reducción de costos de la ingeniería. Los costos de diseños para los sistemas de automatización son bajos. Allí no hay necesidad de diseñar las conexiones en los gabinetes. El plan de asignación de los cables no es necesario. Seleccionar lugares para cajas terminales tampoco es necesarios.
- Flexibilidad para extender la red y conectarle diferentes módulos en la misma línea.
- Transmitir información a distancias mayores que con las conexiones tradicionales.
- Reducción sustancial de la instalación eléctrica.
- Amplia los campos de aplicación.
- Reducción de costos globales. El costo de los materiales se reduce. El número de gabinetes, conectores, cables y otros componentes disminuye. El precio por equipo de control e instrumento de campo es mas o menos el mismo que con los sistemas tradicionales.
- Disponibilidad de herramientas para la instalación y diagnostico se reduce.

- Simplificación de la instalación y operación. A la vez que se abaratan los costos de instalación.
- Posibilidad de conectar productos de diferentes fabricantes.
- Los buses de campo sólo incluyen 3 capas (Física, Enlace y Aplicación) y un conjunto de servicios de administración. El usuario no tiene que preocuparse de las capas de enlace o de aplicación, solo debe preocuparse de la capa física y de usuario.

2.6. Desventajas del uso del Bus de Campo

- Necesidad de conocerlo mejor
- Inversión inicial más alta en equipo y herramientas (para monitoreo etc.)
- Aparentemente más costosos
- Problema de compatibilidad entre equipos de fabricantes diferentes.

Pero las desventajas más grandes son sin embargo sólo temporales, dado que son causados por el esfuerzo para aprender una nueva tecnología.

CAPÍTULO III

EL INTERBUS

3.1. Introducción

El INTERBUS es un "bus" de campo estándar IEC 61158, para aplicaciones industriales y procesos de producción. Protocolo propietario, inicialmente, de la empresa alemana Phoenix Contact GmbH, aunque posteriormente ha sido abierta su especificación. Normalizado bajo DIN 19258, norma europea EN 50 254. Fue introducido en el año 1984; bien puede considerarse el origen de todos los sistemas de bus de campo.

Es un sistema abierto de altas prestaciones, de topología en anillo. El concepto básico de un bus abierto es permitir un intercambio de informaciones entre dispositivos producidos por diferentes fabricantes. Las informaciones intercambiadas comprenden datos de proceso (entrada / salida) y parámetros (datos de configuración, programas, datos de monitorización). El formato de las informaciones está definido mediante un perfil estándar con el dispositivo opera. En INTERBUS se dispone de perfiles estándar para servomotores, encoders, controladores de robot, controladores de posición, Paneles de control y operación, Entradas / salidas digitales, Entradas /

salidas analógicas, termopares, contadores, variadores de frecuencia, robot, controles de soldadura, sistemas de identificación, etc.

INTERBUS no está respaldado por los grandes fabricantes de autómatas. Sin embargo, alrededor de 700 desarrolladores de dispositivos de campo lo soportan, sacando al mercado continuamente nuevos desarrollos técnicos y productos. En la actualidad hay instalados más de 1,5 millones de dispositivos de campo.

Un sistema basado en INTERBUS está compuesto por una tarjeta de control, instalada en un PC Industrial o en un autómata programable, que comunica con un conjunto de dispositivos distribuidos de entrada / salida.

El protocolo de transmisión de datos es de alta eficiencia con el objetivo de cumplir los requerimientos de alta velocidad de transmisión en los sistemas de control.

La comunicación entre los dispositivos se realiza mediante el protocolo INTERBUS, el cual está reflejado en la norma DIN 19258. En Alemania, siguiendo los deseos de los usuarios, las funciones clave de INTERBUS están estandarizadas por la DKE (Deutsche Elektrotechnische Kommission: German Electrotechnical Comisión for DIN and VDE). En 1993 se publica la norma DIN E 19 258. Esta norma fija los protocolos de transmisión y los servicios necesarios para la transmisión de datos; las especificaciones de los parámetros de comunicación fueron

publicadas en el DIN Report 46 en el año 1995. Todas estas normas fueron homologadas a nivel europeo en 1997 en la norma EN 50 254 con el titulo "High Efficiency Communication Subsystem for Small Data Packages". La figura 3.1 muestra la estructura idéntica del documento de DIN E 19258 y EN 50254.

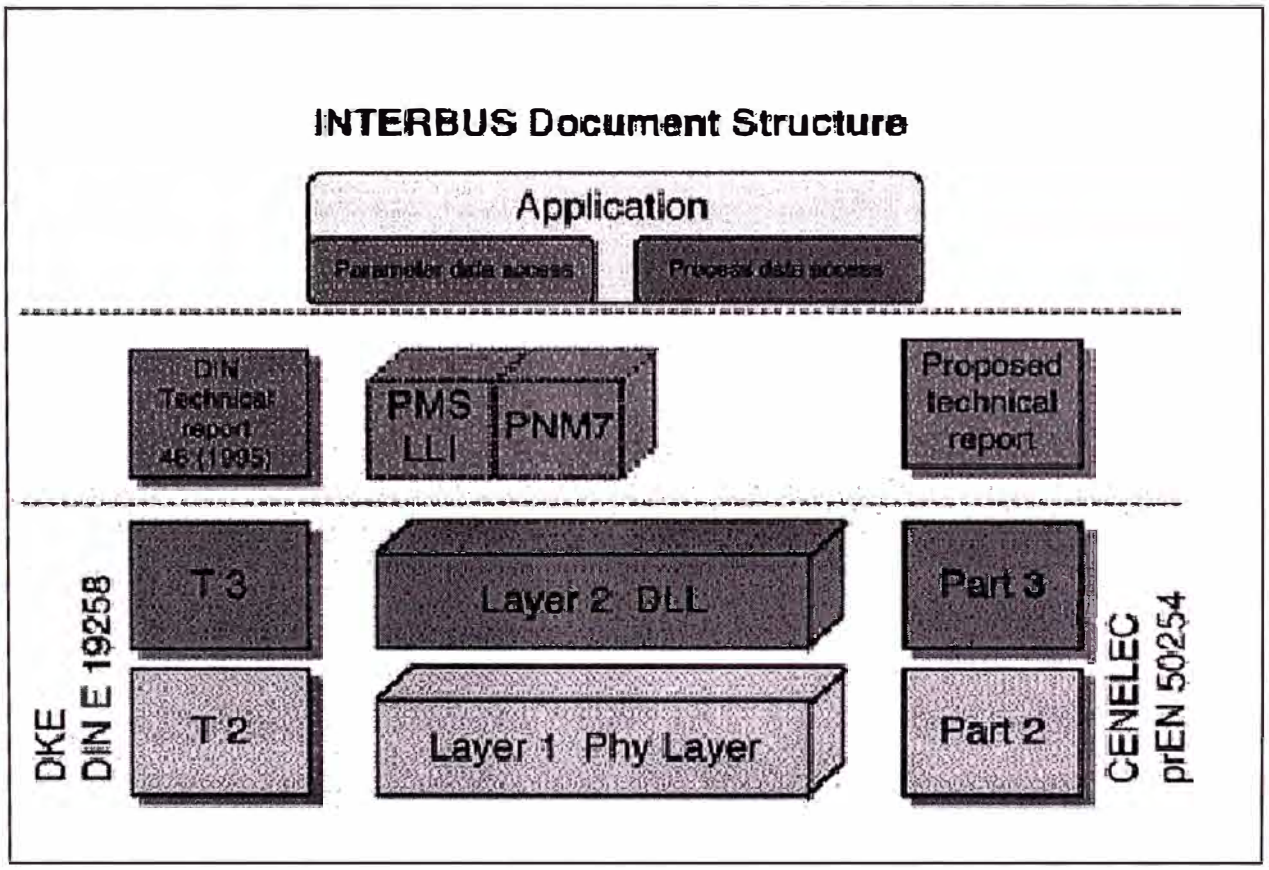


Figura 3.1 Estructura Documento DIN E 19258 y EN 50254

INTERBUS utiliza el método de comunicaciones maestro-esclavo, donde el maestro del bus simultáneamente funciona como conexión o interfaz con el bus de nivel superior.

El protocolo INTERBUS utiliza la tecnología de trama suma: Un único telegrama actualiza simultáneamente todas las entradas y todas las salidas de los dispositivos conectados al bus.

Las características fundamentales de este bus son:

- Estructura master-esclavo (un solo master)
- Gran expansión de la red hasta 13 Km. que se hace posible por la restauración de la señal en cada nodo
- Distancia entre los nodos hasta 400 m
- Interfase de la aplicación bien definida (copia en memoria de estados I/O)
- Slaves principalmente sin inteligencia
- Medio físico RS-485, con la entrada y salida del anillo en el mismo cable
- Velocidad de hasta 500 kBit/s
- Puede conectarse hasta 4096 I/O en el anillo
- Popular sobre todo en Europa

3.2. Elementos Básicos de INTERBUS

Para encontrar los requisitos individuales de un sistema, diversos componentes del bus deben ser usados, por ejemplo, dispositivos de bus local y los módulos de terminal de bus.

El usuario debe estar familiarizado con la terminología para los elementos básicos que se encuentran en cada topología.

3.2.1. Tarjeta Controladora

La tarjeta controladora es el master que controla el tráfico de datos. Transfiere datos de salida para los módulos correspondientes, recibe los datos de entrada, y monitoreo de los datos que se transfieren. Además, los mensajes de diagnóstico son displayados y los mensajes de error son transmitidos al host del sistema.

3.2.2. Bus remoto.

La tarjeta controladora está conectada a los dispositivos del bus remoto vía el bus remoto. Una bifurcación de esta conexión es referida como una bifurcación del bus remoto. Los datos pueden físicamente ser transmitidos por cables de cobre (estándar RS-485), fibra óptica, transmisión de infrarroja, combinación de anillos u otro medio de soporte. Los módulos especiales del terminal de bus y ciertos módulos I/O o dispositivos tales como robots, drives o los dispositivos operativos pueden ser utilizados como dispositivos del bus remoto. Cada uno tiene un suministro local de voltaje y un segmento de salidas eléctricamente aislado.

Además de las líneas de transmisión de datos, la instalación de bus remoto también puede llevar el suministro de voltaje para los módulos conectados I/O y sensores, además de las líneas de transmisión de datos.

3.2.3. Bus Terminal.

Los módulos de terminal de bus, o dispositivos con funcionalidad adherida de terminal de bus, están conectados al bus remoto. Los buses locales distribuidos

bifurcan fuera de los módulos de terminal de bus con módulos I/O, los cuáles establecen la conexión entre INTERBUS y los sensores y los accionadores.

El terminal de bus divide el sistema en segmentos individuales, permitiendo conmutar bifurcaciones de on/off separadamente durante la operación. El módulo electrónico para conectar módulos I/O pueden ser suplidos con energía desde esta fuente. El terminal de bus amplifica la señal de datos (la función del repetidor) y aísla eléctricamente los segmentos del bus.

3.2.4. Bus local.

Las bifurcaciones del bus local desde el bus remoto vía un modulo de interfase de bus y conectan a los dispositivos del bus local. Las bifurcaciones no están permitidas en este nivel.La energía de comunicaciones es suministrado por el módulo de terminal de bus, mientras la conmutación de voltaje para las salidas es aplicado separadamente en los módulos de salida. Los dispositivos locales de bus son típicamente módulos I/O en una estructura de subestación distribuida.

3.2.5. Loop.

Los sensores y accionadores distribuidos en máquinas o sistemas son redes con INTERBUS Loop. Dos alambres, cable no apantallado simultáneamente transportan datos y suministran energía a los dispositivos conectados. Hay también diversos módulos INTERBUS, los cuales están definidos a la medida para tareas específicas, tales como arrancadores de motor.

En la figura 3.2 se muestra los componentes individuales de una red INTERBUS.

Datos técnicos para INTERBUS Loop.

- Al menos 20 cm(7.874 in.) entre 2 dispositivos
- 20 m (65.617 ft.), máximo entre 2 dispositivos
- 200m (656.168 ft.) expansión de total
- 1.8 A de corriente (puede ser expandido por PWR IN)
- 63 dispositivos
- 19.2 V a 30 V
- Energía y comunicaciones sobre un cable simple.

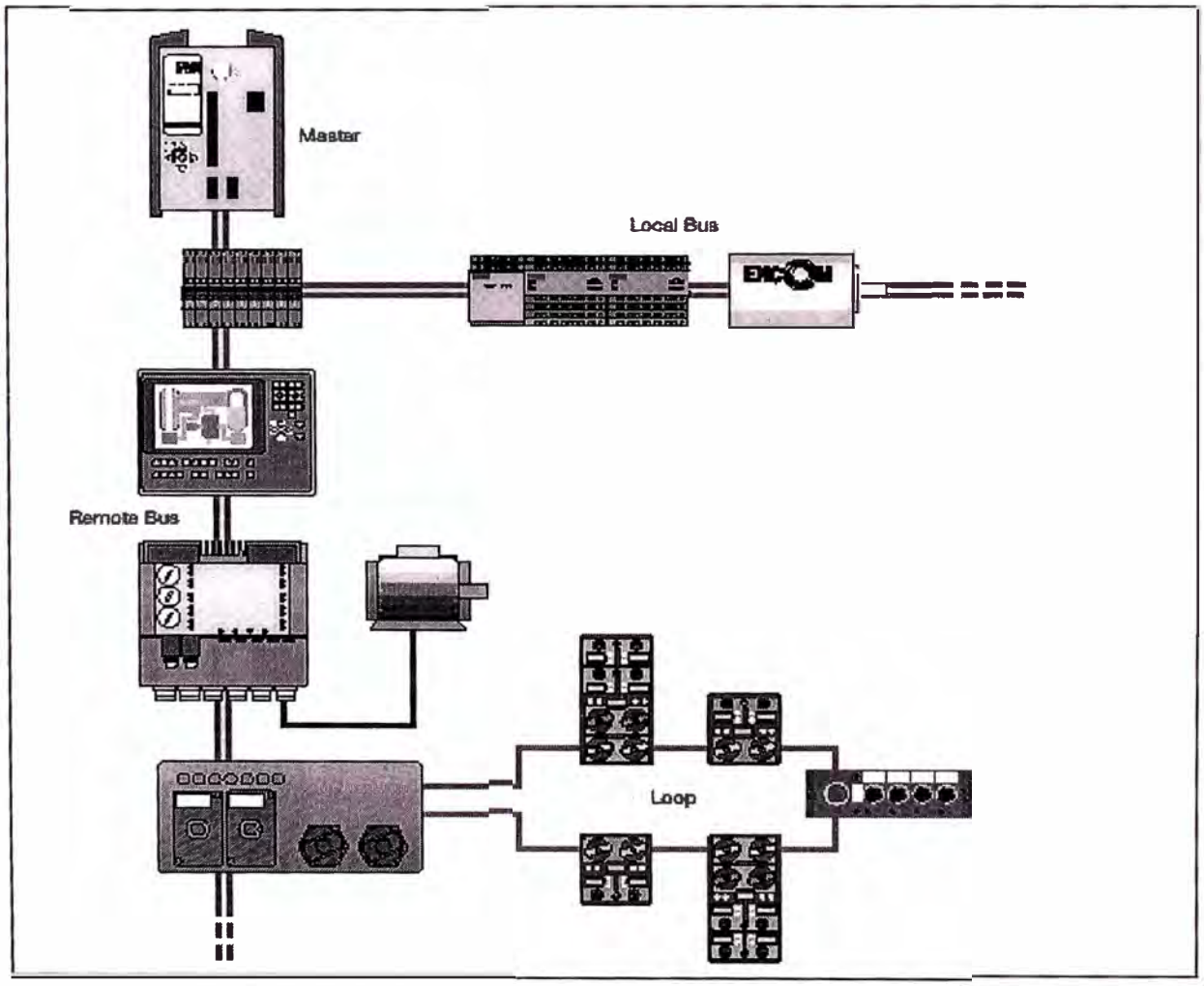


Figura 3.2 Componentes Individuales de una red INTERBUS

3.3. Transmisión de Datos con INTERBUS

En los sistemas de bus, una distinción está hecha entre los diversos métodos de acceso y métodos físicos de transmisión usados.

