

ETHERNET EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

**JORGE ELIECER GIRALDO LIPEDA
RIDER HOYOS FANG**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE PROGRAMAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS, DT Y C
2009**

ETHERNET EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

**JORGE ELIECER GIRALDO LIPEDA
RIDER HOYOS FANG**

**Asesor:
JORGE ELIECER DUQUE**

**Monografía presentada como requisito de aprobación de la
Especialización en Telecomunicaciones**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE PROGRAMAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS, DT Y C
2009**

Nota de
aceptación

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Cartagena, Noviembre 27 de 2009.

Señores

**COMITÉ DE REVISIÓN DE MONOGRAFÍA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

La Ciudad

Apreciados señores:

Por medio de la presente nos permitimos informarles que la monografía titulada

“ETHERNET EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES” ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como autores del proyecto consideramos que el trabajo es satisfactorio y amerita

Ser presentado para su evaluación.

Atentamente,

Jorge Giraldo Lípeda

Rider Hoyos Fang

Cartagena, Noviembre 27 de 2009

Señores

**COMITÉ DE REVISIÓN DE MONOGRAFÍA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

La Ciudad

Apreciados señores:

Por medio de la presente me permito informarles que la monografía titulada "ETHERNET EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES" ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como director considero que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado Para su evaluación.

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C

Noviembre 27 de 2009

Yo Jorge Eliécer Giraldo Lípeda, identificado con la cédula de ciudadanía Número 73.202.552 de la ciudad de Cartagena. Autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el Catálogo ON LINE de la Biblioteca.

Jorge Eliécer Giraldo Lípeda

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C

Noviembre 27 de 2009

Yo Rider Hoyos Fang , identificado con la cédula de ciudadanía Número **73.183.544** de la ciudad de Cartagena. Autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el Catálogo ON LINE de la Biblioteca.

Rider Hoyos Fang

ARTICULO 105

La Universidad Tecnológica de Bolívar, se reserva el derecho de propiedad Intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, y no pueden ser Explotados comercialmente sin autorización.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al ingeniero **GONZALO LOPEZ** y **JORGE DUQUE**, por su constante colaboración y apoyo durante El desarrollo de nuestra especialización.

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios, por permitirme obtener con éxitos este nuevo peldaño que se da en la vida, agradezco a mis padres y demás familiares que me brindaron apoyo y esfuerzo para poder culminar esta nueva etapa.

JORGE ELIECER GIRALDO LIPEDA

CONTENIDO

	Pág.
LISTAS DE FIGURAS	
GLOSARIO	
INTRODUCCION	1
HISTORIA	3
1. PROTOCOLOS DE RED	5
1.1 MODELO DE REFERENCIA OSI	5
1.1.1 CAPA FISICA	6
1.1.2 CAPA DE ENLACE	6
1.1.3 CAPA DE RED	6
1.1.4 CAPA DE TRANSPORTE	7
1.1.5 CAPA DE SESION	7
1.1.6 PRESENTACION	7
1.1.7 CAPA DE APLICACIÓN	8
1.2 TCP/IP	8
2 CONCEPTOS DE ETHERNET	11
2.1 ETHERNET	11
2.2 ETHERNET INDUSTRIAL	13
2.3 TOPOLOGIAS DE RED	16
2.3.1 BUS	16
2.3.2 ANILLO	18
2.3.3 ESTRELLA	19
2.4 TECNICA DE TRANSMISION DE DATOS	21
3. ACCESO AL MEDIO	22
3.1 DESCENTRALIZADO DETERMINISTICO	23
3.2 DESCENTRALIZADO ESTOCASTICO	24

3.3 EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DE RED	24
3.3.1 CABLES DE COBRE	24
3.3.1.1 PAR TRENZADO	24
3.3.1.2 FASTCONNECT FC	25
3.3.1.2 CABLE HIBRIDO	26
3.3.2 FIBRA OPTICA	26
3.3.2.1 CABLES DE FIBRA OPTICA PLASTICA	27
3.3.2.2 CABLES DE FIBRA HCS	27
3.3.2.3 CABLES DE FIBRA OPTICA SiO2	27
3.3.3 SWITCH	28
3.3.4 ENRUTADORES	30
3.3.4.1 COMPONENTES RED LWLAN	30
4 PROTOCOLOS DE INDUSTRIAL ETHERNET	31
4.1 PROFINET	32
4.1.1 PROFINET IRT	35
4.2 ETHERNET POWER LINK	36
4.3 MODBUS TCP/IP	38
4.4 FIELDBUS FOUNDATION	39
4.5 ETHERNET / IP	41
4.6 ETHERCAT	44
4.7 CCLINK IE	47
5 OPTIMIZACIÓN POR MEDIO DE INDUSTRIAL ETHERNET	49
5.1 ACCESIBILIDAD	49
5.2 MOVILIDAD	50
5.3 ESCALABILIDAD	52
5.4 CABLEADO	53
5.5 COMPATIBILIDAD	54
5.6 SEGURIDAD	57
CONCLUSIONES	59
BIBLIOGRAFIA	61

LISTAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo de referencia OSI	5
Figura 2. PLC conectado directamente a una red Ethernet.	9
Figura 3. MMS Protocol	10
Figura 4. Trama Ethernet	11
Figura 5. Sistema global de comunicaciones (modelo CIM)	14
Figura 6. Topologías de red (Bus – Estrella y Anillo)	16
Figura 7. Topología de red tipo BUS	17
Figura 8. Configuración maestro esclavo	18
Figura 9. Topología de red tipo Anillo	18
Figura 10. Topología de anillo con wire center.	19
Figura 11. Topología de red tipo estrella	20
Figura 12. Técnicas de transmisión de datos.	21
Figura 13. Método de acceso al BUS.	22
Figura 14. Ejemplo de Token BUS.	23
Figura 15. Par trenzado en diferentes presentaciones.	25
Figura 16. Presentación de 4 hilos del cable fastconnect.	25
Figura 17. Cable híbrido.	26
Figura 18. Fibra óptica de vidrio.	26
Figura 19. Switch no Gestionable, Scalance X108.	28
Figura 20. Switch Gestionable, Scalance X204-2.	29
Figura 21. Switch gestionable tipo modular para fibra óptica.	29
Figura 22. Sinaut Md720-3	30
Figura 23. Conmutador Inalámbrico Scalance w 788.	30
Figura 24. Red Profinet.	34
Figura 25. Tarjeta de Interfaz CP1616.	35
Figura 26. Access point Scalance W 784.	35
Figura 27. Sistema de control con FieldBus.	40

Figura 28. Modelo Osi en Ethernet/IP	42
Figura 29. Red CC-Link IE.	47
Figura 30. Pirámide Cim	49
Figura 31. Pad MOBIC T8	50
Figura 32. Scalance W788	51
Figura 33. Cartucho C-plug.	52
Figura 34. a) Conexión paralela b) Conexión por bus de campo.	54
Figura 35. Modulo de transición Wlan a Profibus.	55
Figura 36. Modulo de transición entre industrial ethernet y profibus.	56
Figura 37. EI/ AS-i Link PN IO	56
Figura 38. Scalance S602	58

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1 Velocidades de transmisión Ethernet

13

GLOSARIO

Bus

Conjunto de conductores compartidos por dos o más sistemas digitales.

Bus 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.

Codificación Manchester:

Referida a la transmisión en banda base, cambia la polaridad de la señal a positivo cada 1 lógico y a negativo cada cero lógico. En condiciones normales de operación el voltaje DC en el cable es cero.

Ethernet

La tecnología Ethernet fue adoptada para su estandarización por el comité de redes locales (LAN) de la IEEE como IEEE 802.3. El estándar IEEE 802.3 fue publicado por primera vez en 1985.

FSK:

Frecuency shift keying (FSK) utiliza dos frecuencias para transmitir ya sea un 1 o un cero lógico

IP

Internet Protocol. Protocolo De Internet. Se puede considerar el más importante de los protocolos que sobre los cuales se basa la Internet.

LAN:

Local Área Network. Red De Área Local. Un tipo de arreglo para Comunicación de datos a alta velocidad. Red limitada en el espacio, concebida para abastecer a sub-unidades organizativas.

Nivel de Sensor - actuador:

Conocido también como etapa de instrumentación, es el nivel más próximo al proceso. Aquí es donde se encuentran las máquinas con las que opera la empresa, y con ellas, todos los sensores y actuadores para la toma de mediciones y la realización de acciones de control sobre el proceso.

Nivel de Control:

Este es el nivel de los elementos capaces de controlar a los actuadores y sensores del nivel anterior tales como autómatas programables, o equipos de aplicación específica basados en microprocesador como robots o tarjetas de control.

Nivel de supervisión

En este nivel es donde se suelen emplear las redes de tipo LAN (MAP o Ethernet). Conocido como nivel de planta es donde se realizan por las tareas de adquisición y tratamiento de datos, monitorización de alarmas, mantenimiento correctivo y preventivo, control de calidad, coordinación de transporte, alimentación de líneas, seguimiento de etapas, seguimiento de órdenes de trabajo.

Nivel De Gestión

Gracias a la información recogida por el nivel de supervisión de toda la Planta, los gestores de la empresa pueden extraer estadísticas acerca de los Costes de fabricación, rendimiento de la planta, estrategias de ventas para liberar posibles excesos de producto almacenado, y en general, disponer de

datos que permitan a los niveles directivos la toma de decisiones conducentes a una mejor optimización en el funcionamiento de la planta.

Pirámide de automatización CIM:

Metodología de trabajo y una filosofía de diseño de los sistemas de automatización, producción y gestión orientados a la mejora de los niveles de calidad y a la optimización en los procesos de fabricación.

Protocolo

Procedimientos de reglas que tienen como fin determinar cuál de los terminales está autorizado para transmitir por la línea o bus y quien debe recibir el mensaje en determinado momento.

TCP/IP

Transmisión Control Protocol/Internet Protocol. Protocolo para Control de Transmisión/protocolo Inter. red. Software adecuado para proceso Inter. Red Originada en la Arpanet del departamento de Defensa de EEUU.

RESUMEN

ETHERNET EN LA OPTIMIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES¹

Jorge Girado Lipeda

Rider Hoyos Fang²

Palabras clave: Ethernet, Optimización, Procesos

Ethernet en la optimización de procesos industriales es un documento en el cual de forma organizada se muestran algunos beneficios y ventajas que trae la implementación de la tecnología Ethernet en la automatización de procesos.

Inicialmente se dan una serie de definiciones básicas pero necesarias como lo son el modelo OSI, TCP/IP y el concepto de Ethernet, posteriormente seguiremos con lo referente a Industrial Ethernet, técnicas de transmisión, acceso al medio, equipos y dispositivos utilizados, además se hablara de algunos buses basados en Ethernet y para terminar encontraremos ventajas que presenta Industrial Ethernet y algunos equipos y aplicaciones.

¹ Trabajo de grado

² Estudiantes de la especialización en telecomunicaciones

INTRODUCCIÓN

Ethernet cual ha tenido una amplia aceptación a nivel mundial dentro de grandes corporaciones y universidades, ha empezado hoy en día a fortalecer y encontrar la forma de introducirse aceleradamente dentro de las demandas y exigencias que generan los ambientes industriales en los procesos de automatización.

Todo esto viene concatenado, a las grandes ventajas que ofrece las redes Ethernet entre la cuales cuenta con la habilidad de monitorear las transmisiones de datos; La existencia de utilidades como **telnet** que nos dan la posibilidad de configurar y reconfigurar remotamente nuestros controladores y demás equipos en tiempo real; este tipo de aplicaciones son denominadas como nivel de gestión dentro de la pirámide de automatización C.I.M.

Lo anterior logrado bajo la utilización del protocolo de comunicación TCP/IP para establecer las transmisiones de señales de control de un proceso, señales de actuadores, variadores de velocidad y todo un conjunto de señales para implementar un sistema SCADA (Supervisory control and data acquisition).

Industrial Ethernet es una red de fábrica de gran potencia para el nivel de supervisión en cual se realizan gestiones de adquisiciones de datos, monitoreo de alarmas, controles de calidad y programaciones de mantenimientos de una planta.

Además de esto industrial Ethernet es una Red que cumple con los estándares internacionales (IEEE 802.3) válida para todos los campos en la automatización de la Producción, posee una amplia cobertura ya que puede alcanzar grandes distancias mediante la implementación combinada de

técnicas eléctricas, ópticas y radioeléctricas; Para finalizar Industrial Ethernet es una red diseñada con robustez tanto para perturbaciones mecánicas como para perturbaciones electromagnéticas dando como garantía una gran seguridad en la transmisión de los datos.

HISTORIA

En el campo de la instrumentación en los años 40, aun se utilizaban señales de presión para monitorear. La señal 4-20mA se estandarizo en el campo de la instrumentación en los años 60 y además aparece el primer autómeta programable. Aparece el primer sistema de procesos distribuidos en los años 70, ya en los 80 aparecen los sensores optimizados con microprocesadores lo que estimulo la comunicación de distintos dispositivos mediante buses de campo.

De aquí en adelante, se realizaron esfuerzos para crear un estándar de comunicación entre dispositivos y los niveles mínimos de respuesta que estos debían presentar.

