

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

PROGRAMA DE GRADUADOS EN MECATRÓNICA Y
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE REDES INDUSTRIALES
ETHERNET: ESTUDIO DE CASOS PRÁCTICOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN AUTOMATIZACIÓN

POR:

SAÚL BONIFACIO MARTÍNEZ SALDÍVAR

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE 2008

Metodología para el Diseño de Redes Industriales Ethernet:
Estudio de Casos Prácticos

POR:

Saúl Bonifacio Martínez Saldívar

TESIS

Presentada al Programa de Graduados en Mecatrónica y
Tecnologías de Información

Este trabajo es requisito parcial para obtener el grado de Maestro
en *Ciencias con Especialidad en Automatización*

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

DICIEMBRE 2008

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISIÓN DE MECATRÓNICA Y TECNOLOGÍAS INFORMACIÓN

**PROGRAMA DE GRADUADOS EN MECATRÓNICA Y
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis del Ing. Saúl Bonifacio Martínez Saldívar sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en *Ciencias con Especialidad en Automatización*.

Comité de tesis:

Dr. Luis Eduardo Garza Castañon
Asesor

M.C. Armando Cespedes Mota
Sinodal

M.C. Miguel de Jesus Ramirez Cadena
Sinodal

Dr. Joaquín Acevedo Mascarúa
Director de Investigación y Posgrado
Escuela de Ingeniería
Diciembre 2008

DEDICATORIA

A Dios;

Por permitirme estar vivo y seguir cumpliendo
cada una de mis metas.

A mis padres Bertha y Bonifacio;

Por todo su amor, apoyo, comprensión, entrega y sacrificios
que han realizado a lo largo de mi vida para que yo
pudiera ir realizando cada una de mis metas
y llegar a ser la persona que soy.

A mis hermanas Ada y Belinda;

Por todo su amor, por animarme y darme el ejemplo de que se puede
lograr todas y cada una de las cosas que te propones en esta vida.

A mi hermana Ada y mi cuñado Omar;

Por haberme apoyado, por su comprensión y cuidados en todos
estos años en los que estuve cursando la maestría.

A todos mis amigos;

Por estar a mi lado, por apoyarme, por hacer que todo
este tiempo transcurrido fuera más agradable.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Dr. Luis Garza por apoyarme en la realización de esta Tesis.

A mis sinodales M.C. Armando Céspedes y Miguel Ramírez por sus aportaciones, comentarios y participación en esta Tesis.

A mi familia por apoyarme en todo momento para la realización de esta Tesis.

A mis compañeros y amigos de trabajo: Ivonne Fierro, Ana Meza, Ethel Lopez, Aline Martínez, Ramsés Romero, Oliver Lagunas, Enrique Martínez, Fernando Diaz, Jorge Narváez por sus ánimos, comentarios y experiencias compartidas para la realización de la esta Tesis.

A mis amigos que forman mi equipo de trabajo: Rodolfo Niño, Adrian Gaspar, Donato Martínez, David Martínez, Jonathan Morales y Gerardo Macias.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo; a todos ellos, Gracias.

INDICE GENERAL

Portada Principal	i
Carta Sustentable.....	ii
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de figuras y tablas	v
CAPITULO 1 RESUMEN EJECUTIVO	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Definición del problema.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos.....	5
1.5 Contenido de la Tesis.....	8
CAPITULO 2 REDES DE DATOS	9
2.1 Introducción	9
2.2 Redes de Datos	10
2.2.1 LAN.....	10
2.2.2 MAN.....	12
2.2.3 WAN	13
2.2.4 Redes Inalámbricas.....	14
2.2.5 Intranet.....	15
2.3 Modelos de Referencia.....	16
2.3.1 Modelo OSI	16
2.3.2 Modelo TCP/IP.....	18
2.4 Redes de Control.....	20
2.4.1 Niveles de comunicación industrial	21
2.4.2 Protocolos industriales.....	22
2.5 Diferencia entre Redes de Control y Redes de Datos.....	24
CAPITULO 3 SISTEMAS DE CABLEADO	25
3.1 Introducción.....	25
3.2 Topologías	26
3.2.1 Puntos de interconexión	27
3.3 Sistemas de Cableado de Datos.....	29
3.3.1 Elementos Básicos.....	29
3.3.2 Arquitectura de Redes.....	31
3.3.2.1 Arquitectura de Backbone	31
3.3.2.2 Arquitectura de Cableado Horizontal	34
3.4 Sistemas de Cableado Industrial.....	38
3.4.1 Introducción.....	38
3.4.2 Cableado Clásico	38
3.4.3 Sistemas de Pre-Cableado	39
3.4.4 Entradas/Salidas Distribuidas	40
3.4.5 Automatas Multirack.....	41
3.4.6 Ethernet Industrial	42
3.5 Ubicación de Espacios y Rutas de Distribución.....	47
3.5.1 Entendiendo el ambiente	49
3.5.2 Sistema contra fuegos.....	54
3.6 Sistema de Tierras	55