En suma para los sistema de bus comúnmente usados en tecnología electrónica y de computo, los dos sistemas ilustrados en la figura 3.3 y figura 3.4, juegan un papel clave en la tecnología de automatización.

3.3.1. Estructura del método la Trama de Adición - Master/Slave

INTERBUS es el único sistema de bus trabajando según el método de trama de la adición, que usa una trama protocolo para los mensajes desde todos los dispositivos. En este método de acceso master/slave, el bus master actúa como el acoplador para el más alto control o sistema de bus.

El método provee un nivel alto de eficiencia durante la transmisión de datos y habilita los datos para ser enviado y recibido simultáneamente (operación full dúplex). Con este método de transmisión de datos INTERBUS asegura intervalos de muestras constantes y previsible por puntos fijos y valores de tiempo.

En tramas de adición, las cuales consisten del encabezado, la palabra loop-back y los datos almacenados y fin de la información, los datos de todos los dispositivos conectados I/O son agrupados en un bloque. La información adicional que es requerida es transmitida sólo una vez por el ciclo.

En la práctica, este método puede estar descrito como un registro, el cual es formado por los dispositivos que están conectados en un sistema del anillo.En INTERBUS esto consiste de un número de celda de memoria binarias, el cuál envía información digital de celda a celda con los pulsos de reloj. Cada dispositivo tiene un cierto número de buffers asignado para configurar un número de celdas para diferentes tareas, por ejemplo, data de entrada y salida para los procesos.Los registros adicionales monitorean la transmisión de datos por errores. Un dispositivo INTERBUS contiene tres registros que están conectados en paralelo. Los datos I/O son transferidos usando el Registro de Datos. El tipo de dispositivo INTERBUS está definido en el Registro de Identificación. Esto faculta al bus master a identificar los dispositivos y la topología del bus, así como también llevar a cabo el direccionamiento.

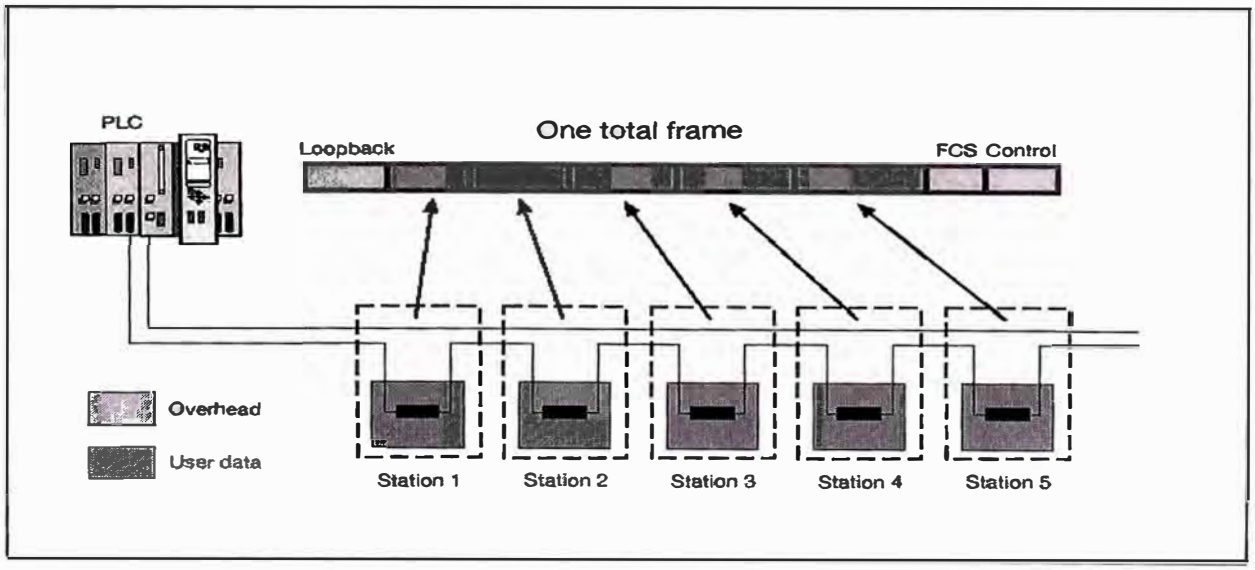


Figura 3.3 Método de transmisión física - Método de trama de adición

Los datos son almacenados usando el Registro del CRC16 (chequeo de la redundancia cíclica), donde la correcta transmisión de datos correcta es comprobado.

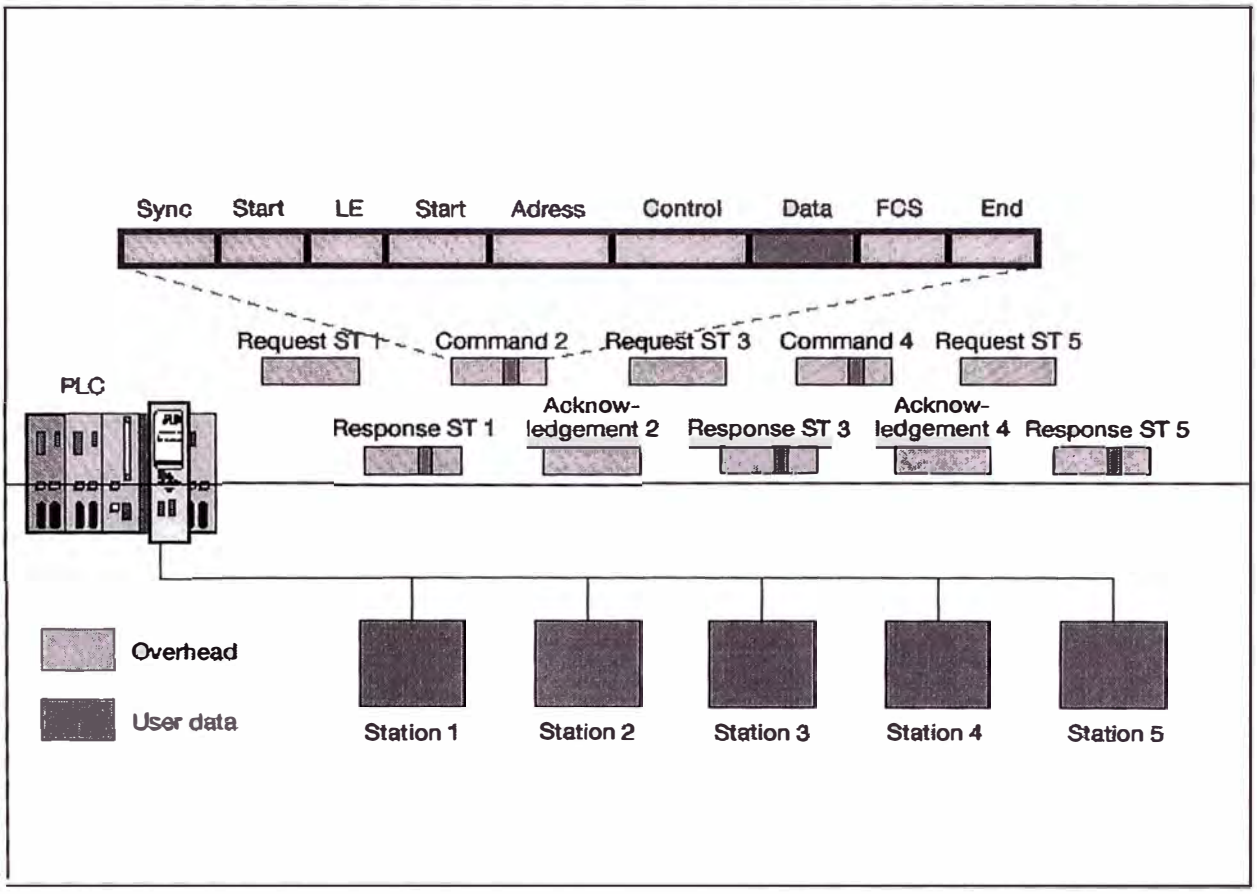


Figure 3.4 La estructura lineal para la transmisión mensaje-base

3.3.2. Modelo OSI – Flujo De Datos

Los niveles del modelo OSI que están implementados se muestran en la figura 3.5, son:

1 (Físico) :Velocidad de transferencia, topología y distancias máximas, codificación y transmisión de datos y características eléctricas, mecánicas y funcionales.

2 (Enlace) : Establecer y liberar el enlace lógico, control de errores y flujo en el enlace, sincronización de la transmisión y control del acceso al medio.

7 (Aplicación) : Servicios de aplicación y servicios de mensajeria.

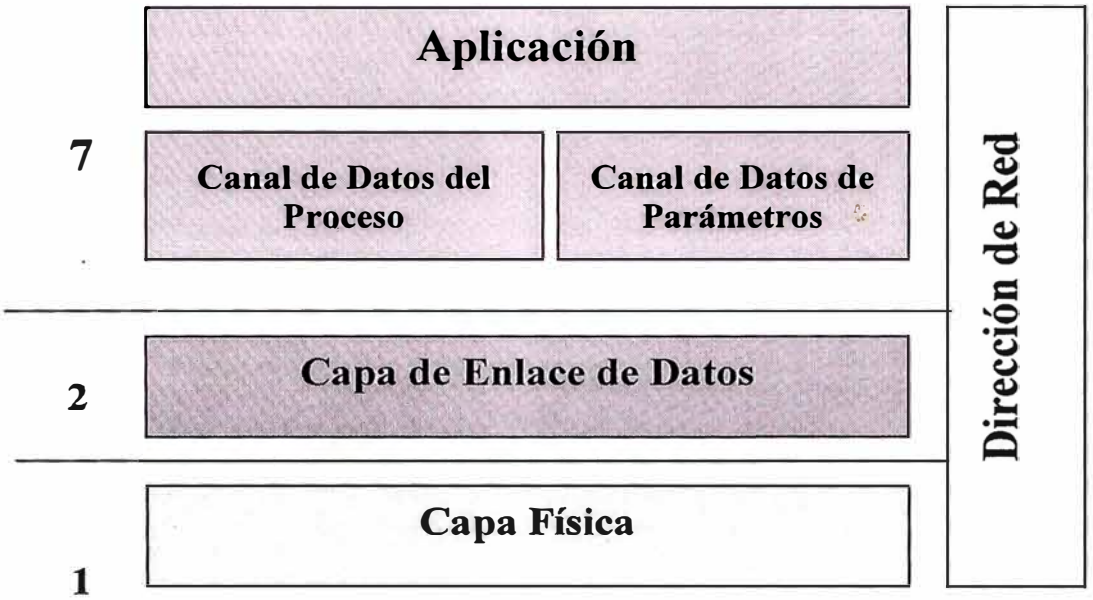


Figura 3.5 Estructura del protocolo

3.3.3. Bit de Transmisión

- En la capa 1 los bit se transmiten a 500 kbps con método NRZ.
- La línea de datos se explora en los dispositivos de INTERBUS 16 veces mas rápidamente.
- Los relojes son sincronizados internamente.
- Tiene dos formatos de telegramas, se utilizan para la codificación de la línea.

Telegrama de estado: pausas en la transmisión y estado señal SL.

Telegrama de datos: transmiten datos del usuario. Entre 2 dispositivos

El cual se ilustra en la figura 3.6, donde CR es la señal de control y SL es la señal de selección.