Ante la demora del estándar, los fabricantes crearon sus propias implementaciones como lo son:

- Fielbus
- ModBus en 1979
- Interbus-S en 1984
- CAN en 1986.
- H1 en 1996
- AS-Interface en 1993
- DeviceNET en 1994.
- BatiBUS, EIB en 1990,
- LonWorks 1991
- BACNet (1995).

Otros acontecimientos importantes en industrial Ethernet fueron:

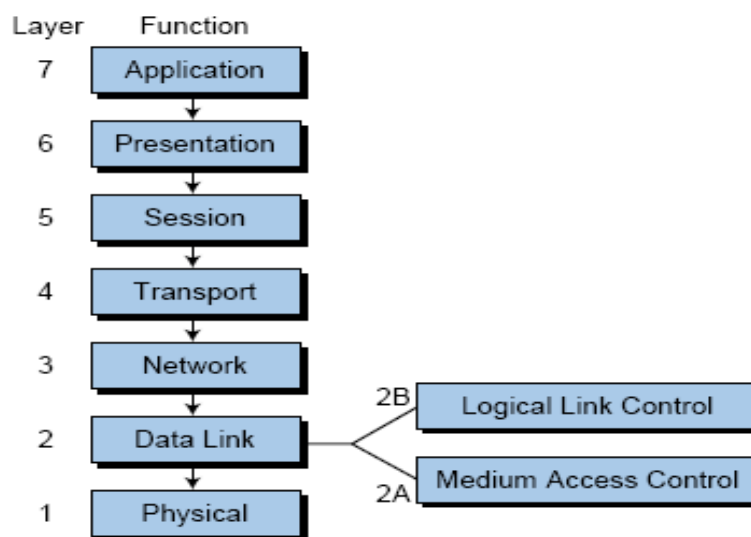
- Publicación de estándar Ethernet IEEE 802.3 en 1985 que trabajaba a 10Mbps.
- Aparecen conmutadores full duplex en 1993 y en 1995 se crea el estándar Ethernet a 100Mbps.
- Modbus/TCP se abre al público en 1999, este trabaja con TCP, ip y Ethernet en las capas de transporte, red y capas inferiores respectivamente.
- En el 2000 DeviceNet adopta el estándar Ethernet/IP, este se apoya no sólo en Ethernet sino en TCP-UDP/IP para las capas de red y transporte.

1. PROTOCOLOS DE RED

1.1 Modelo De Referencia OSI

Las redes siguen un protocolo para ejecutar la transmisión y la recepción de datos sobre el medio de la red (ejemplo: cable coaxial). En 1979, la organización de estándares internacionales (ISO) publicó el modelo (OSI) de referencia del Open Systems Interconnection, también conocido como la ISO ES 7498, para proporcionar las pautas para los protocolos de red³.

Figura 1. Modelo de referencia OSI.



Fuente: L.A, Bryan y otros

Este modelo divide las funciones que los protocolos deben realizar en siete capas jerárquicas (figura 1.1). Cada capa interconecta solamente con sus capas adyacentes y está inconsciente de la existencia de las otras capas. El modelo de OSI subdivide la segunda capa en dos substratos, 2A y 2B,

³ L.A Bryan, Programmable Controllers theory and implementation, Georgia, 2004. P867.

llamados control de acceso y (MAC) Logical Link Control medios (LLC), respectivamente.

En los protocolos de red, la capa física (la capa 1) y el substrato medio del control de acceso (capa 2A) se ejecutan generalmente con hardware, mientras que las capas restantes se ejecutan usando software. Los componentes de hardware de las capas 1 y 2A se refieren generalmente como módems (transceivers) y los controladores respectivamente

1.1.1 CAPA FISICA

La capa física es el nivel más bajo de la jerarquía y especifica las normas físicas eléctricas funcionales y de procedimiento para poder entrar a la red de comunicación de dato. En esta capa se hacen definiciones como por ejemplo de valores máximo y mínimo de voltaje y de la impedancia del circuito. Las especificaciones para la capa física se parecen a la especificadas por la norma RS232 de EIA para interfaces series.

1.1.2 CAPA DE ENLACE

Esta capa es responsable de las comunicaciones entre nodos primarios y secundarios de la red. La capa de enlace de datos proporciona un medio para activar, mantener y desactivar el enlace de datos. También proporciona la capa final de la envolvente de información, facilita el flujo ordenado de datos entre nodos y permite la detección y corrección de errores.

1.1.3 CAPA DE RED

La capa de red determina cual configuración de red es la más adecuada para la función que proporciona el sistema de interconexión. También esa capa define el mecanismo con el que los mensajes se dividen en paquetes de

datos y se conducen de un nodo de transmisión a uno de recepción dentro de una red de comunicaciones.

1.1.4 CAPA DE TRASPORTE

Esta capa controla la integridad del mensaje de principio a fin en eso se incluye la ruta la segmentación y la recuperación de errores para el mensaje. Las tres capas superiores manejan los aspectos de aplicaciones de la red, mientras que las tres inferiores manejan la transferencia de mensaje así la capa de transporte funciona como la interfaz entre las capas de red y de sesión.

1.1.5 CAPA DE SESION

Es la responsable de la disponibilidad de la red, los procedimientos de entrada y salida de la red y la verificación de usuarios. Una sesión es una condición temporal que existe cuando los datos se están transmitiendo en realidad y no incluye procedimientos como establecer llamadas preparar o desconectar. La capa de sesión determina la clase de dialogo disponible (simplex, semiduplex o duplex).

1.1.6 CAPA DE PRESENTACION

Esta capa maneja toda conversión de códigos o de sintaxis necesarias para presentar los datos a la red en un formato común para las telecomunicaciones. Entre las presentaciones se incluye el dar formato, codificar (ASCII, EBCDIC entre otros) de archivos de datos, cifrados y descifrados de mensaje, procedimientos de diálogos, comprensión de datos, sincronización. La capa de presentación hace la traducción del código y del conjunto de caracteres y determina el mecanismo de presentación de los mensajes.

1.1.7 CAPA DE APLICACIÓN

Es la máxima en la jerarquía y es análoga al administrador general de la red. Controla la secuencia de actividades dentro de una aplicación y también la secuencia de eventos entre la aplicación de cómputos y el usuario de otra aplicación. El estándar más importante para aplicaciones de automatización industrial es el Manufacturing Message Specifications (MMS), que describe los servicios del nivel de aplicación MAP (Manufacturing Automation protocol). Los sistemas de bus de campo modernos se orientan fuertemente en MMS a la hora de diseñar en el nivel de aplicación.

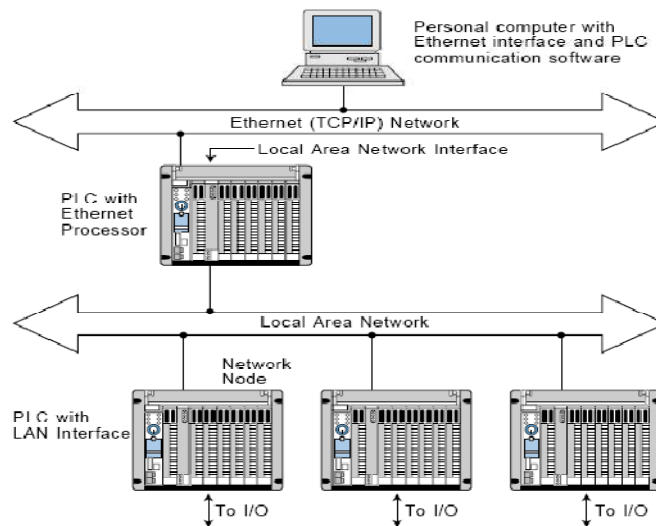
1.2 TCP/IP

La mayoría de los fabricantes que ofrecen compatibilidad Ethernet para ejecutar funciones de supervisión sobre la planta que controla los equipos, utilizan el protocolo TCP/IP para las capas 3 y 4 del modelo de referencia OSI. En el protocolo TCP/IP, TCP garantiza el control de conexiones END to END. TCP pone varios servicios a disposición del usuario, tal como establecimiento de conexiones y desconexiones de red, garantizan la secuencia de datos, protección contra la pérdida de secuencia, controla el tiempo de conexión, la multiplexación y el transporte transparente de datos⁴.

IP (Internet Protocol), realiza funciones complementarias tales como direccionamiento de datos sobre la red, distribución de los data packages, y encaminar datos en sistemas multired.

⁴ L.A Bryan, Programmable Controllers theory and implementation, Georgia, 2004. P884

Figura 2. PLC conectado directamente a una red ethernet.



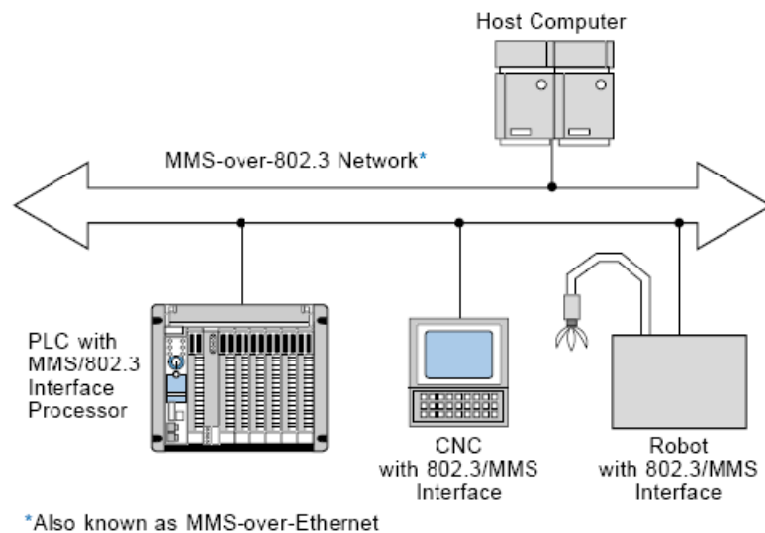
Fuente: (L.A, Bryan y otros)

Algunos fabricantes de PLC, ofrecen controladores programables con TCP/IP over ethernet, incorporados dentro del procesador del PLC, con esto permite conectar al PLC directamente con la red ethernet de supervisión. Ver figura 1.2. Note que los PLC's en la figura 1.3 también poseen una red de control con los demás PLC's que se encuentran conectados en la red Ethernet.

Algunas veces el modulo de TCP/IP es dejado a un lado dentro las redes de supervisión y reemplazado por el protocolo MMS, (manufacturing message specifications), cual es utilizado por los dispositivos de la planta para comunicarse a través de las red Ethernet 802.3. tal como se ve en la siguiente imagen⁵. Con esta configuración los PLC's se pueden comunicar con sistemas más complejos e inteligentes como son los robots y las CNC.

⁵ L.A Bryan, programmable controller theory and implementation, Georgia, 2004. P885

Figura 3. MMS Protocol.



Fuente: L.A, Bryan y otros

Cabe destacar que en industrial Ethernet se utilizan varios protocolos como lo son TCP, UDP, CIP e ISO. TCP es utilizado como protocolo de nivel de transporte, este proporciona una serie de servicios que permite a un par de dispositivos compartir una serie de datos. UDP, protocolo datagrama de usuario, es utilizado en conjunto con la red Ethernet, proporciona transporte de datos de forma rápida y eficiente por lo cual presenta características para la entrega de datos en tiempo real.

CIP es el protocolo industrial común, es usado por DeviceNet y Control Net este protocolo es utilizado para configuración de equipos, recolección de datos, entrada y salida (E/S) en tiempo real, conexión en red de control de movimiento y seguridad entre otras.

ISO 8073 es un protocolo poco utilizado ya que con este se presentan dificultades al realizar routing entre distintas redes por tal razón solo es utilizados en ambientes LAN.

2. CONCEPTOS DE ETHERNET

2.1 ETHERNET

Tecnología para redes de área local (LAN) basada en tramas de datos, desarrollada al principio por Xerox, y tiempo después se le unieron DEC e Intel. Fue aceptada como estándar por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) denominado 802.3.

La tecnología define las características del cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

En la figura siguiente podemos apreciar la trama Ethernet

Figura 4. Trama Ethernet

Trama IEEE 802.3	Preámbulo	SOF	Destino	Origen	Longitud	Datos	Relleno	FCS
	7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	0 a 1500 bytes	0 a 46 bytes	4 bytes

Fuente (Lorente, Alejandro)

- **Preámbulo**
Consta de 7 bytes, usado para sincronizar y estabilizar el medio físico antes de iniciar la transmisión de datos. El patrón del preámbulo es:
10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010
10101010
Estos bits se transmiten en orden, de izquierda a derecha y en la codificación Manchester representan una forma de onda periódica.
- **SOF (Inicio de Trama)**
Consta de 1 byte con un patrón de 1s y 0s alternados y que termina con dos 1s consecutivos. El patrón del SOF es: 10101011. Indica que

el siguiente bit será el bit más significativo del campo de dirección MAC de destino. Aunque se detecte una colisión durante la emisión del preámbulo o del SOF, el emisor debe continuar enviando todos los bits de ambos hasta el fin del SOF.