CAPITULO 4 BUSES DE CAMPO	59
4.1 Introducción.....	59
4.2 Buses de Campo Industriales	61
4.2.1 AS-i.....	61
4.2.2 FIPIO	67
4.2.3 Interbus.....	71
4.2.4 PROFIBUS.....	74
4.2.5 DeviceNet	79
4.2.6 Foundation Fieldbus	80
4.3 Análisis de Buses de Campo	81
4.3.1 Buses de alta velocidad y baja funcionalidad	81
4.3.2 Buses de alta velocidad y funcionalidad media	81
4.3.3 Buses de altas prestaciones	82
4.3.4 Buses de áreas de seguridad intrínseca	83
 CAPITULO 5 ETHERNET INDUSTRIAL	 84
5.1 Introducción.....	84
5.2 Funcionalidad del Ethernet Industrial	85
5.3 Medios de Transmisión.....	88
5.3.1 Par Trenzado	88
5.3.2 Fibra Óptica.....	95
5.3.3 Coaxial	103
5.4 Administración del Cableado	107
5.4.1 Introducción.....	107
5.4.2 Clases de Administración	109
5.5 Verificación del Cableado	111
5.6 Equipos	112
5.6.1 Contrafuegos.....	112
5.6.2 DHCP.....	112
5.6.3 Enrutador	113
5.6.4 Conmutador	115
5.6.5 Access Point	118
5.6.6 Transceptor.....	119
 Casos de Estudio	 121
Empresa A	121
Empresa B	128
Empresa C	131
 Metodología Propuesta	 134
 Caso Práctico	 138
Parte1 Distribución de Cableado	138
Parte 2 Selección de Materiales	145
Parte 3 Selección de Equipos.....	148
Parte 4 Seguridad	152
 Conclusiones.....	 155
 Referencias.....	 158

ANEXOS	A1
A1 Estándares de cableado.....	A1
A1.1 Cableado de Telecomunicaciones.....	A1
TIA/EIA – 568 C.....	A2
TIA/EIA – 569 B.....	A2
TIA/EIA – 606 A.....	A3
TIA/EIA – 607.....	A4
A1.2 Cableado de Comunicación Industrial.....	A5
ISO/IEC 24702.....	A5
IEC 61918.....	A5
A2 Estándares de protección.....	A6
IP Code.....	A6
TIA 1005.....	A9

Índice de Tablas y Figuras

CAPITULO 2

Figura 2.1 Red de Área Local.....	11
Figura 2.2 Redes de Difusión.....	12
Figura 2.3 Red de Área Metropolitana.....	12
Figura 2.4 Red de Área Amplia.....	13
Figura 2.5 Modelo OSI.....	16
Figura 2.6 Modelo de Referencia TCP/IP.....	18
Figura 2.7 Niveles de Comunicación Industrial.....	21

CAPITULO 3

Figura 3.1 Topologías de Red Física.....	26
Figura 3.2 Puntos de Interconexión.....	28
Figura 3.3 Arquitectura de Red Distribuida.....	32
Figura 3.4 Arquitectura de Red Centralizada.....	33
Figura 3.5 Tendido de Home Run.....	34
Figura 3.6 Cableado Zonal.....	35
Figura 3.7 Punto de Consolidación.....	36
Figura 3.8 Cableado Zonal con Salida Multi-Usuario.....	37
Figura 3.9 Cableado Clásico.....	38
Figura 3.10 Sistema de Pre-cableado.....	40
Figura 3.11 E/S Distribuidas.....	41
Figura 3.12 Automatas Multitrack.....	42
Figura 3.13 Conectividad Industrial.....	43
Figura 3.14 Cableado Industrial con el Mínimo Cableado.....	44
Figura 3.15 Expansión de Cableado de Telecomunicaciones.....	45
Figura 3.16 Isla de Automatización en Red.....	45
Figura 3.17 Sistema de Cableado Industrial.....	46
Figura 3.18 Charola de Malla Electrosoldadas.....	52
Figura 3.19 Sistema contra fuegos.....	55
Figura 3.20 Descripción de tierras físicas.....	56
Figura 3.21 Conexión a tierra de un cuarto de equipos.....	58
Tabla 3.1 Espacios Recomendados TIA 569-B.....	48
Tabla 3.2 Sistema de clasificación MICE.....	49