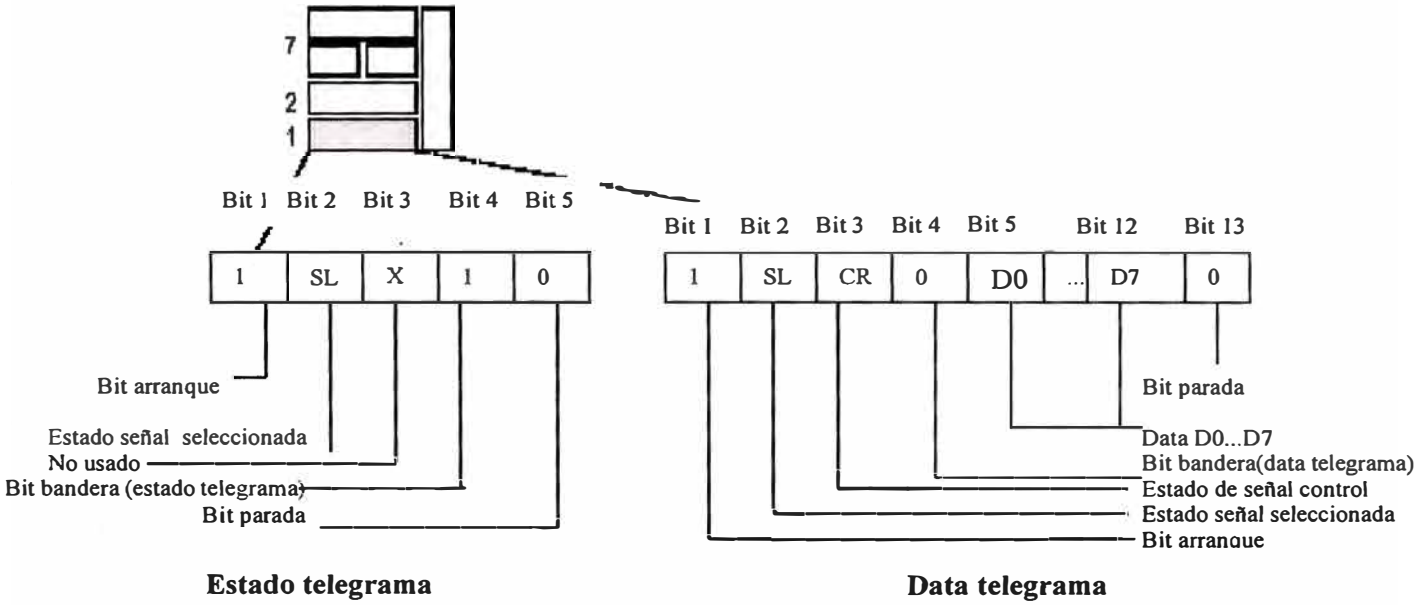


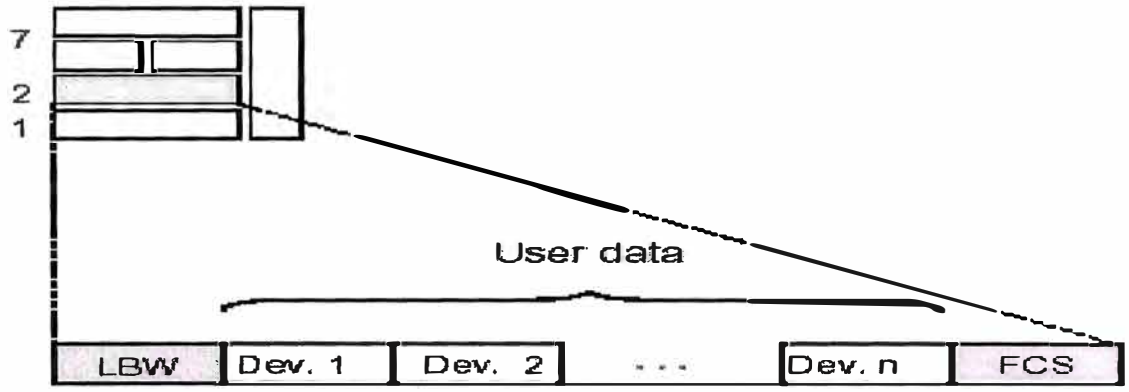
Figura 3.6 Formato de Telegramas

3.3.4. Protocolo de la trama de la Adición

- El protocolo cíclico de INTERBUS se pone en ejecución en la capa 2.
- Son definidas codificando las señales SL y CR en los telegramas de estado y de datos.
- Se obtiene el dato codificado.
- Es un método de colisión-libre de la transmisión TDMA (acceso múltiple por división de tiempo).

- Se asegura de que la imagen de proceso para todos los dispositivos sea constante.

En la figura 3.7 se ilustra el protocolo de la trama de adición que corresponde a la capa 2.



LBW=LBP Palabra de realimentación (loop-back word) –16 bits
Dev : Dispositivo (4....64 bits) FCS: Secuencia de chequeo de trama (32 bits)

Figura 3.7 Protocolo Trama de la adición

3.3.5. Canal de Datos del Proceso.

- Este canal permite el acceso directo y rápido a los datos del proceso cíclico transmitido.
- Los datos del proceso son caracterizados por su efecto inmediato sobre procesos técnicos. En la figura 3.8 se presenta el canal de datos del proceso.

- Son identificados casi siempre por su dirección y/o el sensor/actuador que representan.
- El canal de proceso de los datos es la cantidad total del datos I/O en el telegrama de trama de la adición durante los ciclos de lo datos.

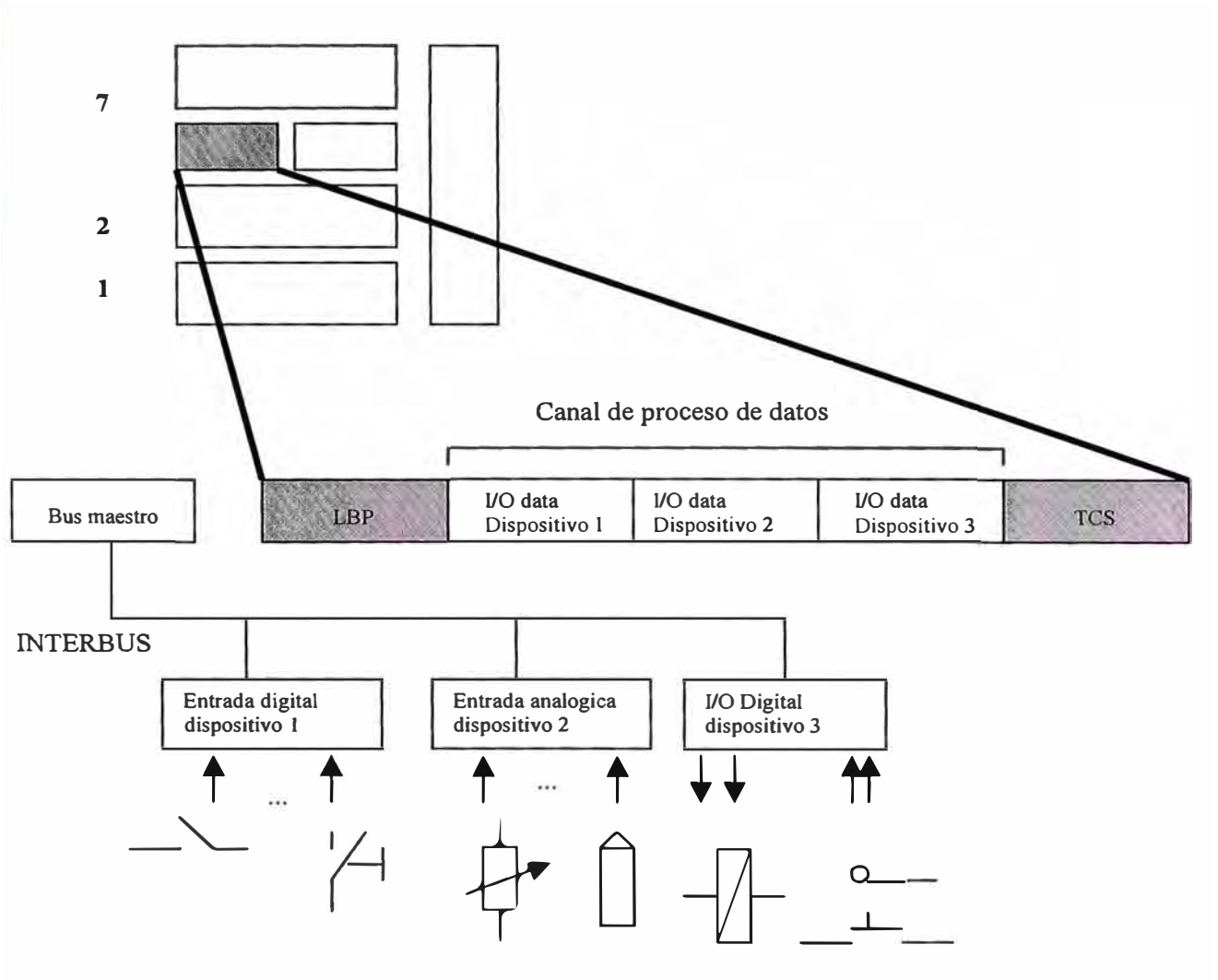


Figura 3.8 Canal de Datos del Proceso en el protocolo de trama de la adición

3.3.6. Canal del Parámetro

- Es para transmisión fabricante-independiente. La figura 3.9 muestra el canal de datos de parámetro.
- Los parámetros se utilizan para fijar, para programar, para supervisar y para controlar los dispositivos inteligentes en el proceso I/O.
- Diferente de datos del proceso, los parámetros son acíclicos.

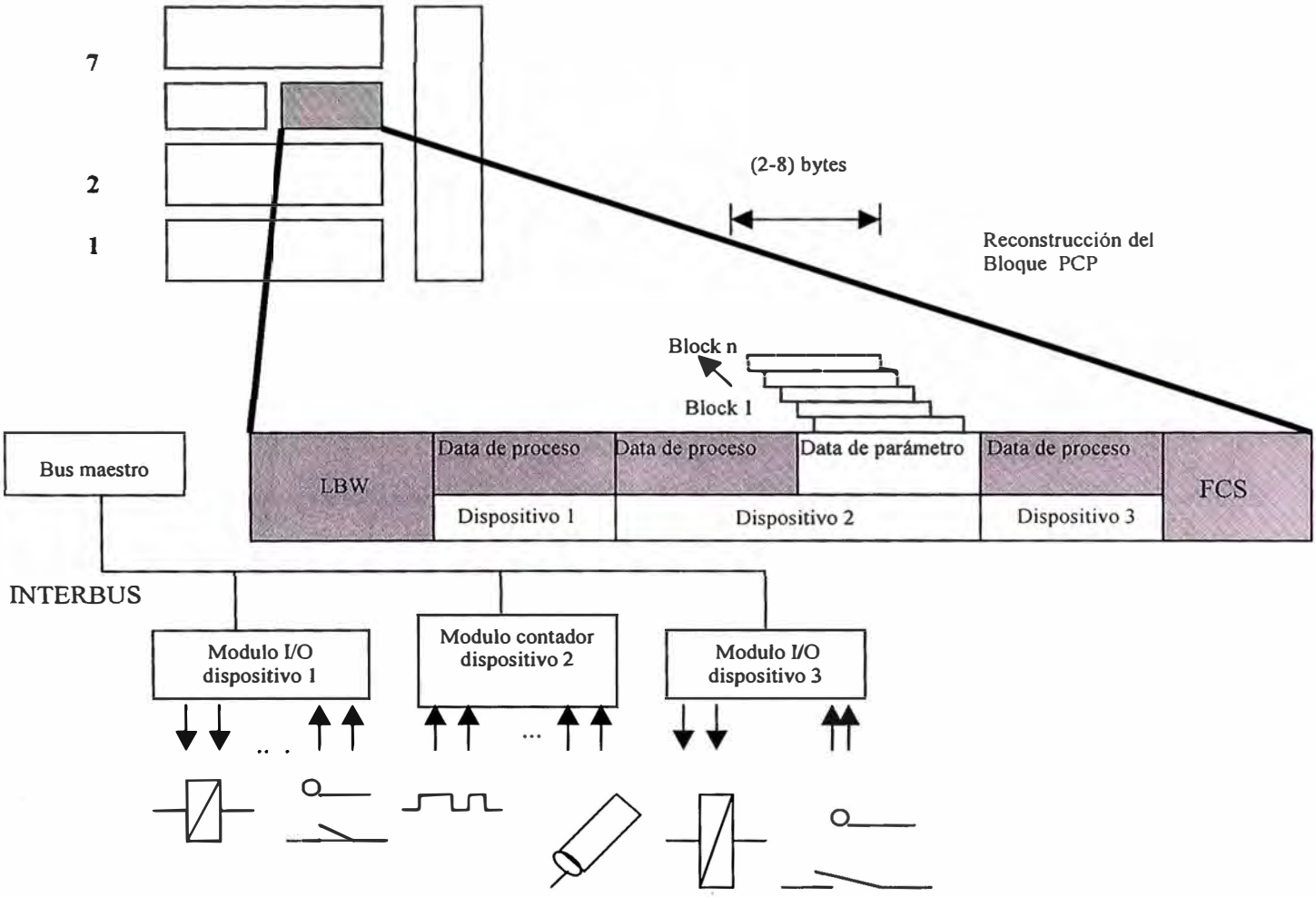


Figura 3.9 Canal del Parámetro en el protocolo de trama de la adición

- Diferente de datos del proceso, los parámetros son acíclicos.

- Los dispositivos típicos de INTERBUS con los canales del parámetro son: Inversores de frecuencia, servo amplificadores.

3.3.7. Método de Operación del canal de Parámetro

La comunicación sobre el canal del parámetro se basa en el modelo cliente / servidor:

- El cliente envía una petición.
- Un segundo dispositivo recibe esta petición y contesta a él.
- El cliente recibe la respuesta como confirmación.

3.3.8. Aplicación de Interfaces

- Los interfaces que se muestran a continuación están disponibles para la aplicación de control, para el canal de procesos de los datos y el canal de parámetro como (APIs).

  Los interfaces se basan en una memoria del multi-puerto(MPM).

  La aplicación intercambia datos del proceso cíclico vía el interfaz de los datos (DTI).
- El DTI proporciona el acceso a los registros especiales (registro de diagnostico y de control)
- La Aplicación envía señales vía el interfaz de la señal (SGI) preestablece la petición de la secuencia de servicio.

- Esto permite a un PLC del anfitrión intercambiar datos y comandos por los dispositivos de INTERBUS, simplemente por la asignación de Bit.