- Dirección de destino
Consta de 6 bytes que especifica la dirección MAC de tipo EUI-48 hacia la que se envía la trama. Esta dirección de destino puede ser de una estación, de un grupo *multicast* o la dirección de *broadcast* de la red.
- Dirección de origen
Igual que la destino consta de 6 bytes que especifica la dirección MAC de tipo EUI-48 desde la que se envía la trama. La estación que deba aceptar la trama conoce por este campo la dirección de la estación origen con la cual intercambiará datos.
- Longitud
Campo de 2 bytes indica la longitud del campo de datos que se encuentra a continuación. Es necesaria para determinar la longitud del campo de datos en los casos que se utiliza un campo pad (campo de relleno).que identifica el tamaño de la trama, debe ser menor o igual a 1526 bytes.
- Datos
Campo de 0 a 1500 Bytes de longitud. Cada Byte contiene una secuencia arbitraria de valores. El campo de datos es la información recibida del nivel de red (la carga útil). Este campo, también incluye los H3 y H4 (cabeceras de los niveles 3 y 4), provenientes de niveles superiores.

- **Relleno**
Campo de 0 a 46 bytes que se utiliza cuando la trama Ethernet no alcanza los 64 bytes mínimos para que no se presenten problemas de detección de colisiones cuando la trama es muy corta.
- **FCS (Secuencia de Verificación de Trama)**
Campo de 32 bits que contiene un valor de verificación CRC (Control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula, si el valor calculado es 0 la trama es válida⁶.

La tabla 2.1 muestra las velocidades, tipo de medio, distancias y topologías que nos brinda Ethernet.

Tabla 1 Velocidades de transmisión Ethernet

Tecnologías Ethernet				
Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base2	10 Mbps	Coaxial	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100Mbps	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100Mbps	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000Mbps	4 pares trenzado (categoría 5e ó 6UTP)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)

Fuente (Lorente, Alejandro)

2.2 ETHERNET INDUSTRIAL.

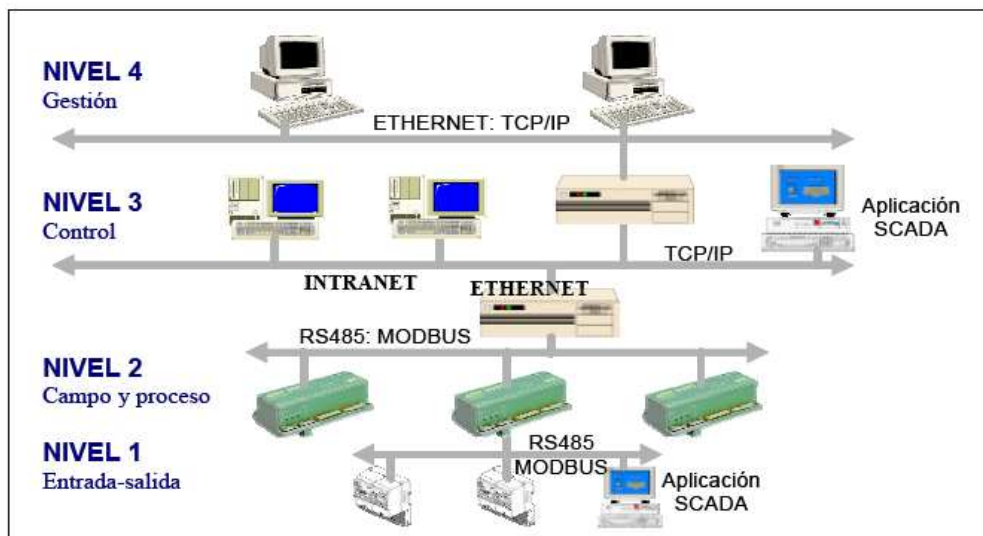
Es similar a Ethernet convencional, pero amoldada a plantas y procesos continuos en la industria. Esta utiliza cableado Ethernet estándar, chips y otros componentes para remplazar los protocolos especializados empleados tradicionalmente en la industria, satisface los requerimientos de estos

⁶ <http://www.textoscientificos.com/redes/ethernet/control-acceso-medio-csma-cd>

entornos, introduciendo características de robustez, redundancia y durabilidad que permiten a los dispositivos seguir en conexión a pesar de las agresivas condiciones del entorno.

Ethernet industrial permite la comunicación entre distintas áreas de la empresa, figura 5, haciendo así más fácil la recolección de información por ejemplo tomar datos directamente de la línea de manufactura y emplearlos en software corporativos como los de aplicaciones de control de inventario y gestión de activos, este tipo de datos se pueden presentar en tiempo real a las personas encargadas de las tareas de diagnóstico y monitorización remota vía Web con solo dar una dirección IP a los sistemas.

Figura 5. Sistema global de comunicaciones (modelo CIM)



Fuente (Web)

El determinismo es un concepto clave en muchas redes industriales, por la sencilla razón de que con una red determinista se puede afirmar sin lugar a dudas que un evento determinado se ha producido en una ventana de tiempo concreta.

La tecnología CSMA/CD utilizada en los sistemas Ethernet originales hacía imposible el determinismo, pero con la aparición del switch Ethernet las cosas han cambiado. Las colisiones en la infraestructura de cables han desaparecido por completo. Las conexiones con par trenzado o fibra óptica son punto a punto y pueden ser full dúplex. Cada paquete que se envía a un switch se almacena y se retransmite al puerto de destino correcto. Si ese puerto está ocupado, el switch espera, por lo que no se producen colisiones ni retransmisiones⁷. El único problema es la espera en cola que puede producirse. Sin embargo, los switches modernos incorporan funciones que garantizan que la cola no se convierta nunca en un problema. Los paquetes Ethernet se pueden configurar de manera que incluyan una etiqueta de prioridad. Si el switch soporta la función de priorización, el paquete pasa a ocupar el primer puesto de la cola. Otra función útil en el control del flujo de datos es la prevención del bloqueo HOL (Head of Line), que constituye un problema en algunos switches que utilizan el sistema de memoria intermedia FIFO (primero en entrar, primero en salir), lo que significa que si un paquete se retiene en la cabeza de la cola, toda la cola se bloquea. Algunos switches incluyen un método para evitar este problema.

Algunas de las ventajas que ofrece Ethernet con respecto a los antiguos protocolos de comunicación existentes en la industria son:

- Reducción de costos
- Menos complejidad en las redes
- Conexión de sistemas de automatización entre si y estos a su vez con estaciones de trabajo.
- Diferentes soportes para medios de transmisión (fibra óptica, cable triaxial, par trenzado)
- Alta velocidad de transferencia y ancho de banda

7

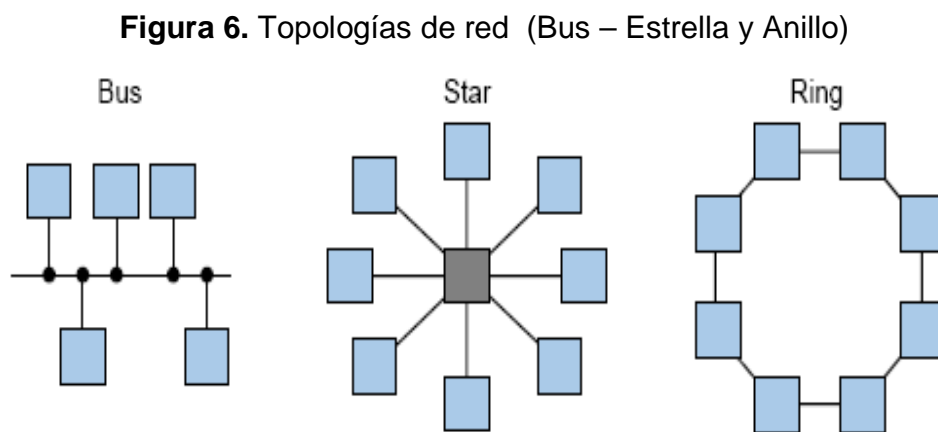
http://www.infopl.net/Documentacion/Docu_Comunicacion/EthernetIndustrial/infoPLC_net_Ethernet_Industrial.html

- Escalabilidad
- Estandarización, no dependiente de fabricante

2.3 TOPOLOGÍA DE RED

Se entiende por topología a las diferentes estructuras que se pueden configurar en una red. Cuando los componentes de automatización autónomos tales como sensores, actuadores y PLCs, intercambian información, estos deben interconectarse físicamente con una estructura determinada. El conjunto forma entonces una red de comunicación. La topología de una red de área local es la geometría de las interconexiones, o cómo los nodos individualmente están conectados con ella.

Las topologías de red básicas usadas son: estrella, Bus común, y anillo como se ve en la siguiente figura. Debemos observar, sin embargo, que una red grande, tal como la que está mostrada en el cuadro (LA FIGURA GRANDE), puede consistir en un número de topologías interconectadas.

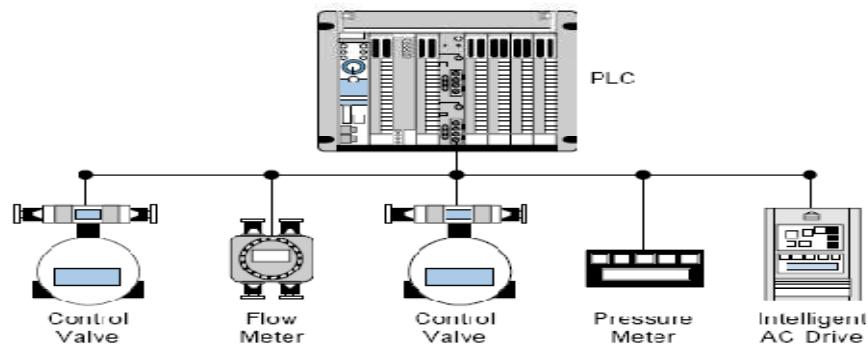


2.3.1 BUS

Es la topología más simple desde el punto de vista geométrico. A veces se le conoce con el nombre de topología de bus, pero no todos los buses tienen

topología línea. Cada estación solo precisa una interface, pueden conectarse a la línea central mediante líneas derivadas cortas.

Figura 7. Topología de red tipo BUS



Fuente (L.A, Bryan)

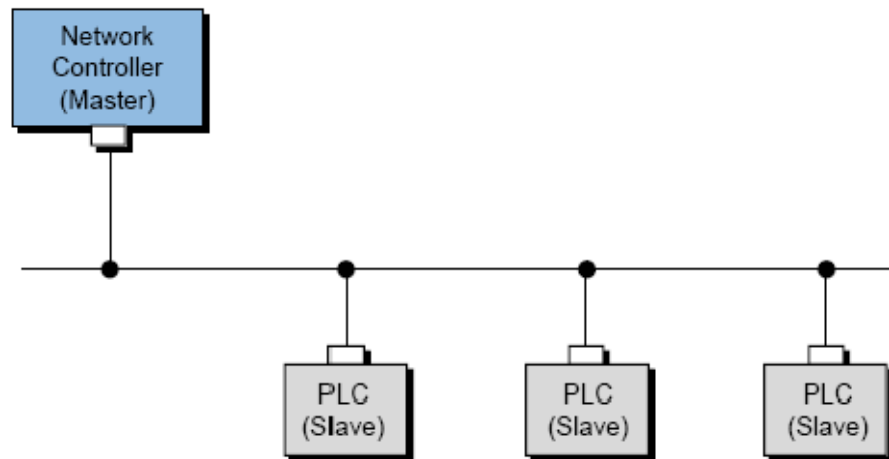
Las topologías de BUS son muy útiles en usos del control distribuido, puesto que cada estación tiene capacidad de control independiente igual y puede intercambiar la información en un momento dado⁸. También, esta topología requiere poca Reconfiguración para añadir o para quitar estaciones de la red.

La desventaja de esta topología es que todos los nodos dependen de una línea principal común del bus. Una rotura en esta línea Afectaría muchos nodos y así al proceso en general.

Otra configuración de la topología bus es la conexión maestro / esclavo cual consiste en la implementación de controladores esclavos interconectados con un controlador maestro; en esta configuración el maestro Transmite datos a los esclavos y si el maestro necesita datos del esclavo entonces direcciona al mismo y espera por una respuesta.

⁸ L.A Bryan, programmable controller theory and implementation, Georgia, 2004. P854

Figura 8. Configuración maestro esclavo

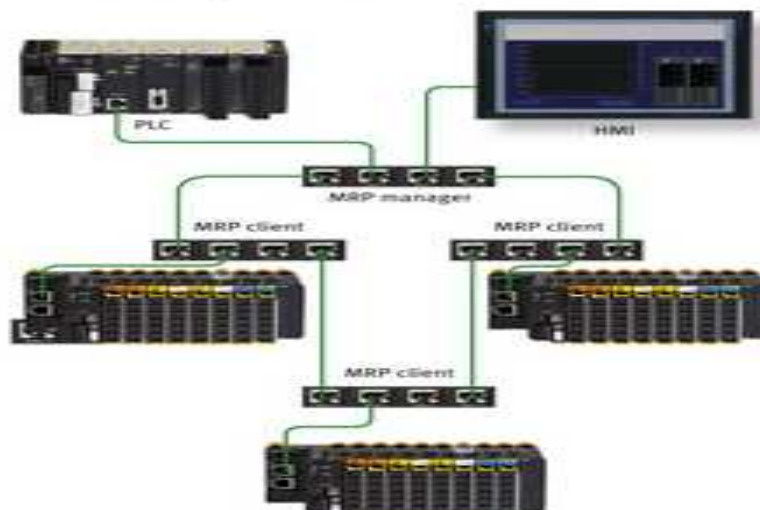


Fuente (L.A, Bryan)

2.3.2 Ring

Las topologías de anillo no son usadas en ambientes industriales debido a que una falla en cualquier nodo (No solo el maestro) afectaría considerablemente la red, a menos que el nodo afectado sea bypassed.