Tabla 3.3 Condiciones Ambientales Típicas.....	51
--	----

CAPITULO 4

Figura 4.1 Cable Plano AS-I	65
Figura 4.2 Cable AS-i y Cable auxiliar	65
Figura 4.3 Modulo de Entrada/Salida AS-i	65
Figura 4.4 Fuente AS-I	66
Figura 4.5 Repetidor AS-I	67
Figura 4.6 PROFIBUS	75

CAPITULO 5

Figura 5.1 Switch Industrial.....	86
Figura 5.2 Conector RJ-45	92
Figura 5.3 Conector RJ-45 Sellado (IP67)	92
Figura 5.4 Conector M12.....	92
Figura 5.5 Configuración del Conector y Jack M12-D.....	93
Figura 5.6 Conector Tera.....	93
Figura 5.7 Componentes de una Fibra Óptica.....	95
Figura 5.8 Salto de Índice.....	96
Figura 5.9 Índice Gradual	96
Figura 5.10 Óptica Monomodo	97
Figura 5.11 Conectores Genericos	98
Figura 5.12 Conector MPO o MTP.....	98
Figura 5.13 Conector de Fibra Sellado (IP67)	100
Figura 5.14 Conector Micro FX (IP 67)	101
Figura 5.15 Representación del Canal de FO	101
Figura 5.16 Cable Coaxial	104
Figura 5.17 Conector BNC	106
Figura 5.18 Conector TNC (IP67)	106
Figura 5.19 Conexión cruzada e interconexión	107
Figura 5.20 Canal y enlace permanente	111
Tabla 5.1 Clasificación ISO.....	90
Tabla 5.2 Categorías de Cableado TIA/EIA	90
Tabla 5.3 Recomendaciones de Cableado por Aplicación.....	94
Tabla 5.4 Parámetros de Trasmisión	99
Tabla 5.5 Atenuación del Cable Máxima.....	102
Tabla 5.6 Perdida de Inserción	102
Tabla 5.7 Máxima Atenuación del Canal.....	103
Tabla 5.8 Características del PoE y PoE+	117
Tabla 5.9 Especificaciones para el uso de Módulos GBIC y GLC.....	120

RESUMEN EJECUTIVO

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad existe una necesidad de contar con tecnologías que puedan brindarte la capacidad de informar a las personas indicadas en un momento determinado o período corto de tiempo la presencia de eventos críticos, para la adecuada toma de decisiones. Esta necesidad se ha ido incrementando en todos los entornos de la nuestra vida cotidiana, no siendo la industria una excepción. De tal manera que las comunicaciones se han convertido en uno de los recursos más importantes para una empresa.

En los últimos años se han desarrollado sistemas para integrar y mejorar la comunicación industrial en todos sus niveles con el objetivo de lograr un mejor desempeño global que le permita alcanzar sus metas en períodos de tiempo menores. Por ello, es importante para una organización contar con una infraestructura que permita ayudar a convertir este sistema en una ventaja laboral, que pueda influir directamente en la productividad de la misma.

De esta manera, el cableado ha llegado a convertirse en una pieza clave de los sistemas de comunicación, ya que este será quien deba tener la capacidad para soportar a los diferentes dispositivos y aplicaciones implementadas por la empresa.

Siendo así que la evolución de los sistemas utilizados en la industria no solo ha permitido la mejora de la flexibilidad alcanzada por las tecnologías anteriores, sino la obtención de mejores resultados en control de los procesos automatizados en la industria.

La utilización de estos dispositivos tan especializados para el control de procesos en la industria se ha incrementado a tal magnitud que se ha tenido que desarrollar nuevas arquitecturas y sistemas de comunicación para su implementación.

Las arquitecturas que se han desarrollado para los sistemas de comunicación en la industria se han denominado sistemas de control distribuido cuando hablamos del control de manera global, o buses de campo cuando hablamos de un subsistema o un área de control de procesos.

Para ambos casos la selección del medio de comunicación a implementar es de suma importancia, ya que este debe cumplir con las necesidades funcionales tanto para la diversidad del software como el hardware utilizado, además de contar con las características de operatividad en el ambiente donde se realizan los procesos.