3.4. Características

Fabricante	Phoenix Contact 32817 Blomberg
Bus abierto?	Sí
Organización de Usuarios	DRIVE COM SAFE COM Interbus Club, Fach 1108, 32817 Blomberg www.interbusclub.com
Norma	DIN E 19 258; EN 50254, IEC 61158
Topología	Estructura anillo
Máx. Participantes	máx. 256 módulos I/O; Fernbus: 256, conectores y módulos I/O (posee función de repetidor) Nahbus (Peripheriebus): 8 módulos I/O
Método de acceso al Bus	Registro desplazador distribuido
Velocidad de Transmisión y longitud del cable	Fernbus:500kBd, máx.12, 8 Km. Periferie-Bus: 500 kBd, máx. 10m
Formato del Telegrama	máx. 512 Bytes Summenrahmentelegramm: Información de control, datos válidos de todas las estaciones, información de control
Seguridad de los Datos	16-bit-CRC, HD = 4
Nivel de Voltaje del Bus	Fernbus: RS 485 Peripherie-Bus: TTL-Pegel

Cable	Periperie: 15 hilos trenzados por par Ferbus: 5 hilos trenzados por par
Varios	Fibra óptica disponible como medio opcional para el Fernbus

3.4.1. Topología

La topología adoptada de INTERBUS es el anillo. Todos los dispositivos están conectados en un sistema de comunicación en bucle cerrado. Desde los dispositivos conectados al anillo principal, liderado por el maestro, se pueden conectar subanillos que estructuran el sistema completo.

Las conexiones entre los anillos se realizan mediante módulos especiales denominados bus terminal.

Un detalle que distingue INTERBUS de otros sistemas en anillo es que ambas líneas, la línea de envío y la línea de retorno de datos, pertenecen al mismo cable que pasa a través de todos los dispositivos conectados al bus. Esto conlleva que tenga la misma apariencia física que una estructura en forma de árbol.

El nivel físico de INTERBUS está basado en el estándar RS 485. La interfaz RS 485 utiliza el método de transmisión de voltaje diferencial sobre un par trenzado. Debido a la estructura en anillo y la necesidad de llevar la masa lógica a todos los dispositivos, Interbus requiere la conexión de cinco hilos de señal en el cable que

conecta dos dispositivos. La transmisión de datos se puede realizar a una velocidad de 500 Kbits a una distancia de 400 metros entre los dispositivos.

Como cada dispositivo actúa como repetidor de señal permite que Interbus alcance una distancia superior a 13 Km. El máximo número de dispositivos conectados al bus es de 512, con un máximo de 4096 puntos de entrada / salida.

La estructura punto a punto de comunicación de Interbus y su división en anillo principal y subanillos se adecua perfectamente a la incorporación de diferentes y modernos sistemas de transmisión como la fibra óptica. El sistema de transmisión se puede convertir en fibra óptica, o en sistemas de transmisión por infrarrojos, o bien a otros sistemas utilizando convertidores estándar disponibles en el mercado. La utilización por medio de fibra óptica supone que la transmisión de datos está libre de interferencias.

La estructura en forma de anillo añade al sistema dos ventajas fundamentales. Primero, en contraste con las redes en línea, el anillo permite el envío y la recepción de datos simultánea. Segundo, la función de autodiagnóstico del bus se ve mejorada con la estructura en anillo. Si se produce un cortocircuito en el bus de comunicación, al disponer de una estructura en anillo es posible la localización del fallo dado que la comunicación sólo se interrumpe en un segmento de bus, lo cual no sucede en una estructura en línea.

INTERBUS incorpora el diagnóstico centralizado o descentralizado de los dispositivos del bus, el diagnóstico se puede realizar por medio de funciones o por registros de datos. El bus efectúa el reconocimiento automático de los dispositivos participantes y del perfil asociado a ellos. En caso de fallo se produce la desconexión automática del dispositivo donde se localiza el fallo, y se permite el cambio de dispositivos y de la topología del bus on line. En la figura 3.10 se ilustra la topología que usa el INTERBUS.

3.4.2. Tipo de cables

El bus remoto usa cable apantallado de hilos trenzados (conductor 2X2 + conductor de compensación) y como conector tiene la clavija redonda de 9 contactos, sub- D 9 contactos o técnica rugged - line.

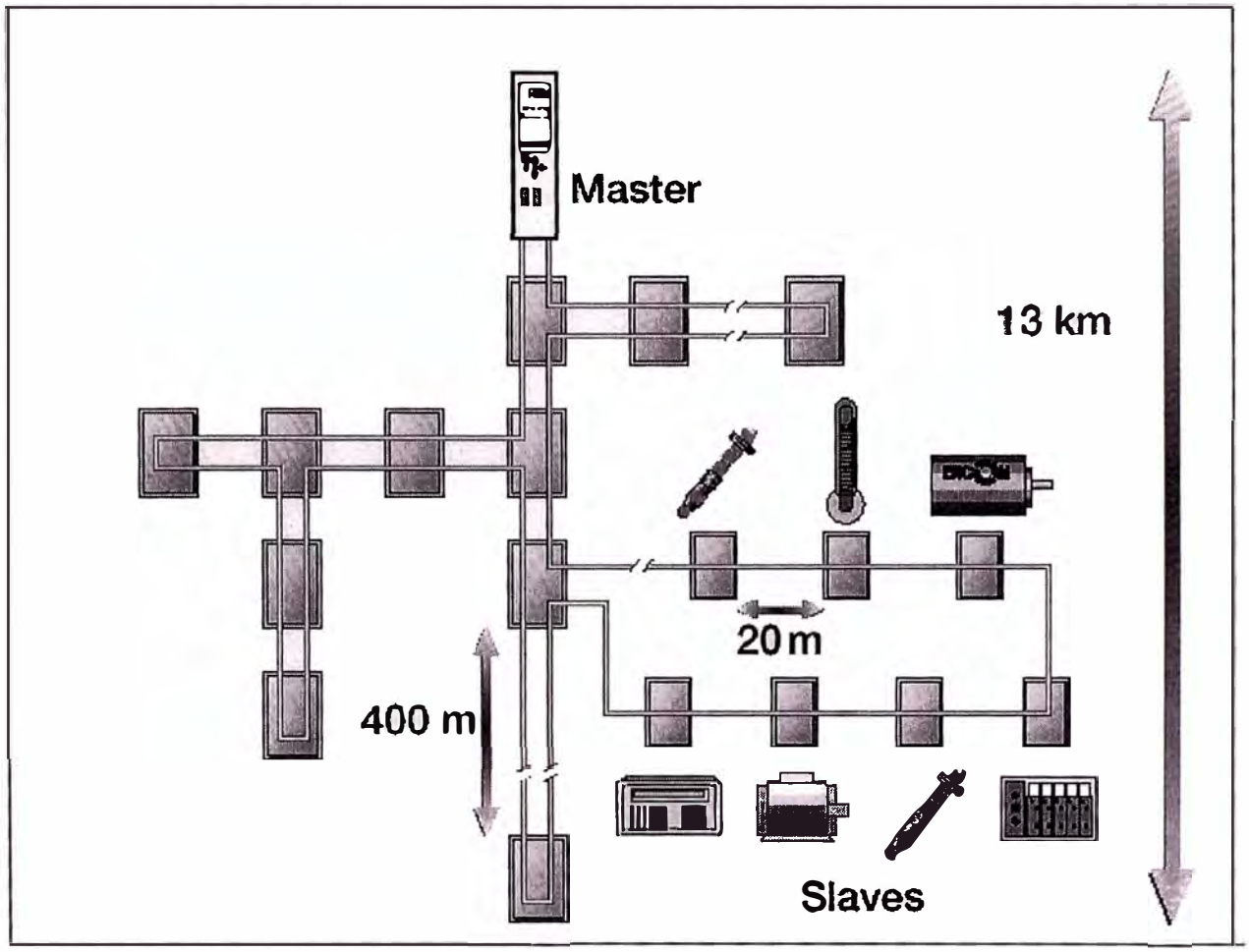


Figura 3.10 Topología INTERBUS

El Interbus Loop usa cable simple no apantallado y de dos hilos y como conector usa la técnica Quickon.

Cables para INTERBUS

- Para instalaciones fijas IBS-RBC
- Altamente flexible IBS-RBC
- Para exteriores IBS-RBC
- Para instalaciones fijas INBC-RBC

- Altamente flexible INBC-RBC
- Para exteriores INBC-RBC

Características

- Blindado
- Resistente al aceite y petróleo
- Altamente flexible
- Aprobado así como requerido e.g. UL,CSA

Cables Belden para bus de campo INTERBUS

Número de pares	3 Pares Trenzados
Blindaje	Pantalla y malla
Referencias	8103 3119A 3120ª

3.4.3. Operación y Mantenimiento

El sistema INTERBUS detecta todos los dispositivos conectados, desde la tarjeta del controlador hasta los sensores y los accionadores. Sólo INTERBUS usa el sistema del anillo para la detección precisa de error.

a. Borrado de errores de Diagnostico.

Un sistema anillo con dispositivo activo acoplado, como el previsto por INTERBUS, posibilita la segmentación del sistema completo en subsistemas

eléctricamente independientes. En el caso de un error del dispositivo, cortocircuito circuito o interrupción del cable del bus, la comunicación sólo falla después de la localizar el error. El bus master puede todavía hallar el error, permitiendo al personal de servicio remover errores precisa y rápidamente. Éste es también el caso en el caso de errores serios como un corto circuito o perdida del contacto.

b. Prevención de error-Eliminación y reducción de Períodos de inactividad por fallas.

Durante las pausas de transmisión cuando ningún dato de usuario es enviado por el master, el flujo operativo de datos es rellenado por el estado de telegramas.Si hay una pausa en la transmisión de más que 25 ms, esto es interpretado por todos los dispositivos como una interrupción del sistema. Los dispositivos entonces conmutan a un definido y seguro estado de reset. Esto significa que en el caso de un sistema interrumpido o falla de la tarjeta del controlador, todos los dispositivos rápidamente conmutan a estado seguro. Los dispositivos individuales también pueden ser específicamente vueltos a arrancar. Lo mismo se aplica en defectos esporádicos de transmisión, lo cual puede deberse a las fuentes de interferencia electromagnética o el cableado defectuoso. En un sistema INTERBUS, el dispositivo activo de acoplo con monitoreo de cada camino individual de transmisión también posibilita la localización de errores y limpieza. Este tipo de detección de error es esencial para minimizar períodos de inactividad por fallas de sistema. INTERBUS ofrece la opción de prevenir errores y limpieza, a través de la evaluación estadística de calidad de transmisión. Evaluando las estadísticas de error, los componentes fallados causados

por el desgaste normal, e.g., En arrastre de cables o deslizamiento de anillos pueden ser detectadas en una etapa temprana y los períodos de inactividad por fallas de producción pueden ser evitados.

c. Evaluación de Caminos de Fibra óptica.

La calidad del medio óptico de transmisión en los sistemas de la fibra óptica puede ser monitoreada usando un patrón experimental específico.

Esto significa eso en el caso de la fibra envejecido o si el medio de transmisión de la fibra óptica llega a estar bien sucio, entonces la potencia de transmisión será aumentado. Esto asegura transmisión sin ningún error. Si el grado de contaminación del medio ambiente es tan alto que, entonces la comunicación libre de error no puede ser mantenida en el largo plazo, un mensaje de error es generado para de inmediato implementar las medidas preventivas. El análisis integral de tipos de errores y localizaciones previstas por INTERBUS aseguran que el sistema INTERBUS tiene una posición firme dentro de los fieldbus en el mundo.

d. Herramientas de Diagnostico.

Los tipos diversos de diagnostico de sistema están disponibles para el usuario. Las funciones de diagnóstico son integradas en dispositivos INTERBUS, los paneles de diagnostico están disponibles en las tarjetas controladoras, y los errores también pueden ser detectados en la PC usando software de tipo CMD.

En la figura 3.11 se muestra el panel de diagnostico del INTERBUS

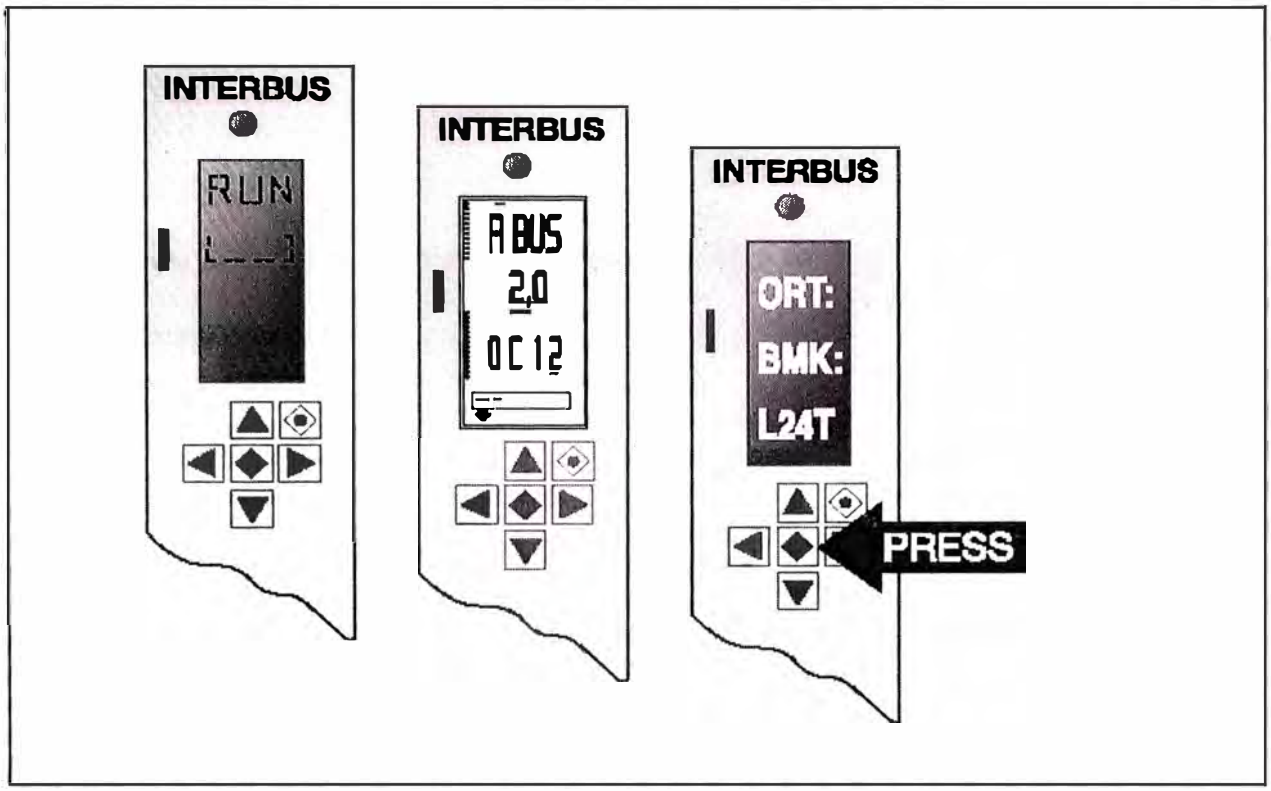


Figura 3.11 Panel de diagnostico INTERBUS en la tarjeta controladora

3.5. Componentes de Automatización en detalle

Hay numerosos medios de transmisión, i.e., Los cables y métodos de cableado que puede ser usados y interconectados en un sistema INTERBUS. Si fuera cable de cobre, las fibras ópticas o los caminos infrarrojos de transmisión, hay un medio adecuado para cada requerimiento.