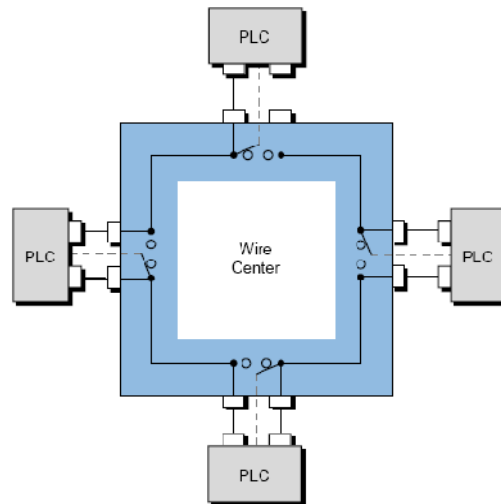
Figura 9. Topología de red tipo Anillo.



Fuente (Jhonsons Willians)

Algunas empresas diseñadoras han solucionado esta falla con el uso del wired center cable mostrado en la figura siguiente:

Figura 10. Topología de anillo con wire center.



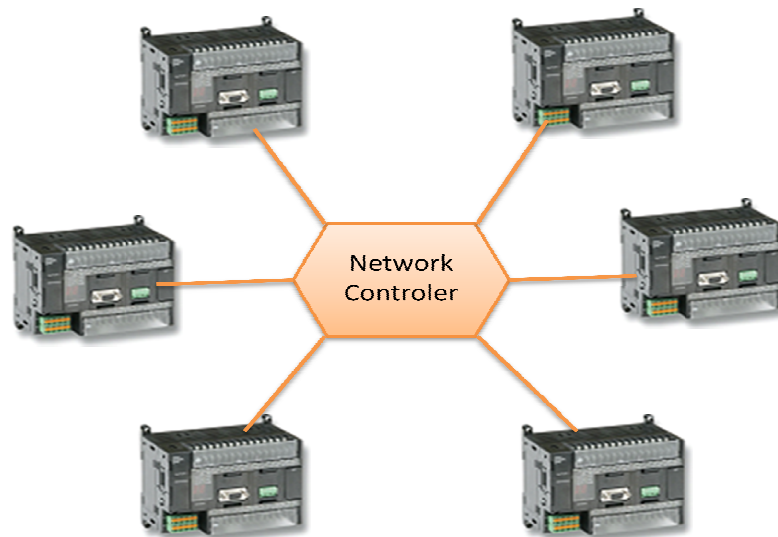
Fuente (L.A, Bryan)

El wire center bypassed el nodo afectado automáticamente, de todos modos este tipo de conexión requieren mucho mas cableado que la topología de anillo estándar y ofrece la ventaja de utilizar fibras ópticas por ser muy practicas en instalaciones extensas.

2.3.3 Estrella

Las primeras redes de PLC consistían en la conexión de varios PLC a una computadora con múltiples puertos, la figura siguiente muestra el arreglo conocido como topología estrella.

Figura 11. Topología de red tipo estrella.



Fuente (Giraldo Jorge)

Esta topología estrella es la misma utilizada en las redes telefónicas, donde el nodo central tiene la tarea de establecer conexiones entre varias estaciones de la red. La principal ventaja de esta topología es que puede ser implementada con el simple protocolo de punto a punto, cada nodo puede transmitir las veces que se considere necesario.

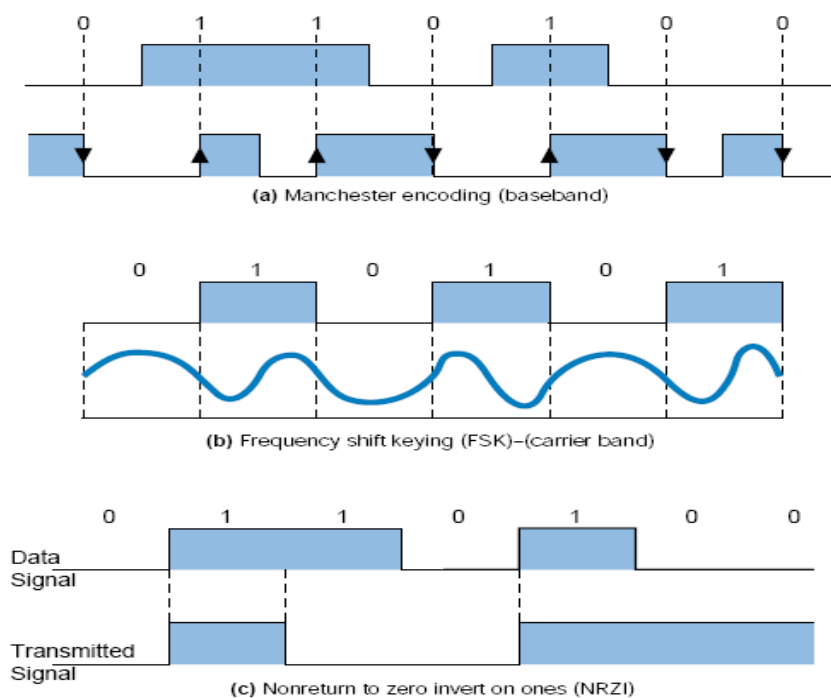
Esta topología tiene como desventaja:

- No se presta al procesamiento distribuido debido a su dependencia de un nodo central.
- Altos costos en el cableado.
- Los mensajes entre dos nodos deben pasar con el nodo central, dando por resultado retardos.
- Falla en el nodo central estrella completamente la red.

2.4 TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Varias técnicas de transmisión son usadas para el envío de datos a través de la red, entre las más comunes están:

Figura 12. Técnicas de transmisión de datos, a) Codificación Manchester, b) FSK, c) NRZI.



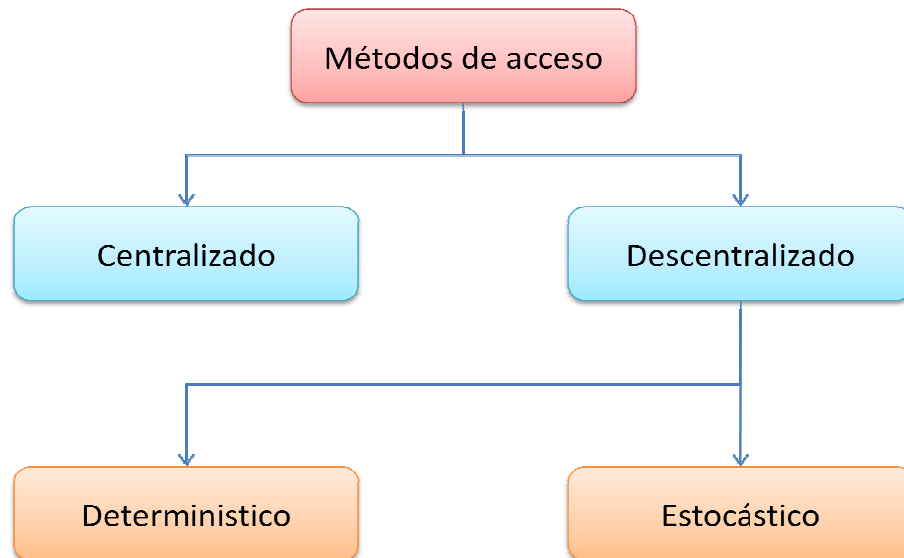
Fuente (L.A, Bryan)

La codificación Manchester referida a la transmisión en banda base, cambia la polaridad de la señal a positivo cada 1 lógico y a negativo cada cero lógico. En condiciones normales de operación el voltaje DC en el cable es cero. La Frecuency shift keying (FSK) utiliza dos frecuencias para transmitir ya se un 1 o un cero lógico y la Non return to zero invert on ones (NRZI) La señal cambia cuando el valor transmitido siguiente es un uno lógico.

3. ACCESO AL MEDIO

Como en un bus, en un determinado instante, solo puede enviarse como máximo una trama, es necesario gestionar que estación tiene permiso para enviar. El numero de receptores a la escucha de la trama carecen de importancia. El acceso al bus queda regulado por el método de acceso correspondiente, estos pueden clasificarse en métodos centralizados, descentralizados y estos últimos en determinísticos y estocásticos⁹.

Figura 13. Método de acceso al BUS.



Fuente (Giraldo Jorge)

El método centralizado más conocido es el **maestro/esclavo**, en este, el maestro dirige todo el tráfico por el bus, para ello envía datos a los esclavos (polling) y solicita de los mismos información, este método se caracteriza por un control de bus muy simple y eficiente.

⁹ Siemens, Industrial Solutions and Services, Mexico, P8

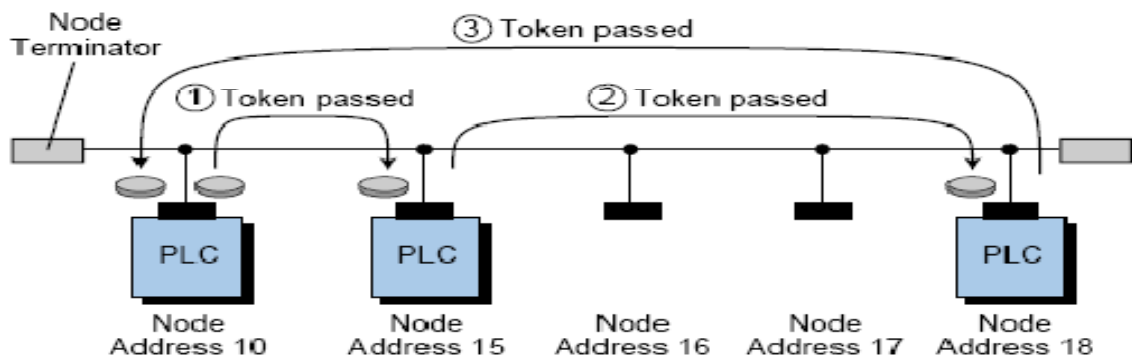
3.1 DESCENTRALIZADO DETERMINISTICO

Dentro del grupo de los métodos descentralizados determinísticos cabe mencionar el **token passing** o paso de testigo. El testigo sirve como permiso de emisión a través de la red. El poseedor del testigo puede emitir; además debe pasar este antes de que transcurra un determinado tiempo, de esta forma se asegura un tiempo máximo de circulación del testigo.

Este tipo de sistemas previene las colisiones debido a que limita el derecho de transmisión, la circulación del token de una máquina a la otra hace que desde el punto de vista lógico, toda la red basada en tokens parezca un anillo, hay que mencionar que un anillo lógico no implica un anillo físico.

A través de la red circulan dos tipos de mensaje: los tokens y las tramas; el token establece funciones de prioridad, de forma tal que el control de la red lo pueda tomar solo una estación con mayor o igual prioridad, el Frame o trama contiene la información que se necesita transmitir entre ellos contiene las direcciones de la estación transmisora, receptora y un CRC para el control y manejo de errores.

Figura 14. Ejemplo de Token BUS.



Fuente (L.A, Bryan)

Se habla de token BUS cuando este método se utiliza dentro de una de topología en línea. Si la topología es en anillo entonces se llama token ring¹⁰.

3.2 Descentralizado Estocástico

El método de acceso estocástico, es decir aleatorio, mas importante es el CSMA/CD (Carrier sense multiple access with collision detection normalizado en IEEE 802.3), aquí cada estación puede enviar en cualquier instante mientras que otra estación no esté emitiendo en dicho momento. cuando aparecen problemas de colisión debidos los tiempos de propagación generados cuando dos estaciones intentan emitir al mismo tiempo, estas estaciones detectan la colisión y dejan de emitir y solo vuelven a intentarlo después de esperar un tiempo definido estocasticamente. Los buses que utilizan este método opera a una velocidad de transferencia de 100Mbits/s, este método es utilizado para la transmisión de datos en Industrial Ethernet.

3.3 Equipos Y Dispositivos De Red (Acceso Al Medio Físicamente)

En industrial Ethernet encontramos dos tipos de componentes, activos y pasivos. Los componentes activos son aquellos que solo transportan las señales y conectan un punto de la red con otro entre esto tenemos cables, conectores, fibra óptica etc.