3.5.1. Aislamiento Eléctrico de Diferentes Medios.

En muchos casos, los datos de un sistema INTERBUS son transmitidos por un cable de cobre usando transmisión diferencial de la señal según RS-485. Esto quiere decir que un cable par trenzado separado es requerido para la línea delantera y la

línea de regreso. Un quinto alambre provee un lazo equipotencial entre los módulos, porque los segmentos deben estar eléctricamente aislados en INTERBUS.

Con una tasa de transmisión de datos de 500 kbps, el método de transmisión punto a punto de RS-485 cubre una distancia de 400 m (1312.336 ft.) entre dos dispositivos. Debido a la función integrada del repetidor en cada dispositivo, la expansión total del sistema INTERBUS puede alcanzar 13 km (8.078 mi.).

Al usar tecnología de la fibra óptica, la estructura INTERBUS es lo mismo como para la tecnología de cobre porque los datos son otra vez transmitidos por dos fibras. La corriente simplemente debe ser simplemente convertida en luz y viceversa. Esto quiere decir que ambos cobre y los cables de la fibra óptica pueden ser mezclados, entre dispositivos individuales, en un solo sistema INTERBUS, y los métodos de conexión de la fibra óptica también pueden ser reconstruidos con partes nuevas fácilmente.

3.5.2. Sistemas Combinados.

La operación combinada de diferente medios en un solo sistema no provoca algunos problemas porque los convertidores de la interfaz de fácil manejo están disponibles. La tecnología de la fibra óptica aumenta la robustez del sistema. En un ambiente con un nivel alto de interferencia electromagnética, los cables de la fibra óptica transmiten todas las señales con inmunidad de interferencia y sin que sea necesario usar blindajes costosos.

Los dispositivos están completamente aislados uno del otro y el lazo equipotencial no es requerido. Los cables pueden ser ensamblados rápidamente y fácilmente usando las herramientas correctas.

Tres tipos de fibras ópticas son usados.

Ellos difieren considerando su distancia de transmisión, el cuál siempre depende de varios parámetros, e.g., La calidad del cable, la potencia de transmisión o la sensibilidad del aparato receptor.

- La fibra del polímero es la versión más simple. Las distancias de hasta 70 metros (229.659 ft.) pueden estar cubiertas entre dos dispositivos.

- La fibra HCS consta de un corazón de fibra de vidrio con funda plástica (Duro Silicia Blindada). Típicamente cubre hasta 400 metros (1312.336 ft.).

- Los cables de fibra de vidrio se hallan en disposición para distancias de hasta 3600 metros (11811.024 ft.).

La baja velocidad del reloj de INTERBUS también habilita medios de transmisión básicos para ser usados sin ningún problema. Esto quiere decir, por ejemplo, que los caminos infrarrojos de transmisión pueden cubrir distancias de hasta 200 metros (656.168 ft.).En la figura 3.12 se ilustra la fácil conexión que se tiene al usar cobre o fibra óptica.

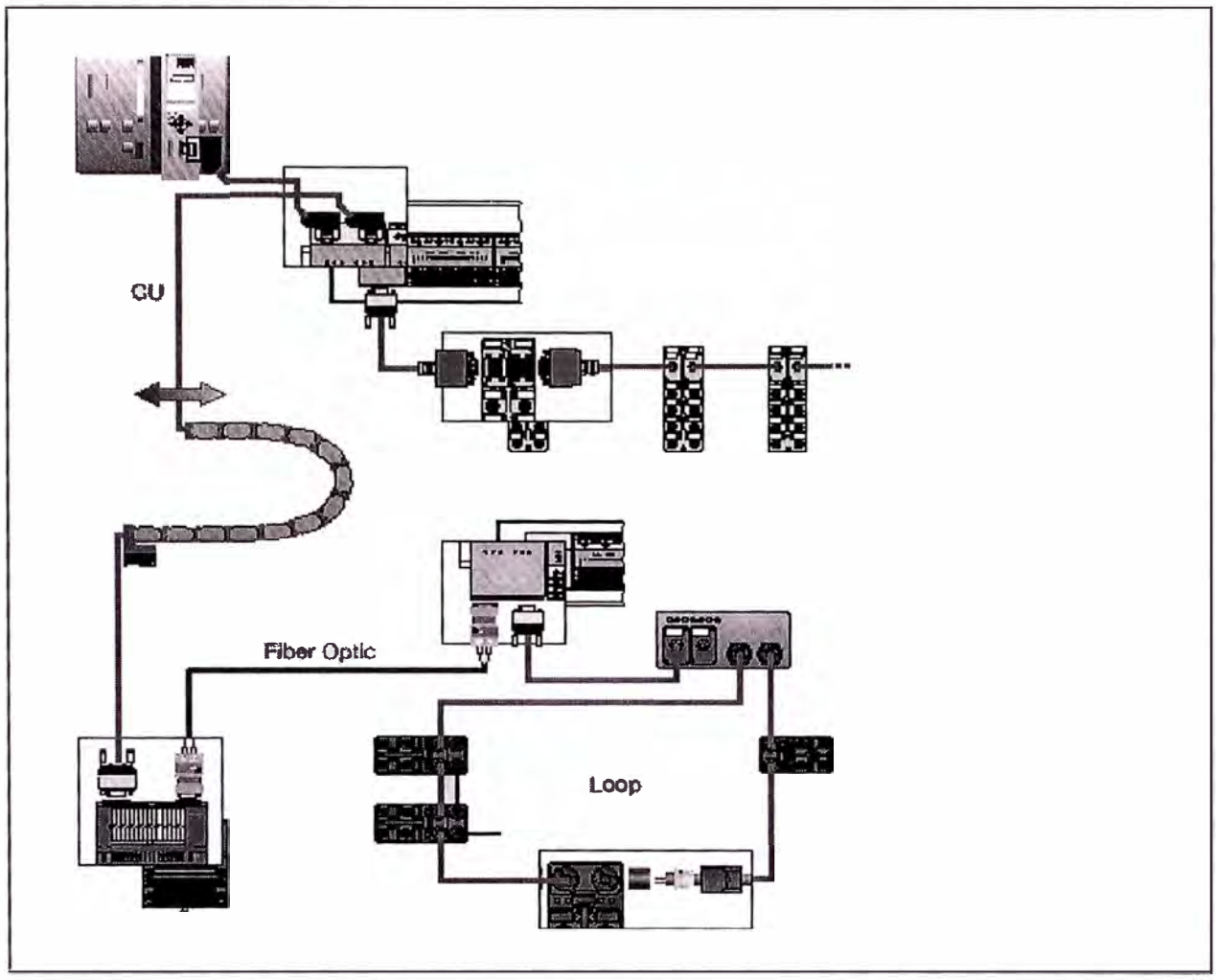


Figura 3.12 Fácil de conectar Fibra óptica / cobre

CAPÍTULO IV

APLICACIONES

4.1. Introducción

El protocolo y la topología característica de INTERBUS aseguran la integración del transporte cíclico de los datos de entrada / salida y de los mensajes no cíclicos en un solo sistema, donde se tienen en cuenta y se colman las demandas y necesidades del campo de los sensores y accionadores industriales. Estos son los prerrequisitos necesarios para realizar una red de transmisión uniforme en este campo.

También debe estar garantizado para el usuario un fácil acceso a los datos del bus. En definitiva los datos de proceso deben ser fácilmente accesibles para la aplicación de control en autómata o en PC Industrial. Una tarea cíclica en el maestro del bus actualiza continuamente los datos de entrada / salida y los suministra al sistema de control en forma de una memoria de imágenes de entrada / salida.Los datos de proceso pueden ser utilizados en un programa autómata de forma idéntica a las entradas / salidas digitales clásicas. En el caso de la programación de aplicaciones de de control en plataforma PC, los datos de proceso por medio de interfaces de software estandar (DDE,OPC,Open Control).

Cuando se accede a los datos de proceso, el usuario no nota ninguna diferencia entre los datos accedidos vía serie (bus de campo), o los datos de proceso provenientes de un cableado tradicional. El usuario del bus no tiene que estar familiarizado con las complejas formas de comunicación del bus. Se han desarrollado tarjetas maestro de Interbus para autómatas Siemens, Telemecanique, Allen-Bradley, Hitachi, ABB, Bosch,etc.

Existen múltiples herramientas de programación disponibles:

Software CMD. Este software permite la configuración, Monitorización y diagnostico del bus.

Software PCWORX. Permite programar aplicaciones de control en plataforma PC conforme a la norma UEC 1131.

4.2. Automatización con INTERBUS

Al planear y comenzar a poner en marcha un sistema de bus para las arquitecturas abiertas y flexibles del sistema de control, un concepto para la operación uniforme, sin importar el fabricante, debe ser puesto en ejecución para el ciclo vida integral del sistema.

4.2.1. CMD - Una Herramienta para todos los Sistemas De Control.

La introducción de la configuración, supervisión, y del diagnóstico (CMD) tipo de software que permite una herramienta integrada para ser utilizada con todas las

características importantes de los sistemas de control. Las características importantes de este tipo de software son su independencia del sistema de control usado y de su flexibilidad con respecto a programas extensos, nuevas funciones, y programas adicionados. CMD es una herramienta, lo cual sirve para el ciclo de vida integral de un sistema, para la planificación, la configuración, y el arranque a través del monitoreo para la evaluación de diagnósticos de los datos durante el servicio.

Planificar un sistema INTERBUS es el primer paso hacia la creación de un sistema de fácil manejo. La planificación de proyecto comienza con la especificación del número de puntos de proceso input/output, el grado de protección requerida para las condiciones ambientales y cualquier función especial necesaria, por ejemplo, El conteo o el control de motor.

La instalación rápida y fácil de un sistema es asegurada cuando se usa la tecnología de desplazamiento del aislador INTERBUS. Después de conectar conjuntamente la planta entera, el sistema arranca automáticamente. Usando software CMD, el usuario puede especificar la configuración de sistema INTERBUS en la fase planificación.

Las direcciones del programa, que el programa de control utilizará más adelante para tener acceso al I/Os distribuido, pueden ser asignadas, mientras que la configuración y la operación de la tarjeta controladora INTERBUS se especifica. Los datos de diagnóstico de la tarjeta controladora pueden ser leídos y evaluados

mientras que el sistema está funcionando. Las pruebas funcionales se pueden también realizar en subsistemas usando una función de monitoreo. Todos los datos del proyecto de INTERBUS se almacenan centralmente debajo de CMD y se pueden poner a disposición de todos los grupos que estén involucrados en la operación de sistema. Esto reduce el tiempo que los usuarios pasan aprendiendo acerca de conseguir utilizar a diversas herramientas del software. Durante la operación de sistema de INTERBUS, todos los datos están constantemente disponibles y todas las áreas se pueden probar por una fácil operación.

4.2.2. Reprocesamiento de Datos de Proceso.

Usando el lenguaje de programación IEC 61131, Diagrama de función de bloques, es posible programar datos de proceso limitado, preprocesando directamente sobre la tarjeta controladora. Las señales de entrada pueden así ser conectadas a la tarjeta controladora por medio de bloques lógicos y pueden ser directamente ser transmitido a las señales de salida. Las señales críticas en tiempo son procesadas rápidamente y la carga de sistema de control se acorta.

4.2.3. Disposición de Data Operativa.

CMD puede ser operada sobre cualquier PC estándar bajo el último sistema operativo Windows. Esto posibilita la operación de diferentes tarjetas controladoras y sistemas de control con una sola herramienta informática. Los datos CMD están disponibles en cualquier parte por ahí usando una interfaz serial. En la figura 4.1 se muestra en bloques la herramienta CMD.

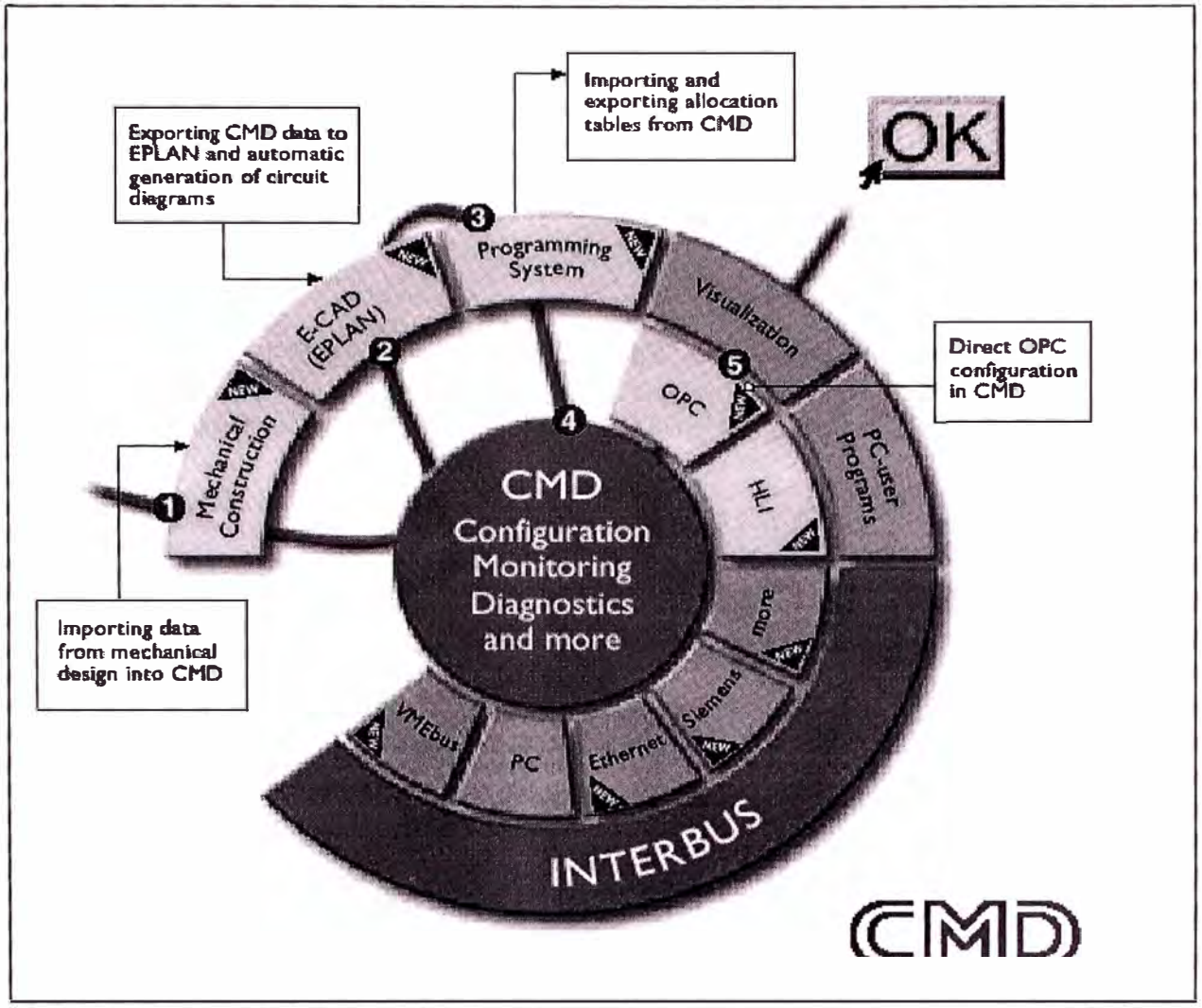


Figura 4.1 Configuración, monitoreo, y diagnostico sobre el ciclo de vida integral de un sistema

4.3. Componentes de Campo- El mejor de Todos

Más que 1000 fabricantes en todo el mundo han hecho disponible su conocimiento de dispositivos y sectores equipando sus componentes con la interfaz INTERBUS. Esto quiere decir que los usuarios y los ingenieros de control pueden continuar usando productos familiares y que el rango integral de componentes de automatización está disponible para INTERBUS.

4.3.1. La Interfaz Estándar

La base para una red abierta de fabricante independiente es una interfaz estándar disponible en diversos componentes de automatización.

Los fabricantes implementan a INTERBUS en sus dispositivos, lo cual significa que apropiados productos pueden ser seleccionados para crear la solución óptima para las tareas de automatización.

Porque los dispositivos INTERBUS no requieren configuración de archivos base o venta optativas de funciones de comunicación, los arranques con dispositivos abastecidos por diferentes vendedores, avanzan suavemente.

4.3.2. Implementación INTERBUS

La aceptación mundial y establecimiento del sistema INTERBUS han asegurado que la mayor parte de fabricantes familiares de los productos de tecnología de automatización que ya ofrecen la interfaz INTERBUS como estándar. Continuando con el principio de proveer en un sistema abierto, todas las especificaciones necesarias de desarrollo están libremente disponibles.

Los centros de interfaz en Alemania, Japón, y USA proveen soporte de desarrollo así como por ejemplo diagramas del circuito y listas de referencia de componentes para importante la interfaz INTERBUS.

4.3.3. Funciones PCP.

Esto se refiere a la amplia selección y variedad de funciones para el campo de aplicación de un dispositivo. Los dispositivos inteligentes pueden así usar el canal PCP

PCP para recibir parámetros nuevos por bus si es requerido. Estos pueden incluir complejos drives, robot, y juntura de controladores.

4.3.4. Código ID para Identificación Única

Los componentes individuales en la red INTERBUS son reconocidos por las funciones de sus dispositivos. Usan el código único ID para comunicaciones con el master. Los fabricantes también proveen los datos del dispositivo, que posibilite más configuración detallada, e.g., Para integración de dispositivos en software CMD.

Esto provee una estructura clara para los componentes usados y sus funciones.

Comentarios de Implementación INTERBUS

Para posibilitar comunicación entre dispositivos diferentes en una red INTERBUS, los dispositivos deben tener un interfaz estándar.

Al implementar un INTERBUS que trabaje como esclavo o master, hay un número de organizaciones que pueden proveer soporte de desarrollo. El Centro del Soporte provee la base para esto, ofreciendo todo para la interfaz pertinente: desde

listas de componentes y ejemplo de diagramas del circuito para acabado, tarjeta de circuito impreso y conexión sobre las tarjetas. La mayor parte de los artículos son también dimensionables.

La figura 4.2 muestra el desarrollo del sistema fieldbus INTERBUS así como la aparición de la organización INTERBUS Club en 1992 en la conducción del desarrollo del INTERBUS en el sector automatización.

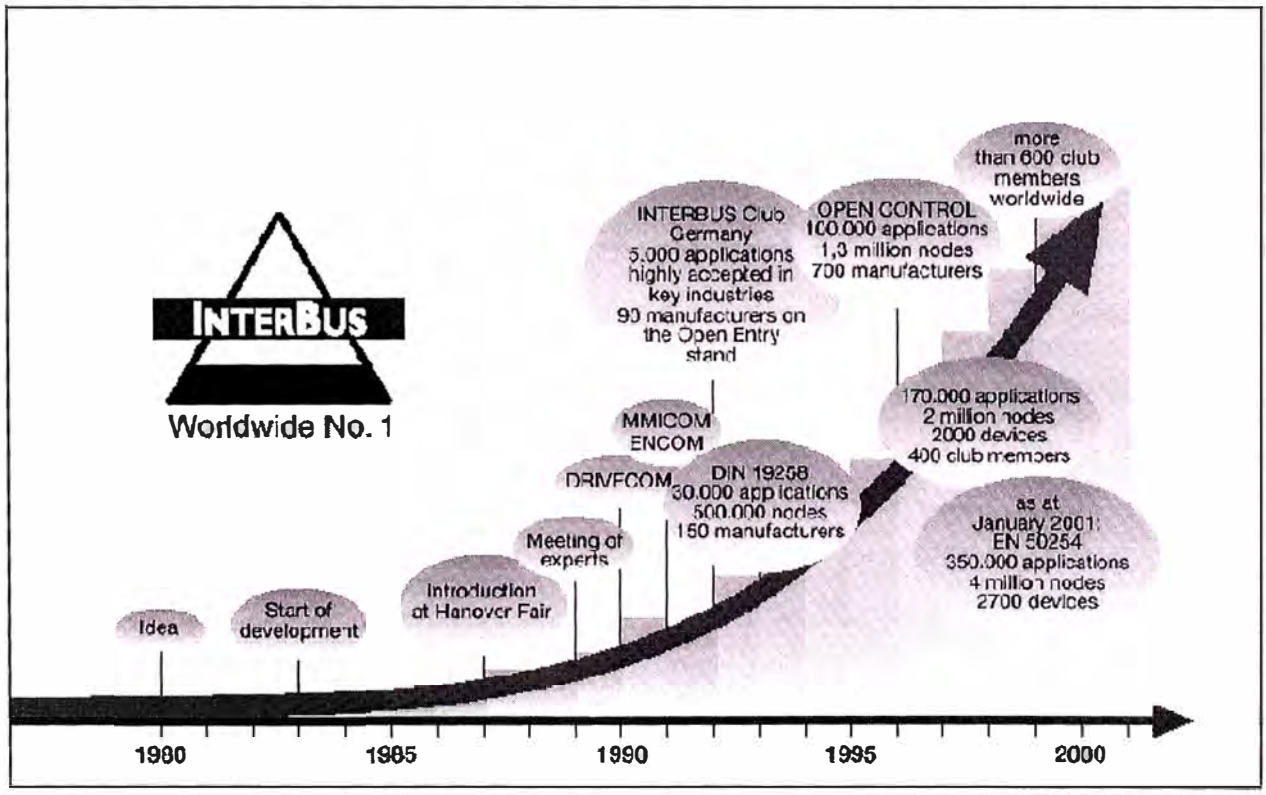


Figura 4.2 Desarrollo del fieldbus INTERBUS y el club INTERBUS

4.4. Todos los sistemas de Control - Un bus – INTERBUS

Si es una PC o PLC - todos los dispositivos I/O son independientes del tipo de sistema de control al usar a INTERBUS. Dependiendo del tipo de tarea de

automatización, una gran variedad de soluciones de sistema de control puede ser implementada.

4.4.1. Funciones del sistema de control con INTERBUS.

Al igual que como cualquier otro bus de sistema - si esté en una PC estándar o en un sistema de automatización industrial - INTERBUS también requiere inteligencia centralizado. INTERBUS opera según el método del master/slave. Esto quiere decir que un master opera todo los otros dispositivos dentro de una red.

4.4.2. El método Master/Slave

Los subsistemas de bajo nivel también pueden ser creados. El submaster se comporta como un esclavo en la red integral y transfiere sus funciones de sistema de control para "sus" dispositivos. Además, acoplando dispositivos posibilitan transferencias de datos entre dos redes autónomas.

4.4.3. INTERBUS Master.

Las funciones de un master INTERBUS dependen de la tarea de automatización. Sin embargo, todos los fabricantes deben integrar ciertas funciones en sus master.

Todos los master INTERBUS ofrecen propiedades diagnósticas básicas para la localización fácil de error y posibilitan la conexión de software del más alto nivel y sistemas de visualización. El master es sólo responsable de control del bus y de

monitorear telegramas enviados y recibidos por los diferentes componentes de automatización dentro de la configuración del bus. Es también la interfaz para el programa de control que será ejecutado, sin importar de que en esto esta basado.

Una distinción básica está hecha entre el convencional programa PLC y sistema de control basado en PC.

4.4.4. PLC o tarjeta PC.

En términos de hardware, ésta es cualquiera una tarjeta controladora para el PLC que es usado o una tarjeta PC para la computadora del anfitrión con los drivers pertinentes. La tendencia para los sistemas futuros de automatización está dirigida hacia la PC. Los sistemas PLC perdieron terreno debido a las desventajas diversas. El espacio entre el ambiente del hardware y la plataforma de programa esta cerrándose con la ayuda de la PC del industrial.

Los dispositivos, los cuáles son adecuados para las condiciones ambientales rudas y tienen un lenguaje de programación independiente en fabricante asegura la más dura descentralización de automatización. La función del master INTERBUS es provista por una interfaz apropiada. Una interfaz dimensionable está disponible, extendiéndose desde una dongle PC básico a una tarjeta de la PC con su propio sistema del coprocesador.

En la figura 4.3 se muestra un sistema de control basado en una PC

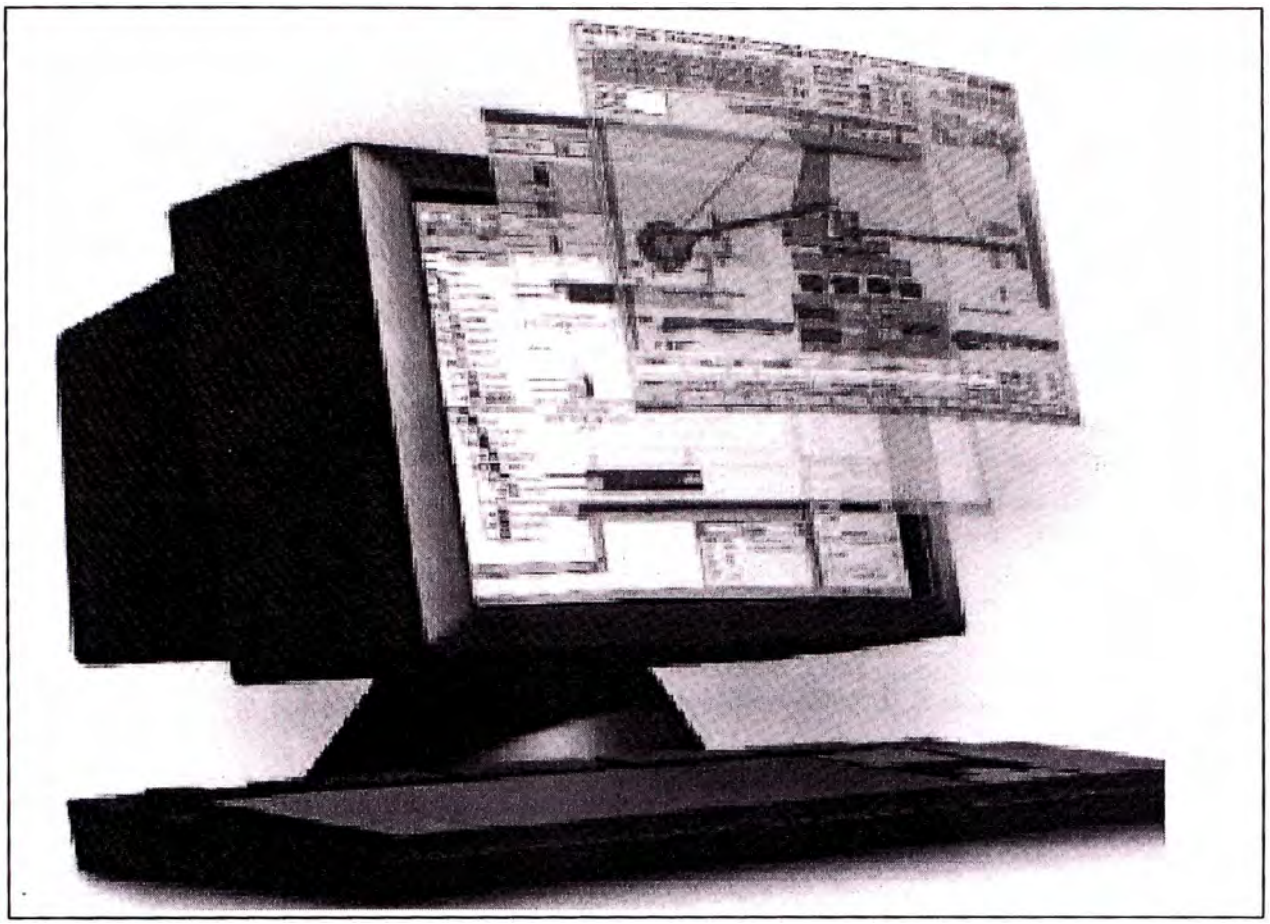


Figura 4.3 Sistema de control basado en PC

4.5. Estandarización y Seguridad

Usar a INTERBUS es realizar tareas de automatización usando un estándar global. La existencia de sobre 1000 fabricantes de diferentes dispositivos de automatización con un interfaz INTERBUS es una razón para el nivel más alto de aceptación entre usuarios. Conjuntamente estos fabricantes han desarrollado perfile para casi todas las áreas de aplicación, el cuál incorpora las funciones específicas u operaciones.