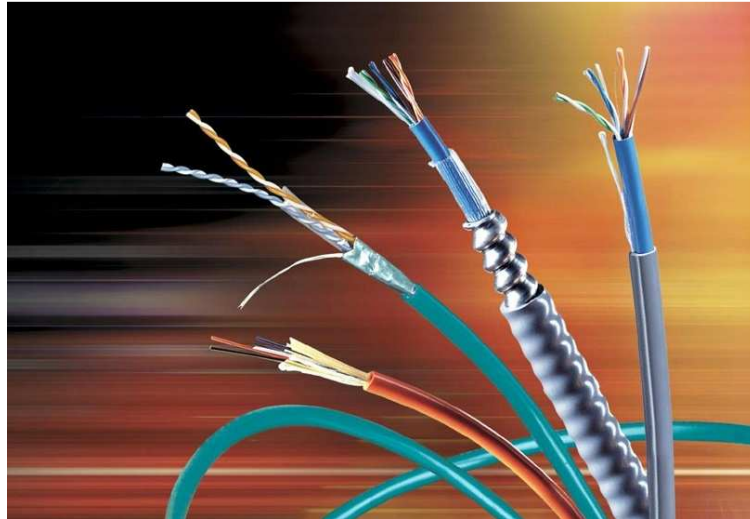
3.3.1 CABLES DE COBRE

3.3.1.1 Par Trenzado

En este tipo de cable se utilizan varias categorías y presentaciones de acuerdo a la aplicación, se utiliza para conectar estaciones a los componentes de red dentro de un armario eléctrico, cables de una longitud de hasta 10 m.

¹⁰ L.A Bryan, Programmable Controller Theory and implementation, Georgia, 2004.P871

Figura 15. Par trenzado en diferentes presentaciones.

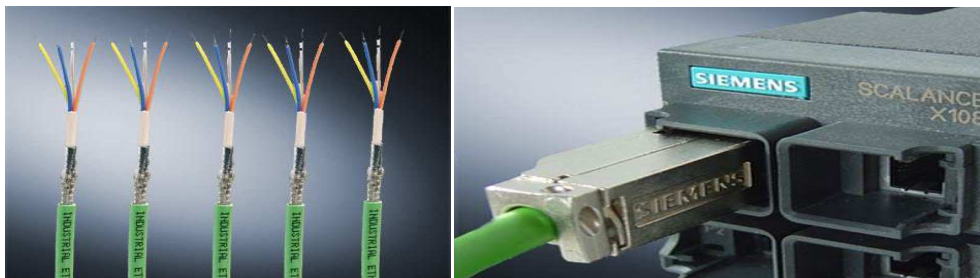


Fuente (Siemens)

3.3.1.2 Fastconnect (FC)

Utilizado para conectar directamente estaciones y componentes de red, permite conectar los cables a los contactos FC de manera sencilla y rápida, los hay en distintas categorías de acuerdo a la aplicación como lo son: FC de torsión para movimientos continuos, FC marine de baja inflamabilidad, utilizado en barcos e instalaciones offshore, FC flexible para movimientos guiados ocasionales.

Figura 16. Presentación de 4 hilos del cable fastconnect.



Fuente (Siemens)

3.3.1.3 Cable Híbrido

Utilizado para la transmisión simultánea de datos (10/100Mbps/s) y energía (24V/400 mA) se puede usar en entornos industriales y de oficina.

Figura 17. Cable híbrido.



Fuente (Siemens)

3.3.2 Fibra óptica

La alta complejidad y extensión de los sistemas en procesos industriales hacen que se den condiciones poco favorables para transmitir señales eléctricas de información a las velocidades que demandan los procesos actuales.

Figura 18. Fibra óptica de vidrio



Fuente (Siemens)

Adicionalmente, una red de cobre de gran longitud presenta una impedancia que puede atenuar la señal hasta debilitarla completamente perdiendo así la información enviada. En este sentido, la fibra óptica toma la delantera ya que todos esos efectos no tienen influencia, por lo que pueden alcanzarse distancias muy extensas a la mayor potencia de transmisión de la red.

En la industria se emplean distintos tipos de fibra óptica de acuerdo a su aplicación.

3.3.2.1 Cables de fibra plástica

Destinados a instalaciones de control industrial, en distancias cortas, proporcionando las ventajas de la transmisión óptica (aislamiento galvánico de los segmentos, protección contra interferencias electromagnéticas), sin ninguno de sus inconvenientes. Tienen aplicación para transmisión de datos, sensores lumínicos y sensores ópticos.

3.3.2.2 Cables de fibra HCS

Cables de construcción ajustada, fabricados con fibras ópticas especiales 200/230 HCS1 y Tecs2. Destinados a instalaciones de control industrial, sensores médicos, sensores industriales y transmisión de datos y vídeo en cortas distancias. Utilizables a 665 nm y 820 nm, proporcionando excelentes enlaces en condiciones de baja velocidad y distancias moderadas.

3.3.2.3 Cables de fibra óptica SiO₂

Estos cables se estructuran en dos grupos: cables de estructura ajustada, destinados a terminaciones en caja, y conexión a equipos mediante latiguillos de interconexión, y cables breakout, de gran resistencia mecánica y

directamente conectorizables, merced a la doble protección individual de cada fibra.

Los elementos activos por su lado son aquellos en los que manipula o gestiona las tramas enviadas por los equipos como lo son switch, routers, Access point, etc.

3.3.3 Switch

En Industrial Ethernet los Switches cumplen la misma función de Ethernet normal, enlazar segmentos de red. Encontramos dos tipos que son *Los no gestionables (Plug and Play)* figura 3.5, que son aquellos que no se pueden administrar solo envían la señal de un lado a otro.

Figura 19. Switch no gestionable, Scalance X108.



Fuente (Siemens)

Los gestionable Son aquellos que además de funcionar en la configuración básica permiten configurar estructuras en bus, Vlans, QoS, SNMP, redundancia tanto en la alimentación como en la conexión y le permite

supervisar permanentemente los componentes de red a través de contactos de señalización, navegador Web, diagnósticos PROFINET o sistema de gestión de redes SNMP.

Figura 20. Switch Gestionable, Scalance X204-2.



Fuente (Siemens)

Cabe anotar que los Switches anteriormente mencionados, los hay para conexiones cableadas con cobre o por fibra óptica figura 20.

Figura 21. Switch gestionable tipo modular para fibra óptica.



Fuente (Siemens)

3.3.4 Enrutadores

Permite comunicar, vía GPRS, estaciones remotas SIMATIC S7-200 con una central de supervisión equipada con PC y SINAUT MICRO SC. Además, el MD720-3 es capaz de enviar y recibir mensajes SMS, con lo que puede usarse también para autómatas SIMATIC S7-300/400. En esta Configuración se muestra cómo un autómata SIMATIC S7-300/400 está en condiciones de enviar a un móvil vía SMS mensajes sobre el estado de una planta, por intermedio del MD720-3 y la red de telefonía móvil.

Figura 22. SINAUT MD720-3



Fuente (Siemens)

3.3.4.1 Componentes Red Lwlan

Para las comunicaciones inalámbricas se cuentan con routers, puntos de acceso, antenas y cables coaxiales radiantes, como se ven en la figura

Figura 23. Conmutador Inalámbrico Scalance w 788.



Fuente (siemens)

4. PROTOCOLOS DE INDUSTRIAL ETHERNET

Ethernet por sí solo no puede satisfacer todas las necesidades de la automatización, como consecuencia, todos los protocolos de Ethernet industrial son una mejora del estándar IEEE 802.3. Por decirlo de otra forma, todas las soluciones industriales de Ethernet (Profinet, EtherNet/IP, EtherCAT, Cclink, Fieldbus HSE), son estándares basados en IEEE 802.3, pero no se puede decir que ninguno de ellos es el estándar Ethernet industrial puesto que no hay un grupo de estándares reconocidos como tal para redes industriales.

El software para dispositivos de redes industriales debe soportar aplicaciones de tiempo real de una manera predecible y segura, garantizando mediante protocolos redundantes un servicio continuo y confiable, debe poseer un diseño de software tolerante a fallos y debe haberse sometido a pruebas rigurosas.

Mientras los equipos de nivel comercial están enfocados a aplicaciones de alta difusión, los equipos industriales también tienen que trabajar con un amplio rango de protocolos críticos antiguos. Aún así, no hay un protocolo para Ethernet industrial de talla única que sirva en todos los casos; por lo general los usuarios deben hacer una concesión entre interoperabilidad o determinismo y velocidad.

Los protocolos Ethernet pueden dividirse en tres categorías; protocolos de no tiempo real, de tiempo real soft, y tiempo real hard: Los protocolos que no trabajan en tiempo real suplen conectividad sobre Ethernet pero tienen tiempos de respuesta bajo Los protocolos que trabajan en tiempo real soft usan configuraciones de difusión de dispositivos para minimizar los tiempos de ciclo o usan técnicas de priorización de paquetes como IEEE 802.1D/Q para Calidad

del Servicio (QoS) para reducir las variaciones rápidas en la señal causadas por las alteraciones eléctricas inducidas por el switch. EtherNet/IP y Profinet RT son dos ejemplos.

Los protocolos que trabajan en tiempo real hard usan hardware hecho a la medida en los dispositivos y requieren switches especiales de Ethernet o eliminar los switches Ethernet conectando en cadena los dispositivos. Los protocolos de tiempo real hard pueden desempeñarse adecuadamente en control de movimiento de alto nivel. EtherCAT y Profinet IRT son dos ejemplos.

Estos desarrollos representan un enorme salto desde hace apenas unos años atrás, cuando la detección de colisiones en Ethernet y la carencia de determinismo lo hacían inadecuado para su uso en la planta, pero avances técnicos como capacidades de producción de más velocidad, priorización de mensajes y switches de comunicación especiales para la industria, han hecho de Ethernet una red viable a lo largo y ancho de toda la empresa.

A continuación se realiza una descripción más detallada de estos protocolos.

4.1 PROFINET

Es el estándar Industrial Ethernet abierto y no propietario para la automatización. Con él es posible una comunicación sin discontinuidades desde el nivel de gestión hasta el nivel de campo. Por otro lado cumple las grandes exigencias impuestas por la industria, p. ej. Sistema de cableado y

conexión apto para ambiente industrial, tiempo real, control de movimiento en modo isócrono, ingeniería no propietaria, etc¹¹.

Se han diseñado diferentes tipos de especificaciones para PROFINET para responder a distintas exigencias:

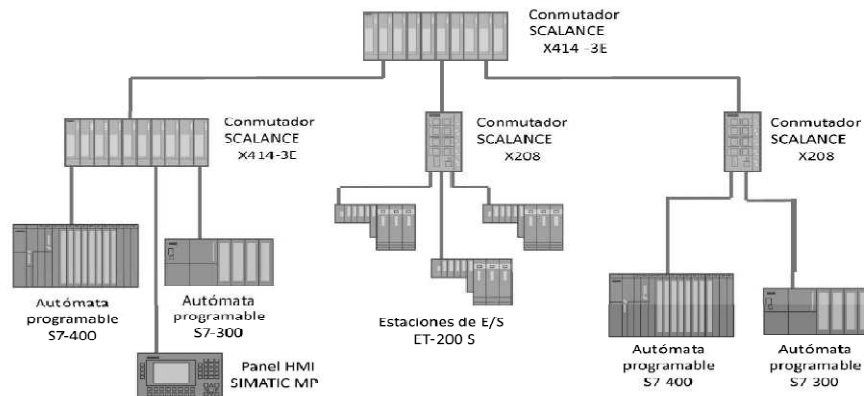
- PROFINET (anteriormente V1) para aplicaciones que no requieren trabajar en tiempo real.
- PROFINET RT (anteriormente V2 o SRT) para exigencias moderadas de tiempo real.
- PROFINET IRT (anteriormente V3) para grandes exigencias de tiempo real en aplicaciones de control.

Las dos primeras variantes se pueden implementar usando dispositivos y componentes convencionales de Ethernet. En cambio, la versión IRT necesita de nuevos componentes que permitan transferir los datos en tiempo real con una precisión del microsegundo.

PROFINET transfiere los datos de forma cíclica y reserva canales de comunicación para datos tanto isócronos como asíncronos. Los caminos de comunicación para los datos de tiempo crítico se liberan de forma isócrona exactamente en el momento predefinido dentro la red. Entonces la información es intercambiada de acuerdo con la dirección, como en el caso del "Ethernet conmutado".

¹¹ http://www.automation.siemens.com/simatic/compact_info/html_78/profinet.htm

Figura 24. Red Profinet, topología árbol.



Fuente (Siemens)

Para PROFINET se requiere siempre una velocidad de transmisión de datos de 100 Mbit/s (Fast Ethernet) dúplex. Para transferir los datos se pueden utilizar cables eléctricos de cobre trenzado (100 Base-TX, de par trenzado, 4 hilos).

Las características de transmisión de este cable tienen que cumplir las exigencias de la CAT 5 (véase glosario).

La longitud máxima de la conexión entre el Terminal y el componente de red o entre dos componentes de red (p. ej., switchports) no puede ser superior a 100 m.

El medio de transmisión es un cable de fibra óptica multimode o monomode de fibra de vidrio o de plástico (Cables ópticos (100 Base-FX, Fiber Óptica, 50/125µm, 62,5/125µm).

La longitud máxima de la conexión entre la Terminal y el componente de red o entre dos componentes de red, por ejemplo: los switchports, en el caso del multimode, no puede ser superior a 3000 m, y en el caso del monomode no puede ser superior a 26 km.