4.5.1. Compatibilidad del producto.

La compatibilidad del producto significa operación uniforme de diferentes dispositivos y asegura reposición fácil porque los productos son compatibles, y se emparejan fabricante independientes. El desarrollo de perfiles por usuarios y fabricantes disminuye el tiempo de arranque de la red y aumenta la disponibilidad del sistema.

4.5.2. Certificado INTERBUS

Al hacer una selección adecuada de los componentes, al usuario se le ofrece un nivel incrementado de seguridad por usar dispositivos certificados.

Los productos con un certificado INTERBUS como se muestra en la figura 4.4 han sido probados a fondo en un laboratorio experimental acreditado. Esta prueba examina las propiedades técnicas, inmunidad de ruido, e interoperatibilidad de productos.

El objeto experimental es manejado en una red y los efectos sobre este o de otros dispositivos son grabados. Un producto sólo recibe el certificado del INTERBUS Club una vez que todos los criterios y valores han sido logrados.

4.5.3. La configuración y arranque.

Para asegurar configuración uniforme y arranque, la mayoría de fabricantes proveen descripciones del dispositivo electrónico.

Figura 4.4 Sello del certificado INTERBUS

Esto habilita los componentes de diferentes fabricantes para ser fácilmente integrado en programas diferentes. Los requisitos básicos colocados en una red abierta está reflejado en el trabajo del grupo de usuarios: Funciones proveídas por todos los fabricantes, el cual provee facilidad de operación y el nivel de más alto de seguridad para el usuario. Estos grupos también aseguran que todas las normas globales actualmente requeridas acerca de una especificación de sistema de fieldbus son por las que se responsabilizó y a las que se dio soporte por INTERBUS, un beneficio añadido para el usuario.

4.5.4. Software e Interfaces.

El deseo para la clara habilitación de la fabrica en la web, en la industria de producción está más fuerte que nunca. Proceso de datos son requeridos en todos los niveles de la compañía, desde sensores a la administración.

4.5.5. Habilitación Fabrica en la Web

La integración vertical de datos requiere intercomunicación apropiada entre los diversos niveles de una compañía. Para lograr esto, la conexión libre de irregularidades de los INTERBUS y los estándar Ethernet está siendo establecido para asociar el nivel de administración con el nivel piso de la fábrica. En la figura 4.5 se muestra la integración vertical, provisión de datos en todos los niveles de jerárquicos.

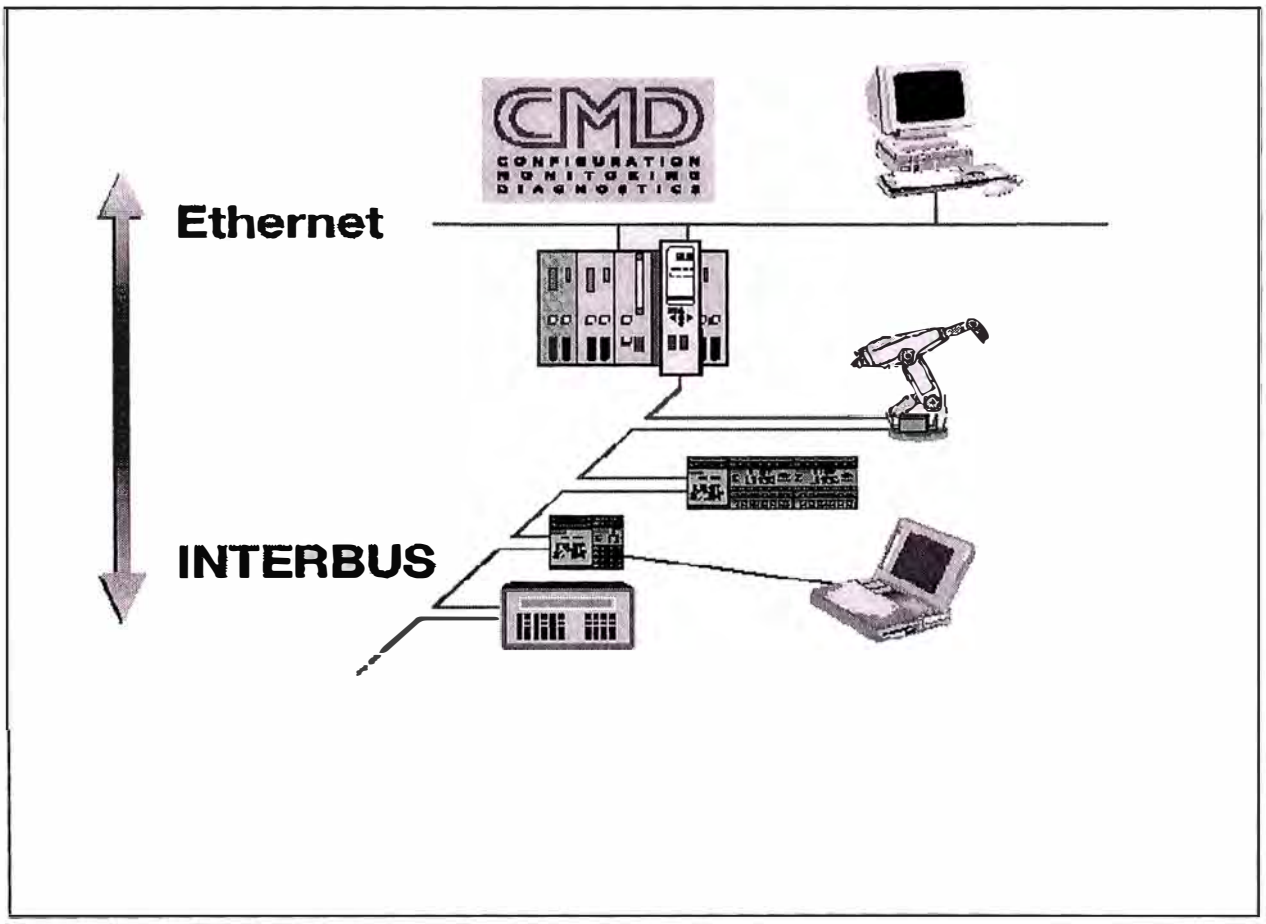


Figura 4.5 La integración vertical - Disposición de datos en todos los niveles jerárquicos

4.5.6. Perfiles INTERBUS

Los miembros de los INTERBUS club y numerosos especialistas de dispositivos de áreas diversas de aplicación se asocian conjuntamente para desarrollar perfiles INTERBUS grupos de usuario. Esta definición del perfil es una adición significante para la comunicación estandarizada para el usuario y provee acuerdo universal sobre el contenido de datos y el comportamiento del dispositivo.Al usar estos parámetros estándar los dispositivos de diferente fabricantes exhiben el mismo comportamiento en el medio de comunicación.

4.6. INTERBUS Club – Una Comunidad Fuerte

INTERBUS Club Deutschland e.V. fue fundado como una organización del usuario en 1992 por compañías principales en el sector de automatización. Hoy, INTERBUS Club ha sobrepasado las 600 compañías como miembros alrededor del mundo, quienes comparten la meta común de conducir a INTERBUS adelante en términos de tecnología y su distribución en los mercados internacionales.

Ahora, los clubes INTERBUS han sido establecidos en 16 países a través de todos los continentes de mundo. Cada club pone la dirección en tareas claves diferentes y forma la interfaz entre usuarios y fabricantes de componentes de automatización compatibles a INTERBUS.

Las tecnologías nuevas y las tendencias en la tecnología de fieldbus son publicadas y explicadas para los usuarios, e.g., En las funciones de comercio, los

congresos y las exhibiciones, así como también en forma de folletos y los artículos especiales. El internacional INTERBUS Club continuamente proveen punteros y la información para la automatización integral del sector tecnológico.

Los fabricantes y los usuarios conjuntamente desarrollan funciones nuevas y perfiles en grupos de trabajo y el usuario se agrupa bajo el paraguas del INTERBUS Club, para aumentar la competitividad de productos y así las compañías asociadas.

4.6.1. Índice de productos INTERBUS.

Otro punto focal de los INTERBUS Club es la provisión de información sobre los productos disponibles y los servicios. Los usuarios y los proyectistas de proyecto son provistos con el producto INTERBUS y proveedor de índice ambos en CD-ROM y en su última forma en la pagina web del Club en www.interbusclub.com. Además de esto, la información extensiva sobre la tecnología INTERBUS, las grandes cantidades de documentación para descargar a disco duro, y adicionalmente asociado a la pagina web del INTERBUS Club los sitios Webs alrededor del mundo pueden ser encontrado en este sitio Web. El INTERBUS Club también organiza cursillos prácticos enfocados a una especialidad y el entrenamiento, el cuál provee una visión general técnica de funciones del INTERBUS, desempeño, y posibles aplicaciones y ofrece información de las tecnologías nuevas. Eventos específicos del sector enfocan en el especial la atención de los requisitos del correspondiente sector e introduce soluciones innovadoras basadas en INTERBUS.

Para proveer a usuarios con un nivel incrementado de seguridad al seleccionar productos, el INTERBUS Club ofrece la certificación de dispositivos compatibles a INTERBUS a través de un laboratorio experimental independiente. El certificado es otorgado después exitosas pruebas confirmando que los componentes de automatización probados cumplen los altos requisitos, por el cuál INTERBUS Club sitúa la operación y la calidad de dispositivos.

4.6.2. INTERBUS estandarizado Internacionalmente.

A principios de enero del 2000, la IEC en Génova dio cuenta que sus países miembros habían aceptado el borrador para un fieldbus estándar internacional (IEC 61158 Partes 3 - 6) por una gran mayoría. Este borrador incluye INTERBUS y otro sistema líder fieldbus.

INTERBUS fue primero establecido como una norma nacional (DIN 19258) y más tarde como un estándar europeo (EN 50254) Llegando a ser un estándar internacional fue el siguiente nivel lógico en su historia de éxito. A través de la estandarización Internacional los fabricantes y los usuarios son proveídos con la protección de inversión de a largo plazo y un seguro futuro para el desarrollo sostenido y el uso de los dispositivos INTERBUS.

4.6.3. Comentarios INTERBUS Club.

El INTERBUS Club ha sido al que se comprometió para proveer todos los tipos de información acerca de INTERBUS por largos años. Esto incluye la base de datos

del producto, disponible como en un CD-ROM, en forma impresa, y en Internet, que provee una visión general de los numerosos diferente componentes de la automatización con la interfaz INTERBUS. La información suponiendo la implementación, certificación, la estandarización o las consultas técnicas generales son provistas en la Internet o disponible para una descarga. Por supuesto, su contacto nacional estará encantado de ayudarle con cualquier otra pregunta de INTERBUS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTERBUS bien puede considerarse el origen de todos los sistemas de bus de campo. El sistema fue desarrollado por Phoenix Contact y se trata de un sistema de bus de campo abierto, independiente de fabricantes específicos, y tiene numerosas aplicaciones en el ámbito de la automatización de procesos de fabricación. El carácter abierto y la independencia de determinados fabricantes están garantizados por la norma europea EN 50 254.

INTERBUS permite un veloz intercambio de datos entre componentes de diversos fabricantes sin que sea necesario realizar una adaptación especial de las interfases. Con el software CMD es posible configurar de modo sencillo por ejemplo los terminales de válvulas, incluyendo la definición de parámetros y del diagnostico.

Al diseñar un sistema, primero hay que decidir que sistemas de control se utilizarán. El protocolo de bus de campo INTERBUS ya esta definido. Con él, la comunicación se produce según el principio convencional master-slave.

INTERBUS permite elegir entre el bus para largas distancias, el bus local para el armario de distribución y el INTERBUS Loop. El INTERBUS Club representa los intereses de todos los usuarios y fabricantes que utilizan INTERBUS.

En el campo de la automatización moderna, los nuevos conceptos para equipar plantas y maquinas están en proceso de desarrollo. La enorme competencia y la presión de costos bajos que son gravitantes en todas las áreas de producción y re-ingeniería, hacen necesario la explotación y racionalización de sus potencialidades.

El empleo del sistema INTERBUS en la automatización de una planta para la ejecución de procesos representa una gran oportunidad de reducir costos, entre los que se tendría una reducción sustancial de la instalación eléctrica.

El problema que se tendría para la operación y mantenimiento es tener una capacitación adecuada para conocer el sistema, además de la inversión inicial más alta en equipo y herramientas.

En el Perú hay pocas empresas que tienen instalado en su planta un control automático, recién se están dando cuenta que con estos sistemas aumenta la producción y se tiene información relevante para los niveles de gerencia, el problema es que no hay personal técnico calificado para operar estos equipos, muchas veces es porque no se tiene mucha información; pero los técnicos profesionales que se capacitan y actualizan están llamados a ocupar estos puestos.

De acuerdo con un estudio realizado por el Instituto tecnológico TECSUP, casi el 75% de las industrias en el Perú utiliza tecnología de los años setenta y ochenta, lo que eleva sus costos operativos, dificulta el mantenimiento de su equipo y el reemplazo de sus partes, como respuesta a esta problemática, los sistemas de automatización se han transformado en un elemento clave para mejorar la competitividad de las empresas y optimizar los procesos de producción.

El avance de la implantación de sistemas de automatización en el Perú se percibe como que la mayoría de empresas busca medios para automatizar sus plantas y optimizar sus equipos buscando las últimas tecnologías y asesoría para implantar la mejor solución de automatización. Una obra interesante es la realizada por Plus Petrol en Piura. En una zona muy extensa e inhóspita, la empresa ha logrado implantar un sistema de automatización de plantas de rebombeo para visualizar desde la ciudad el funcionamiento del oleoducto.