Figura 25. Tarjeta de Interfaz CP1616.



Con PROFINET también es posible instalar redes por radio (Industrial WLAN). Para ello recomendamos utilizar la gama de equipos SCALANCE W.

Figura 26. Access point Scalance W 784.



Fuente (Siemens)

4.1.1 PROFINET IRT

La comunicación en tiempo real asistida por hardware, conocida como Isochronous Real Time (IRT), es utilizada para aplicaciones especialmente exigentes, como el control de movimiento, y aplicaciones de alto rendimiento en automatización manufacturera. Con IRT es posible conseguir un tiempo

de ciclo de hasta 250 μ s con una fluctuación inferior a 1 μ s. Para ello se divide el ciclo de comunicación en una parte determinista y una parte abierta mediante la reserva de ancho de banda, y se especifica para las demás estaciones desde un maestro síncrono en la red. Los dos tipos de transmisión de datos coexisten sin interferir entre sí. Así, por ejemplo, los usuarios pueden conectar un ordenador portátil desde cualquier ubicación de la planta para acceder a los datos de los dispositivos sin que esto afecte al control isócrono o a la comunicación productiva. IRT es imprescindible para aplicaciones de Control de Movimiento; aquí, la comunicación isócrona en el bus se procesa de forma isócrona en los controladores y dispositivos.

Este fiable procesamiento de operaciones rápidas se basa en el hecho de que los equipos aptos para IRT garantizan unos tiempos de ejecución más breves (hasta en un 30%) y de que los controladores SIMATIC con IRT soportan la comunicación de bus isócrona. El procesamiento isócrono en la aplicación también está en preparación.

4.2 ETHERNET POWER LINK

B&R introdujo Ethernet Power link en 2001. Su objetivo fue el de proporcionar un estándar de Ethernet con propiedades de tiempo real permitiendo a su vez solucionar toda clase de exigencias para aplicaciones de control de motores.

Ethernet Powerlink es un protocolo cíclico y determinístico que organiza el acceso a la red a la vez que la sincronización de los dispositivos. El ciclo de comunicación está dividido en una fase isócrona para los datos de tiempo crítico y una fase asíncrona para la transferencia adecuada de los datos. Todos los dispositivos en la red pueden siempre leer directamente todos los datos de los otros dispositivos (la información se transmite de forma broadcast). No es necesario pasar por un maestro de bus (como en el caso

de EtherCAT). Este protocolo se ajusta de la misma forma para diseños de control locales como descentralizados.

Las propiedades eléctricas y todos los paquetes de datos corresponden a los estándares de Ethernet. Por ejemplo, Ethernet Powerlink en la fase asíncrona transmite los datos usando datagramas IP estándares. Las implementaciones salen a bajo precio ya que éstas se pueden realizar mediante cualquier chip de Ethernet presente actualmente en el mercado, sin requerir un ASIC propietario. Los controladores pueden obtener ciclos de tiempo extremadamente cortos de unos 100 microsegundos.

La interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes viene garantizada por la estructura física del 100Base-T igual que su integración con la comunicación ampliamente usada de CANopen y los perfiles de los dispositivos. Para el análisis de red se pueden utilizar sin modificaciones herramientas disponibles comercialmente y programas del mundo IT de licencia gratuita. A diferencia de los otros tres métodos, todos los paquetes pueden ser visualizados en cualquier punto de medición sin limitaciones.

Unos de los puntos de fuerza del Powerlink son su dinamismo y independencia. Por un lado está el hardware, que como se ya se dijo, es estándar: ningún ASIC propietario, solo controladores Ethernet de mercado. Esto hizo posible, por ejemplo, migrar sin esfuerzo a Ethernet 1 Gbit. Igualmente hará posible migrar sin esfuerzo a más velocidades en cuanto se produzca el siguiente paso tecnológico en la industria informática. Por otro lado hay un software (el Powerlink, que substituye el TCP/IP) capaz de garantizar determinismo y que cualquier fabricante de electrónica puede desarrollar a partir de especificaciones que son públicas. Alternativamente, está disponible una versión openSource totalmente gratuita, que incluye códigos fuentes y que permite desarrollar equipos en Powerlink de forma independiente y con inversiones mínimas.

Destaca finalmente que, gracias a sus excelentes propiedades en tiempo real, Ethernet Powerlink se ha expandido recientemente para incluir una capa de protocolo de seguridad para aplicaciones críticas conocido como Ethernet Powerlink Safety.

La idea detrás de Ethernet Powerlink es la de encontrar el correcto balance entre las demandas comunes de la automatización con aquellas exigencias que son específicas para cada área de aplicación¹².

4.3 MODBUS TCP/IP

MODBUS TCP/IP es una variante o extensión del protocolo Modbus que permite utilizarlo sobre la capa de transporte TCP/IP. De este modo, se puede utilizar en Internet, de hecho, este fue uno de los objetivos que motivó su desarrollo.

En la práctica, un dispositivo instalado en Europa podría ser direccionado desde EEUU o cualquier otra parte del mundo lo cual brinda ventajas para los instaladores o empresas de automatización como lo son:

- Realización, reparación o mantenimiento remoto desde la oficina utilizando un PC, reduciendo así los costes y mejorando el servicio al cliente.
- Permite realizar la gestión de sistemas distribuidos geográficamente mediante el empleo de las tecnologías de Internet/Intranet actualmente disponibles.
- Bajo costo, necesidades mínimas en cuanto a componentes de hardware, y sobre todo a que se trata de un protocolo abierto.

¹² https://www.interempresas.net/Informatica_Industrial/Articulos/Articulo.asp?A=24951

4.4 FIELDBUS FOUNDATION

Fieldbus Foundation (FF) fue creada como una organización independiente y sin ánimo de lucro para desarrollar un único bus de campo internacional, abierto e ínter operable.

La organización se basa en los siguientes principios: La tecnología de FF ha de ser abierta y cualquier compañía ha de poder disponer de ella.

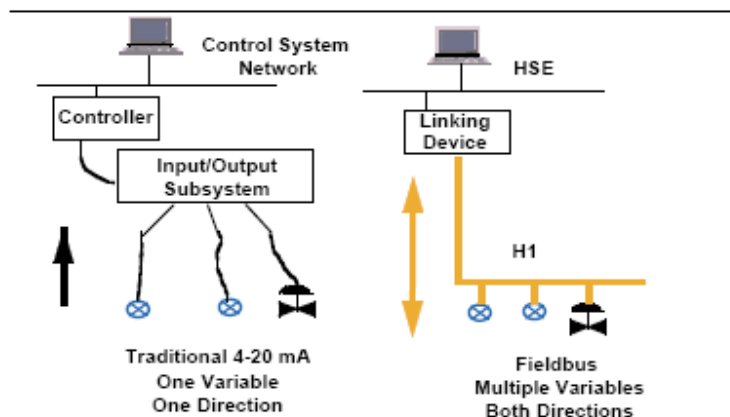
La tecnología de FF ha de estar basada en el trabajo del IEC (International Electrotechnical Commission) y de ISA (International Standardization Association). Los miembros de la Fieldbus Foundation apoyan a los comités de estandarizaciones Nacionales e internacionales y trabajan con ellos.

El Foundation Fieldbus es una arquitectura abierta para la integración total de la información. Se trata de un sistema de comunicaciones completamente digital, serie y bidireccional. Actualmente están definidas dos versiones:

H1 (31.25Kbps) interconecta equipamiento de campo, como sensores, actuadores y I/O. En el mercado ocupa un nicho similar al de Profibus PA: mientras que PA esta mucho más extendido en Europa, H1 tiene su origen y su área de mayor distribución en América y Asia.

HSE (100Mbps/1Gbps) provee integración de controladores de alta velocidad (como PLCs), redes H1, servidores de datos, y estaciones de trabajo. Está diseñado para aplicaciones críticas, donde la transferencia correcta de los datos es esencial. Además, al ser abierto, no es propiedad de ninguna compañía ni está controlado por el cuerpo regulador de ninguna nación, si no que depende directamente de las decisiones tomadas por sus propios usuarios a través de los End User Councils, repartidos alrededor del mundo.

Figura 27. Sistema de control con FieldBus.



Fuente (FieldBus.org)

Características de Foundation Fieldbus: Apropriado para su uso en zonas de seguridad intrínseca (IS) Dispositivos de campo alimentados a través del bus Topología en bus o en árbol Permite comunicación multi-master Comportamiento determinista Transmisión de datos distribuida Modelo de bloques estandarizado para una interfaz uniforme a los dispositivos Opciones de extensión flexibles basadas en la descripción de los dispositivos. La transmisión de datos distribuida se refiere a que los sensores y actuadores no sólo actúan como tales, sino que pueden realizar funciones adicionales de comunicación o control.

El estándar HSE es especialmente interesante para transmitir ficheros grandes y para Transferencias de datos de alta velocidad como por ejemplo entre PLCs y RTUs. Cuando se diseñó el estándar HSE se hizo un énfasis especial en utilizar componentes comerciales - standard off the shelf -, y en que se mantuviesen todas las funciones de H1. Concretamente, al igual que en H1, en HSE se siguen admitiendo transmisiones de dispositivo a dispositivo (incluso entre dispositivos H1 y HSE o entre dispositivos de segmentos H1 diferentes), por lo que sigue siendo posible realizar un sistema de control sin que un controlador principal forme parte del bucle de control.

4.5 ETHERNET / IP

A principios de 1998 un grupo de interés especial de Control Net International definió un procedimiento para el uso en Ethernet del protocolo de aplicación CIP, publicado anteriormente en el marco de Control Net y DeviceNet. Basándose en esta tecnología, en marzo de 2000 Control Net International (CI) y la Open DeviceNet Vendor Association (ODVA) presentaron Ethernet/IP, con la asistencia de la Industrial Ethernet Association (IEA).

Ethernet/IP es una red abierta debido a que:

- Está basada en la normativa IEEE 802.3

- Es compatible con la popular familia de protocolos TCP/IP

- Permite el uso de aplicaciones de control con el protocolo de control e Información CIP, utilizado como protocolo de aplicación para E/S en tiempo real. El protocolo CIP ofrece una amplia gama de servicios estándar para acceder a los datos y controlar los dispositivos conectados a la red a través de mensajes “implícitos” y “explícitos”.

CIP utiliza mensajes implícitos para regular el intercambio de datos cíclicos en los que la estaciones implicadas están al tanto de los datos que se esperan: bloques de datos puros muy compactos con muy poca cabecera, datos típicos de E/S a través de conexiones de E/S. Todos los mensajes individuales que se envían una única vez utilizan el tipo explícito asociado, por ejemplo, todos los mensajes pregunta-respuesta entre el cliente y el servidor.

Fundamentalmente, Ethernet/IP puede considerarse como la ampliación industrial de Ethernet TCP/IP, puesto que los mensajes CIP de la capa de

aplicación se “empaquetan”, mediante encapsulación, en las tramas TCP/IP como datos de usuario, de este modo, una aplicación puede enviar sus datos a otra aplicación a través de Ethernet; en caso necesario, la aplicación genera automáticamente un mensaje CIP y lo encapsula para convertirlo en un paquete TCP/IP, algo similar a introducir una carta en un sobre. Este mensaje empaquetado se envía a través de Ethernet hasta el dispositivo de destino en el que, una vez recibido, el protocolo TCP/IP lo vuelve a enviar al protocolo de encapsulación para “desempaquetar” el mensaje original CIP (sacarlo del sobre) y volver a enviarlo, a través del protocolo CIP, hasta la aplicación receptora. En principio, es posible establecer este tipo de enlace de aplicación entre todos los usuarios del protocolo de aplicación CIP, incluso si proceden de distintos fabricantes o están ubicados en redes diferentes.

Figura 28. Modelo Osi en Ethernet/IP



Fuente: (http://www.infoplcn.net/Documentacion/Docu_Comunicacion/EthernetIndustrial/infoPLC_net_Ethernet_Industrial_Ethernet_IP.html)

Esto significa que a través de TCP/IP, Ethernet/IP puede enviar “mensajes explícitos”, que es el nombre que reciben los mensajes a modo de telegramas que contienen información instrucciones sobre el protocolo preciso para su posterior utilización en el campo de datos. El receptor debe interpretar los mensajes explícitos como instrucciones, ejecutarlas y generar

una respuesta. Este modo versátil de intercambio de datos se utiliza, por ejemplo, para la configuración, programación y diagnóstico de dispositivos con cantidades variables de datos. En tanto que protocolo de transferencia orientado a la conexión, TCP también resulta muy adecuado para dichas aplicaciones.