APENDICE

ANEXO A

GLOSARIO

POP	Protocolo para lectura de e-mails (Post Office Protocol)
ACF	Confirmación de admisión (admission confirmation)
ANSI	American National Standard Institute
Apache	Servidor web http de código abierto
AppleTalk.	Protocolo de bajo nivel
ARJ	Rechazo de admisión (admission reject)
ARP	Protocolo de resolución de Direcciones (Address Resolution Protocol)
ARQ	Petición de admisión (admission request)
ASI	Actuator/Sensor-Interface
ATM	Modo de transferencia asíncrono (asynchronous transfer mode)
Back-Office	Concepto referido a la infraestructura no visible
BCF	Confirmación de cambio de ancho de banda (bandwidth change confirmation)
BeOS	Sistema Operativo especializado en multimedia
BNC	Conector de cable coaxial (Bayone-Neill-Concelman)
BRQ	Petición de cambio de ancho de banda (bandwidth change request)
BSD	Distribución de Software (Berkeley Software Distribution)
BUS	Topología de red
BW	Ancho de Banda (Band Width)
Call Center	Centro donde se concentran todas las llamadas
CAN	Controller Area Network
Carrier	Empresa dedicada al transporte de información
CCITT	Comité Consultatif International Telégraphique et Teléphonique
CDDI	Protocolo de bajo nivel (Copper Distributed Data Interface)

CID	Identificador de conferencia (conference identifier)
CIM	Fabricación Integrada a la Computadora
CIR	Tasa de información asegurada(Commited Information Rate)
CPU	Unidad de procesamiento central (Central Processing Unit)
CRV	Valor de referencia de llamada (Call Reference Value)
CSMA/CD	Acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DCF	Confirmación de desligamiento (disengage confirmation)
DECnet.	Digital Equipement Corporation net
DKE	Comisión Electrotécnica Alemana (Deutsche Elektrotechnische Kommission)
DLL's	Librería de enlace dinámico (Dinamic Link Library)
DNS	Sistema de nombres de dominio (domain name system)
DRQ	Petición de desligamiento (disengage request)
EIA	Electronics Industries Association.
E.164	Plan de numeración para telefonía
EIB	European Installation Bus
EGP	Extern Gateway Protocol
ERP	Programa para el Planeamiento de los Recursos de la Empresa
Ethereal	Analizador de protocolos gratuito
Ethernet	Protocolo de bajo nivel
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FIP	Factory Instrumentation Protocol
Frame Relay	Protocolo de bajo nivel
FreeBSD	Sistema Operativo para PC (Operating System)
FTP	Protocolo para transferencia de archivos (File Transfer Protocol)
G.711	Estándar para codificación de voz
G.723.1	Estándar para codificación de voz (dual)
G.728	Estándar para codificación de voz (bajo retardo)

G.729	Estándar para codificación de voz (menor bit rate que el G.728)
Gatekeeper	Componente de una red H323 (Guardián)
Gateway	Pasarela
GCF	Confirmación de controlador de acceso (gatekeeper confirmation)
GQOS	Calidad de servicio garantizada (guaranteed quality of service)
GRQ	Petición de controlador de acceso (gatekeeper request)
GSM	Sistema de telefonía celular (Global System for Movile Comunications)
H.221	Estándar para servicios audiovisuales (teleconferencia)
H.225	Especifica la señalización de llamadas
H.245	Especifica el control de señalización
H.246	Estándar para pasarelas H.323
H.261	Estándar para codificación de video
H.320	Estándar para videoconferencia
H.450	Especificación suplementaria que define señalización y procedimientos para proveer tanto telefonía como servicios
H.323	Suite de protocolos para comunicaciones multimedia
HARDWARE	Se refiere a la parte física de un equipo
HDLC	Control de alto nivel del enlace de datos (high level data link control)
HOST	Máquina, servidor, PC
http	Protocolo de transferencia de hipertexto (hypertext transfer protocol)
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
ICMP	Internet Control Message Protocol
ID	Identificador
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	Institute of Electric and Electronic Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IGSM	Sistema de telefonía celular orientado a Internet (Internet Global System for Movile Comunications)

ILS	Internet List Service
IMTC	International Multimedia Teleconferencing Consortium
Internet	Red de redes
Intranet	Red corporativa
IP	Protocolo Internet (Internet protocol)
IPC	Programación de las PC's Industrial
IPX	Intercambio de protocolo de inter red (internetwork protocol exchange)
SPX.	Sequenced Packet eXchange
IRQ	Petición de información (information request)
IRR	Respuesta a petición de información (information request response)
ISA	Sociedad de Instrumentación Americana
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Proveedor de servicio de Internet (Internet Service Provider)
IT	Tecnologías de la información (Information Technologies)
ITU	International Telecomunication Union
LAN	Red de área local (Local Area Network)
Lean Production	Producción Ajustada
LINUX	Versión UNIX para Pcs, en código abierto.
LLC	Logical Link Control
LON	Local Operating Network
LPC-10	Técnica de análisis de voz (Linear Predictive Coding)
LRQ	Petición de localización (location request)
MAC	Dirección física de una interfaz de red (Media Access Control)
MAC(PC)	Tecnología de microcomputadores (Macintosh)
MAN	Red de cobertura metropolitana (Metropolitan Area Network)
MC	Controlador multipunto (multipoint controller)
MCU	Unidad de control multipunto (multipoint control unit)
MIS	Administración de sistemas de información (Management

	Information System)
MP	Procesador multipunto (multipoint processor)
MPL	Licencia pública Mozilla (Mozilla Public License)
MTU	Unidad de transmisión máxima (maximum transmission unit)
NetBEUI	NetBIOS Extended User Interface
NetBIOS	Network Basic Input/Output System
OCX	Control de Windows
OPC	OLE for Process Control
OPENSOFT	Software de código abierto
OPSF	Open Protocol Shortest Path First
OSI	Modelo de referencia Interconexión de sistemas abiertos
PBN	Red por paquetes (packet based network)
PBX	Private Branch Exchange
PC	Computador personal (Personal Computer)
PCP	Peripherals Communication Protocol
PDU	Unidad de datos de paquetes (packet data unit)
P-NET	Process Network
PPP	Protocolo punto a punto (Point to Point Protocol)
PRI	Interfaz de velocidad primaria (primary rate interface)
PTSN	Red servicios de telefonía privada (Private Telephony Service Network)
PVC	Policloruro de vinilo
PwLib	Librería multiplataforma para lenguaje C
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
Q.931	Protocolo de control de conexión ISDN
QOS	Calidad de servicio (quality of service)
RARP	Protocolo de resolución inversa de direcciones (Reverse Address Resolution Protocol)
RAS	Registro, admisión y situación
RCC	Red con conmutación de circuitos
RCF	Confirmación de registro (registration confirmation)

RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RDSI-BE	Red digital de servicios integrados de banda estrecha
RIP	Route Information Protocol
RJ-45	Conector de cable UTP
RMOA	Real-Time Multimedia over ATM
RRJ	Rechazo de registro (registration reject)
RRQ	Petición de registro (registration request)
RTCP	Protocolo de control en tiempo real (real time control protocol)
SCADA	Programa de Supervisión, Control y Adquisición de Datos
SDP	Protocolo de descripción de sesión (Session Description Protocol)
Sendmail	Agente de transferencia mensajes, en código abierto
SIP	Estándar para comunicaciones multimedia desarrollado por IETF (Session Initiation Protocol)
SMTP	Protocolo para transferencia de e-mails (Simple Mail Transfer Protocol)
SNMP	Protocolo para monitoreo y control de equipos (Simple Network Management Protocol)
SOFTWARE	Se refiere a la parte lógica de un equipo (programas)
SPARC/PPC	Tecnología de microprocesadores de la empresa Sun Microsystems
SPX	Intercambio de protocolo secuencial (sequential protocol exchange)
STACK	Pila
STP	Shieles Twisted Pair
T.120	Estándar de tele conferencia multimedia
TCP	Protocolo de control de transporte (transport control protocol)
TELNET	Protocolo para acceso remoto a un computador
Token Ring	Protocolo de bajo nivel
Token Bus	Protocolo de bajo nivel
TSAP	Transport Service Access Point

UAC	User Agent Client
UAS	User Agent Server
UDP	Protocolo de datagrama de usuario (user datagram protocol)
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
URL	Uniform Resource Locator
UTP	Unshielded Twisted Pair
VoIP	Voz sobre IP
VPB4	Tarjeta para voz sobre IP de la empresa VoiceTronix
WAN	Red de área extensa (Wide Area Network)
Win32	Sistema operativo Windows de 32 bits
WindowsCE	Sistema operativo Windows para computadores de mano
X.25.	Protocolo de Red
x86	Computador compatible
XBSD	Sistema operativo
XML	Extended MarkUp Language

ANEXO B

DATOS TÉCNICOS INTERBUS DATA CABLE

INTERBUS REMOTE BUS (2-wire)

Característica de tamaño(20°C)	**Setpoint**	**Método de prueba**
Número de hilos	3 x 2 par trenzado con apantallamiento común	
Sección del conductor	0.2 mm^2(25 AWG),mínimo	
Resistencia DC del conductor por 100 m.(328.08 ft.)	9.6 Ω máximo	VDE 0472-501 IEC 189-1 cl. 5-1
Característica de impedancia	120 Ω+- 20% en f=0.064 Mhz. 100 Ω+- 15% en f>1 Mhz.	IEC 1156-1 cl. 3.3.6
Dureza del dieléctrico -Hilo/hilo -Hilo/apantallamiento	1000 $V_{rms,}$, 1minuto 1000 $V_{rms,}$, 1minuto	VDE 0472-509 prueba del tipo C o IEC 189-1 cl.5.2
Resistencia del aislador(luego de probar la dureza del dieléctrico)	150 MΩ, mínimo para 1 Km. de cable	VDE 0472-502 prueba del tipo B o IEC 189-1 cl. 5.3
Máxima transferencia de impedancia(resistencia de acoplo) -a 30 Mhz	250 mΩ/m	IEC 96-1
Capacitancia efectiva a 800 Hz.	60 nF, máximo para 1 Km. de cable	VDE 0472-504 prueba de tipo A IEC 189-1 cl. 5-4
Minima atenuación crosstalk near-end (NEXT) para 100 mt. de cable -a 0.0772 Mhz -a 1 Mhz -a 2 Mhz -a 4 Mhz -a 8 Mhz -a 10 Mhz -a 16 Mhz	 61 dB 59 dB 55 dB 50 dB 46 dB 44 dB 41 dB	VDE 0472-517 o IEC 1156-1 cl. 3.3.4

-a 20 Mhz	40 Db	
Máxima atenuación de la onda para 100 m. de cable -a 0.256 Mhz -a 0.772 Mhz -a 1 Mhz -a 4 Mhz -a 10 Mhz -a 16 Mhz -a 20 Mhz	 1.5 dB 2.4 dB 2.7 dB 5.2 dB 8.4 dB 11.2 dB 11.9 dB	VDE 0472-515 o IEC 1156-1 cl. 3.3.2

INTERBUS LOOP 2

Característica tamaño(20°C)	**Setpoint**	**Método de prueba**
Número de hilos	2 trenzados	
Distancia por trenza	<=52 mm(2.05 in.)	
Sección del conductor	1.5 mm^2 (16 AWG)	
Estructura del hilo Litz	Filamento fino	VDE 0295,Class 5
Estructura del hilo Litz/mínimo diámetro del hilo	0.26 mm(0.010 in.)	VDE 0295,Class 5
Resistencia del conductor DC por 1000 m.(3280.84 ft.)	13.3 Ω máximo para un plan de hilos simples 13.7 Ω máximo para hilos simples metal-clad	VDE 0295,Class 5
Característica de la impedancia	75 Ω+-15% a f=250 Khz hasta 10 Mhz	
Dureza del dieléctrico hilo/hilo	1000 V_{rms} , 1 minuto	VDE 0472-509 prueba del tipo C o IEC 189-1 cl.5.2
Material de aislamiento del hilo	PVC/PE	
Resistencia de aislamiento (después de probar la dureza del dieléctrico)	20 MΩ mínimo para 1 Km(0.62 mi.) de cable	VDE 0472-502 prueba del tipo B o IEC 189-1 cl.5.3

BIBLIOGRAFÍA

[1] Ramón Piedrafita, "Ingeniería de la Automatización Industrial", Alfa y Omega Grupo editor, S.A. de C.V. 2001

[2] Emilio García Moreno, "Automatización de Procesos Industriales", Universidad Politécnica de Valencia, 2001

[3] Pagina web http://www. Interbusclub.com

[4] Pagina web Faculta de Ingeniería, Universidad Diego Portales de Chile "Análisis del arte de los fieldbus aplicados al control de procesos industriales, 2002

[5] Nicolás Valenzuela, Mauricio Ceroni, Daniel Puentes,"Introducción a los Protocolos Interbus, Fieldbus y Profibus", 2003

[6] Pagina web http://www.uni.edu.pe.

[7] Roberto Vignoni, "Comunicaciones Industriales" Laboratorio de Electrónica Industrial Control e Instrumentación, Facultad de Ingeniería UNLP, 2000.

[8] ISA-UMH "Buses de Campo" Universidad Miguel Hernández – Universitas Dpto. Ingeniería, División Ingeniería de Sistemas y Automática, 2003 http://developer.intel.com/technology/itj/q21998/articles/art_4.htm

[9] Javier Donayre, "Sistemas de Buses para la Automatización Industrial" Universidad Nacional de Ingeniería, 2003

[10] OTRI - Universidad de Zaragoza "Internet y nuevas tecnologías en los sistemas de producción industrial, Diciembre, 2002

[11] Reportaje a Carlos Sforza gerente de comercialización de la empresa Argentina BLC S.A., "Apreciaciones de un Consultor", Revista PC World Diciembre, 2003.

[12] Gerardo Merino, "Interbus: Bus de Campo de Sensores-Actuadores", Universidad de Vigo, seminario práctico. Noviembre, 2002.

[13] Pagina web **http://www.siet.it** "Catalogo General Accionamientos y Sistemas 2000/2001.