No obstante, la comunicación en tiempo real impone requisitos algo distintos. En ese caso, Ethernet/IP no utiliza el protocolo TCP sino UDP vía IP (Internet Protocol). Básicamente, este protocolo resulta más compacto, por lo que es compatible con los denominados mensajes “multidifusión” (recepción simultánea por varios usuarios) y puede ser utilizado por Ethernet/IP para el envío de los denominados “mensajes implícitos”. En este tipo de mensajes telegráficos, los campos de datos ya no incluyen la información de protocolo sino sólo datos de entrada y salida en tiempo real. La aplicación receptora ya conoce cómo debe interpretar estos datos, puesto que ya lo ha negociado durante la configuración de la conexión. Es decir, que los telegramas implícitos se envían a través de un conexión virtual existente entre los usuarios y se actualizan de manera constante y cíclica en cortos intervalos de tiempo con señales de E/S y datos recientes y actualizados. En este caso la cabecera es mínima, a fin de que los mensajes se procesen muy rápidamente y con prioridad (ese es justamente el requisito de las tareas de control en las que el tiempo es crítico). En consecuencia, Ethernet/IP combina el protocolo TCP/IP y los telegramas de datos UDP/IP para el transporte de paquetes de mensajes explícitos e implícitos, lo que significa que, en este caso, tanto los datos de entrada y salida en tiempo real para las tareas de control prioritarias (UDP) como los datos de información (TCP) de una red pueden utilizarse en paralelo.

Por consiguiente, Ethernet/IP resulta ideal para las tareas de control de E/S, configuración y diagnóstico, y para la adquisición de datos en entornos

industriales, especialmente si se tiene en cuenta la interoperabilidad e íter cambiabilidad de un protocolo internacional de automatización¹³.

4.6 ETHERCAT

EtherCAT significa Ethernet para el Control de Tecnología de automatización. Se trata de un código abierto, sistema de alto rendimiento que pretende utilizar protocolos de Ethernet, el sistema favorecido por las redes de área local en un entorno industrial.

El principio de procesamiento en marcha, hace que este sea el sistema más rápido actualmente disponible. EtherCAT es un estándar abierto que se ha publicado como especificación del IEC basada en entrada del grupo de la tecnología de EtherCAT.

La tecnología EtherCAT supera las limitaciones del sistema de otras soluciones de Ethernet, el paquete Ethernet ya no es recibido y entonces interpretado y copiado como proceso de datos en cada conexión. En lugar de ello, la trama Ethernet se procesa sobre la marcha: el recién desarrollado FMMU (campo unidad de gestión de memoria) en cada nodo esclavo lee los datos que le ha dirigido, mientras que la trama es enviada al dispositivo siguiente. Del mismo modo, los datos de entrada se añaden a la trama, mientras que pasa a través de ellos. Esto provoca un retraso en el orden de los nanosegundos.

El protocolo EtherCAT utiliza una asignación oficial Ether-type dentro de la trama Ethernet. El uso de este Ether-type, permite el transporte de datos de control directamente en la trama de Ethernet sin la redefinición del data grama Ethernet.

¹³ http://www.infopl.net/Documentacion/Docu_Comunicacion/

La trama puede consistir en varias sub-tramas, cada una con un área de memoria del proceso lógico que las imágenes pueden ser de hasta 4 gigabytes de tamaño. El direccionamiento de los terminales Ethernet pueden estar en cualquier orden porque la secuencia de datos es independiente del orden físico. Broadcast, Multicast y la comunicación entre los esclavos son posibles.

La transferencia directa en la trama Ethernet se utiliza en los casos en que los dispositivos Ethercat operan en la misma subred que el controlador maestro y donde el software de control tiene acceso directo al controlador Ethernet. Sin embargo, EtherCAT no se limita a aplicaciones de sistemas de control, Esto permite a cualquier unidad de control Ethernet direccionarse a los sistemas de EtherCAT. Incluso la comunicación a través de routers en otras subredes es posible. En esta variante, el rendimiento del sistema, obviamente, depende del tiempo real, las características del control y su implementación del protocolo Ethernet.

Los tiempos de respuesta de la propia red EtherCAT son apenas restringido a todos: El datagrama UDP sólo tiene que ser desempaquetado en la primera estación.

EtherCAT alcanza nuevas dimensiones en el rendimiento de la red. Gracias a FMMU en los nodos esclavos y al acceso DMA de la tarjeta de red Maestra el protocolo completo de procesamiento se lleva a cabo dentro de hardware y de esta manera, independiente del tiempo de ejecución de las pilas de protocolo, el rendimiento de la CPU o el software de implementación.

El tiempo de actualización para 1000 I / Os distribuidas está a 30 μ s. Hasta 1486 bytes de proceso de datos pueden ser intercambiados con un único marco Ethernet - esto es equivalente a casi 12000 entradas y salidas digitales.

La transferencia de esta cantidad de datos es sólo de 300 μ s. La comunicación con 100 ejes servo es sólo de 100 μ s. Durante este tiempo, todos los ejes están siempre con los valores establecidos y los datos de control e informar acerca de su posición actual y su estado.

La técnica de distribución de reloj, permite a los ejes ser sincronizado con una desviación significativa de menos de 1 microsegundo.

El extremadamente alto rendimiento de la tecnología EtherCAT permite el control de conceptos que no pueden realizarse con los sistemas de bus de campo clásico. Con EtherCAT, la tecnología de la comunicación está disponible que coincida con la superior capacidad de cálculo de los modernos ordenadores industriales. El sistema de bus ya no es el "cuello de botella" del concepto de control.

Las entradas y salidas distribuidas se registran más rápido que con la mayoría de de interfaces locales de I / O¹⁴.

4.7 CCLINK IE

CC-Link IE es un nuevo estándar para el Ethernet industrial abierto gestionado por la CC-Link Partner Association (CLPA).

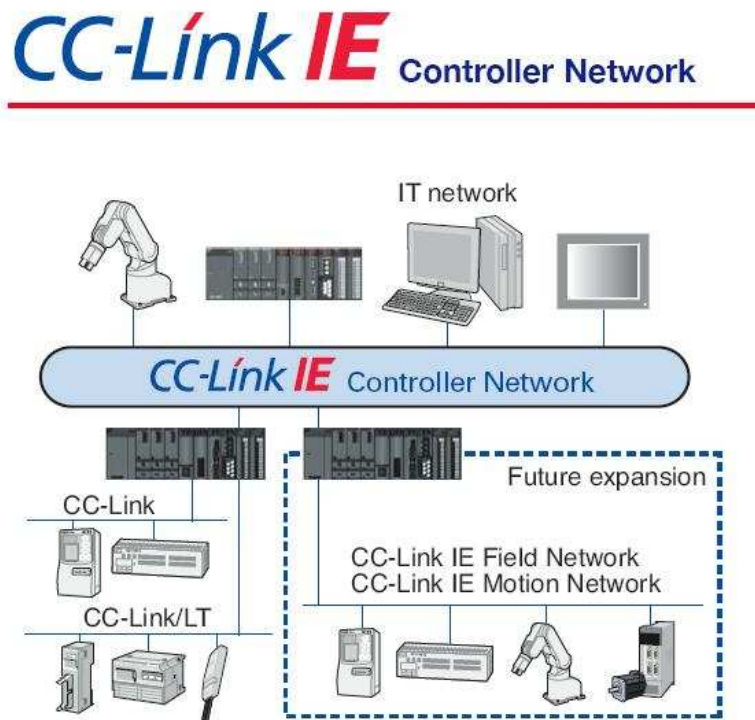
Su diseño se ha realizado a partir de las exigencias de los fabricantes y de los usuarios de procesos a escala mundial.

CC-Link IE es una red avanzada que ofrece, en igual medida, escalabilidad y flexibilidad. Resumimos de nuevo los requisitos de los usuarios uno por uno:

¹⁴ <http://www.hms.se/technologies/ethercat.shtml>

La durabilidad la encontramos en el corazón mismo del diseño de CC-Link IE, desde la resistencia ante el ruido hasta el cableado de fibra óptica, pasando por el bucle de red redundante incorporado.

Figura 29. Red CC-Link IE.



Fuente (http://www.cc-linkamerica.org/eprise/main/sites/CC-Link/What_is_CC-Link/Features)

El protocolo de comunicación es extremadamente estable en el tiempo, y está basado en dos opciones distintas:

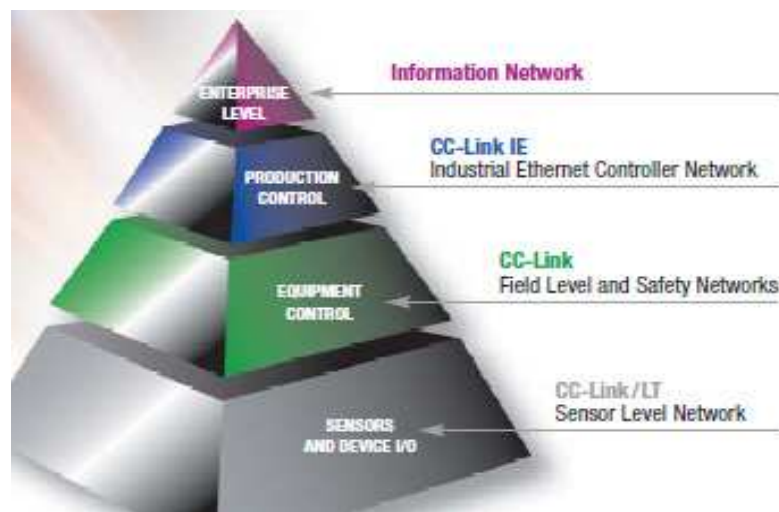
Comunicación cíclica: Datos en tiempo real

Comunicación de mensajes: Resto de datos.

Cada autómeta, inserta la información cíclica y no cíclica en cada trama de transmisión, de forma que el sistema garantiza el tiempo real para los datos que lo requieran, mediante su inclusión en la trama exclusivamente cíclica.

Por ejemplo, las variables y alarmas de un determinado controlador podrían ser enviadas en tiempo real, utilizando la comunicación cíclica, mientras que la descarga de programas se podría hacer de forma fraccionada en mensajes no cíclicos.

Figura 30. Pirámide CIM.



Fuente (CCLINK)

El acceso a los datos puede hacerse desde cualquier nodo gracias al esquema de memoria compartida de red. De esta forma, los cambios de configuración o el intercambio de datos es una tarea sencilla en el marco del concepto de memoria compartida y el integrador del sistema no tiene por qué conocer apenas los detalles sobre el funcionamiento de la red. Una de las ventajas claras de la utilización de la fibra óptica es su inmunidad al ruido electromagnético. Este aspecto es clave en entornos industriales, donde esta circunstancia suele estar presente de forma frecuente. Cuando se utilizan sistemas de transmisión basados en cable de cobre, y se inducen interferencias en los cables, los protocolos de transmisión garantizan la protección de la integridad de los datos a su recepción¹⁵.

15

http://www.infopl.net/Documentacion/Docu_Comunicacion/EthernetIndustrial/infoPLC_net_Ethernet_Industrial_CC_Link.html

5. OPTIMIZACIÓN POR MEDIO DE INDUSTRIAL ETHERNET

Tecnológicamente hablando, optimización es la búsqueda y el hecho de mejorar el rendimiento de un sistema, programa o dispositivo, a partir de determinados cambios lógicos (software) o físicos (hardware)¹⁶.

En la optimización de procesos hay que tener en cuenta las ventajas que posee una tecnología con respecto a la otra y los beneficios que trae esta al ser implementada. A continuación se presentan algunas ventajas que industrial ethernet sea una de las mas opcionadas actualmente en el mejoramiento del control de procesos.

5.1 ACCESIBILIDAD

Las características de Industrial Ethernet hacen que optimizar un proceso industrial sea muy fácil ya que brinda infinidad de opciones basadas en el mismo estándar. Ethernet es una tecnología con participación aproximada del 90% a nivel mundial¹⁷ lo que le permita a Industrial Ethernet establecer redes muy potentes y de gran extensión, de esta forma se brinda accesibilidad no solo a la información de la empresa si no a los procesos que en ella se llevan a cabo teniendo la posibilidad de hacer cambios en tiempo real de variables que en ellos intervienen.

- Pad de Internet MOBIC T8

El Mobic T8 (Mobile industrial communicator) es un pad de internet movil apto para aplicaciones industriales, permitiendo acceder a informacion centralizada desde cualquier lugar. Se puede acceder a las bases de datos con un navegador Web, con thinkclient o aplicaciones específicas.

¹⁶ <http://www.alegsa.com.ar/Dic/optimizar.php>

¹⁷ Comunicaciones industriales para Automation and Drives (SIEMENS)

De este modo es posible visualizar la información por ejemplo de la intranet o Internet y recopilar datos estando en movimiento.

Figura 31. Pad MOBIC T8



Fuente (Siemens)

5.2 MOVILIDAD

Para brindar movilidad están las soluciones inalámbricas (WLAN), lo que permite el suministro y disponibilidad de la información independientemente del lugar y el momento, siempre y cuando se presente cobertura en el lugar.

Algunas ventajas presentes de WLAN en la industria son:

- Mayor flexibilidad debido a la movilidad lo que nos lleva a una mayor competitividad.
- Se utiliza el personal de forma óptima ya que se facilita el mantenimiento y además se reducen los gastos y tiempos que estos requieren.
- Por ser más accesible la información, datos como listas de presupuestos, manuales de equipos, ordenes de trabajo, etc. pueden ser observadas, recibidas y confirmadas de forma online.
- Por la facilidad de las conexiones, es posible expandir la red y poner en marcha nuevos equipos gracias a los bajos costos de instalación y a los software de planeación y configuración existentes.

- Conexión económica de equipos alejados, difícilmente accesibles o instalados en entornos agresivos.

Los equipos utilizados para WLAN en industrial Ethernet presentan la robustez y resistencia que se requieren para el tipo de ambiente industrial lo que hace más confiable la utilización de esta.

Un ejemplo de esto puede ser:

- Series Scalance W700

Estos ofrecen una conexión segura y fiable, numerosos mecanismos de redundancia y una amplia entrega de estaciones de un punto de acceso a otro, esto permite vigilar los procesos y evitar los paros improductivos en las máquinas.

Figura 32. Scalance W788

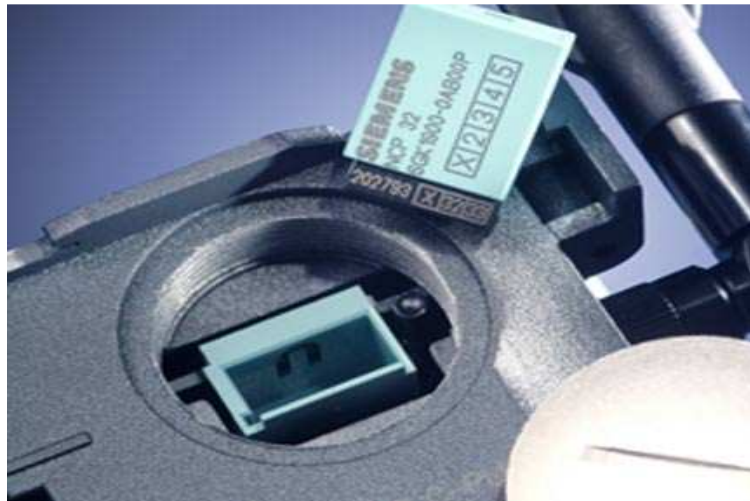


Fuente (Siemens)

El cartucho intercambiable, Cplug permite almacenar datos de configuración y diseño, lo que permite sustituir un equipo en poco tiempo y sin necesidad de contratar personal capacitado, esto reduce al mínimo los tiempos de

inactividad y los gastos de formación o la contratación de personal capacitado.

Figura 33. Cartucho C-plug.



Fuente (Siemens)

La función *rapid roaming* permite transferir rápidamente, las estaciones móviles de un campo de radiofrecuencia a otro de manera de que no se interrumpa la comunicación.

5.3 ESCALABILIDAD

La escalabilidad es otro factor que influye mucho en el momento de migrar a nuevas tecnologías, Industrial Ethernet permite ampliar o variar la red de forma rápida y menos costosa, basta con tener el equipo a agregar, configurarlo y conectarlo a la red. Pero al hablar de escalabilidad no solo se hace en la forma física, industrial Ethernet también es escalable en velocidades de transmisión, como sabemos existen diferencias en los tiempos de respuesta en el nivel de gestión (tiempos de respuestas en días o meses) y el nivel de entradas y salidas (tiempo de respuestas en S o mS) para esto industrial Ethernet brinda velocidades del orden de los Gbps haciendo que la comunicación de los sensores con dispositivos de control

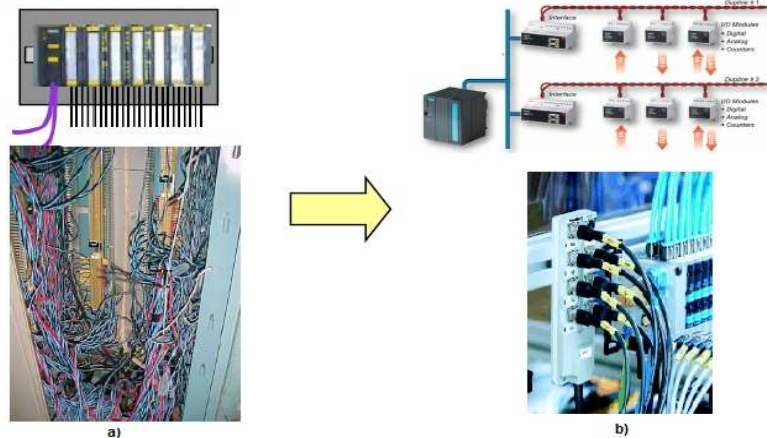
sea casi inmediata y con el aprovechamiento de la fibra óptica se pueden cubrir grandes distancias sacrificando muy poco en los tiempos de transmisión.

5.4 CABLEADO

En la figura1 encontramos la forma como se conectan los sensores y actuadores a un PLC, en la parte *a* de la figura vemos una conexión en paralelo de cada uno de los sensores y actuadores con el PLC para esto es necesario la utilización de mínimo un par de cables por cada sensor o actuador conectado, esto complica las cosas a la hora de hacer un mantenimiento, aumenta la probabilidad del error humano, aumenta el costo de la instalación, por ser conexiones cableadas con cobre, se puede inducir ruido en los sensores generando lecturas erróneas y además un consumo mayor de espacios.

Por el contrario en la parte *b* de la figura, se muestra industrial Ethernet aplicada en buses de campo lo cual muestra una gran mejoría en cuanto a la parte organizacional de la planta ya que solo se hace uso de un solo cableado para la conexión de sensores y actuadores así es mucho más sencillo hacer mantenimientos, escalar la red, abarcar distancias mayores con el uso de la fibra óptica además se tiene información de los dispositivos conectados a la red en cualquier punto de la empresa con solo tener un pc y conexión a la red, otra ventaja es la disminución en los costos por mantenimientos y equipos y menor uso de espacios.

Figura 34. a) Conexión paralela b) Conexión por bus de campo.



Fuente (SIEMENS)

5.5 COMPATIBILIDAD

Al no depender de una marca si no de un Standard se permite la conexión de equipos con diferentes fabricantes, logrando así la no dependencia de una sola casa matriz.

Un ejemplo de lo anterior son las transiciones de red o pasarelas de un sistema de bus a otros, implementadas por medio de módulos link, PLCs o PCs, en el caso de los PCs y los PLCs se intercambian datos entre las distintas redes a través de los procesadores de comunicación o interfaces integradas y el caso de los link los datos se transmiten de forma autónoma.

- **Iwlan/PB Link PN IO**

Pasarela compacta entre industrial Wireless Lan y Profibus, proporciona una conexión flexible de sistemas de nivel de campo en una infraestructura de radio transmisión IWLAN, según IEEE802.11 b/g e IEEE802.11a con transmisiones de hasta 54Mbps a 2,4 y 5GHz, con puntos de acceso SCALANCE W.

El Link es apropiado para la comunicación con sistemas de automatización en aplicaciones móviles tales como: transelevadores y electro vías.

Figura 35. Modulo de transición Wlan a Profibus.



Fuente (Siemens)

- **EI/PB Link PN IO**

Pasarela compacta entre industrial ethernet y profibus, proporcionando conexiones de 10 a 100Mbps Duplex y semi duplex con autosensing para conmutación automática en el caso de industrial ethernet y para profibus 9,6 kbps a 12kbps y 45,45kpps para profibus PA.

Por otra parte, se pueden cargar programas STEP 7 así como optimizar sus instalaciones desde un lugar central. Además no sólo podrá acceder a los datos de proceso desde cualquier nivel de la empresa sino también a escala mundial vía Industrial Ethernet e Internet.

Figura 36. Modulo de transición entre industrial ethernet y profibus.



Fuente (Siemens)

- **EI/ AS-i Link PN IO**

Permite a un maestro profinet IO acceder de manera cíclica a los datos de E/S de todos los esclavos de un segmento AS-i subordinado.

Permite el acceso transparente a los datos en AS-Interface desde Industrial Ethernet.

Figura 37. EI/ AS-i Link PN IO



Fuente (Siemens)

5.6 SEGURIDAD

El principal riesgo que viene de la mano del beneficio de trabajar con una norma no propietaria es la seguridad informática, debido a que hay miles de dispositivos que se pueden conectar a la celda de comunicaciones cableadas e inalámbrica y comprometer la integridad, confidencialidad o autenticidad de la información. Por lo tanto, una aplicación industrial debe tener los mecanismos para proteger el acceso, a continuación los dispositivos que nos brindan seguridad ante los ataques anteriormente relacionados en la planta.

- Scalance S602

Los módulos de seguridad de la serie scalance s, protegen todos los dispositivos de la red ethernet contra accesos no autorizados, además protege la transmisión de datos entre dispositivos o segmentos de red contra manipulación y espionaje.

Ofrecen Firewall integrado con:

- filtro de datos basado tanto en IP como en MAC
- modo de bridge y modo de router
- Network- Adress Translation (NAT)
- Network- Adress and Port Translation (NAPT)
- Servidor DHCP
- Permite proteger redes sin atender a restricciones de capacidad

Como alternativa o complemento ofrece conexiones tipo VPN, para la autenticación segura de las estaciones de comunicación y cifrado de la transmisión de datos.

Para poder acceder a PLCs protegidos con Scalance s, es necesario que el pc o notebook tenga instalado las credenciales del software SOFTNET security client.

Figura 38. Scalance S602



Fuente (Siemens)

CONCLUSIONES

La implementación de redes utilizando industrial Ethernet, es una de las principales opciones en la optimización de procesos a nivel industrial, debido a las ventajas que posee tales como: accesibilidad, movilidad, compatibilidad, escalabilidad, facilidad de cableado y sobre todo bajo coste de implementación y mantenimiento.

Debido a las altas velocidades de transmisión de industrial Ethernet, los sistemas SCADA obtienen información de las variables de la planta en cuestión de milisegundos.

Industrial Ethernet utiliza el modelo de referencia OSI, así como también TCP/IP y protocolos específicos de automatización en las capas de red y transporte. Este tipo de enfoque es necesario para sistemas de automatización en los que debe implementar aplicaciones de datos determinísticos y se requiere máximo rendimiento en tiempo real como control de ejes, donde adicionalmente se requieren switches especiales.

Al poder utilizar módulos de conexión inalámbricos y conexión a la red wan, se logra realizar el control de procesos y medidas de variables en lugares casi inaccesibles, que con los otros buses de campo eran imposibles realizar anteriormente.

Industrial Ethernet puede ser utilizado confiablemente, en la automatización de procesos industriales del sector automotriz, tratamientos de aguas, en el sector alimenticio y además puede ser implementado en procesos de Domótica como la automatización de edificios.

El futuro desarrollo de Ethernet, va acompañado de los desarrollos que se realicen en materias de información, esto le representa una gran ventaja con respecto a otras soluciones implementadas actualmente.

El uso del soporte intercambiable C-Plug para salvar datos de configuración facilita el cambio de dispositivos sin necesidad de reprogramar el dispositivo, con esto se logra una rápida puesta en marcha de la planta sin necesidad de contratar personal especializado.

Las aplicaciones de redes industriales requieren un alto nivel de determinismo para asegurar que los datos se transfieren de manera confiable y consistente. Sin tal transferencia determinística de datos, el procesamiento o manufactura de productos de calidad no es posible. Aunque han habido esfuerzos para aplicar Ethernet comercial sin modificaciones a las plantas industriales, la naturaleza inherente no determinística de este, y los conectores no robustos, no ofrecen el nivel requerido de velocidad de transmisión de datos confiables necesarios para los sistemas de manufactura actuales.

Debido a la itinerancia rápida en los equipos Iwlan es posible garantizar la comunicación en tiempo real, incluso en aquellas situaciones donde las estaciones se encuentren en movimiento.

La posibilidad de utilizar direcciones IP privadas, por medio del direccionamiento NAT o NAPT esto permite ahorrar direcciones IP públicas y crear células de automatización idénticas con las mismas direcciones IP privadas.

BIBLIOGRAFIA

Folleto, Industrial Ethernet, Solución de red según los estándares IEEE802.3, IEEE802.3u y 802.11 a/b/g/h/n, Siemens.

L.A, Bryan y otros. Programmable controllers Theory and Implementation. Second edition. Editorial Industrial text. Georgia USA. 1997

Mackay, Steve y otros. Industrial data networks design, installation and troubleshooting. First edition. Editorial Elsevier. Oxford 2004.

Siemens. Catalogo IK – PI 2007, Comunicación industrial Para automation and drives. Alemania.2007

Andrés gorenberg, “Fibra óptica aplicada a redes industriales” (en línea) abril de 2004. Disponible en:

www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=62&edi=34

Bravo Ignacio, “Ethernet en la Industria” {en línea} junio de 2007. Disponible en:

(http://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php?id=1428)

Daniel olmos y otros, “Ethernet Industrial” {en línea} julio 24 de 2009. Disponible en:

(<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo32/1s08/Project/BarrosOlmos.doc>)

Dpto. Técnico de Fluke Net Works “Ethernet en entornos Adversos” {en Línea} lunes 25 de mayo de 2009. Disponible en:

(<http://www.conectronica.com/Ethernet-Industrial/Ethernet-en-entornos-adversos.html>)

Industrial ethernet associations “Ethernet irrumpe en la Fabrica” {en línea}
lunes 25 de mayo de 2009 disponible en:

www.idg.es/comunicaciones/impart.asp?id=135302

Siemons, “Ethernet/IP” (en Línea) junio 08 de 2009. Disponible en:

http://www.siemons.com/la/white_papers/03-10-13-ethernet-ip.asp