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 a través de un solo cable.

Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs/PACs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente. 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.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Aunque los buses de campo existen desde hace más de una década en la industria, durante los últimos años se ha prestado una gran atención a la aplicación de esta tecnología para el control de procesos. Sin embargo, uno de los obstáculos más grandes para su implementación ha sido la falta de estandarización.

En los primeros años de su introducción a la industria, muchas compañías ofrecían soluciones privadas poco flexibles, esto debido a que los equipos y el sistema de cableado utilizado era incompatible con los de otras compañías, la implementación de este tipo de tecnología requería de la compra de una solución completa de equipos y medios de transmisión, en la que muchas veces la segunda generación de equipos no era compatible con la primera aun siendo del mismo fabricante. Por lo que algunas empresas se toparon con la problemática de manejar diferentes sistemas de control, con diferentes sistemas de cableado en paralelo. Otra limitante de esta situación fue que no se podían hacer preinstalaciones de cableado, ya que el cableado estaba atado al sistema de control utilizado y el cambio en tecnología era tan constante que no era conveniente invertir en instalaciones a mediano plazo.

Con el paso del tiempo muchos clientes expresaron la necesidad de un bus de campo estandarizado, dada la poca flexibilidad de estas soluciones. Razón por la cual se crearon varias alianzas entre compañías, que competían entre sí, para desarrollar un bus de campo abierto con posibilidades de convertirse en una norma. El resultado es que hoy en día existe una gran cantidad de buses abiertos y una mayor cantidad de dispositivos compatibles con los más comunes.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran ausencia de un estándar internacional para el hardware de un protocolo, los fabricantes han estandarizado la interfaz para sus propios equipos y han desarrollado adaptadores para los distintos protocolos que se conectan a esta interfaz.

Aunado al permanente proceso de miniaturización de estos adaptadores, lo que ha provocado que sean más pequeños y baratos, y ahora están disponibles como opciones que se incorporan directamente en el accionamiento. También se ha producido una cierta estandarización del hardware, lo que significa que se pueden implementar diferentes protocolos en la misma solución de hardware. Los últimos desarrollos del control integrado hacen ahora posible implementar las capas superiores de la pila de protocolos simplemente descargando diferente software en el dispositivo de campo. Esta combinación de pequeños adaptadores y software transferible facilita a los clientes conseguir un accionamiento fácilmente integrable en su sistema. Esta tendencia está impulsada por el costo decreciente del control del bus de campo, así como por la tendencia hacia una mayor automatización.

La entrada al mercado de este tipo de dispositivos permite a las empresas seguir operando con la tecnología e infraestructura actual, sin embargo, se sigue corriendo el riesgo de que los futuros dispositivos no sean compatibles con los protocolos actuales o posean las mismas interfaces de conexión por lo que la tendencias de las empresas debe de ser la implementación de tecnologías que puedan cubrir sus necesidades de comunicación entre sus equipos como la que está presentando hoy en día que es la tecnología Ethernet en la Industria.

La ventaja de implementar una infraestructura basada en tecnología Ethernet es que está garantizada por sus fabricantes de 15 a 20 años, las instalaciones son flexibles, las velocidades de transmisión que se manejan en las redes Ethernet superan por mucho a las manejadas por cualquier bus de campo que se utiliza en la actualidad, y además es compatible con una gran cantidad de dispositivos lo que lo convierte en un fuerte candidato para llegar a ser el estándar en la industria.

1.4 OBJETIVOS

El objetivo de esta tesis es dar a conocer los principales aspectos a considerar en el diseño e implementación de una red Ethernet en la Industria.

En esta tesis se dará a conocer el funcionamiento de una red Ethernet, los sistemas de cableados existentes, las diferencias entre la implementación de este tipo de tecnología en el ambiente comercial y la industria, los principales buses de campo que existen actualmente, así como las características y funcionalidades de una red Ethernet Industrial.

Casos de Estudio en la Industria

Se expondrán las características de las redes industriales de las empresas A, B y C, posteriormente se realizara un análisis de la funcionalidad de la misma y las conclusiones para cada uno de los casos expuestos.

Posteriormente se propondrá una metodología para el diseño e implementación de una red Ethernet Industrial, basada en los casos de estudio presentados, los estándares existentes, la aplicación de mejores prácticas según los diferentes casos de estudio que serán expuestos.

Los procedimientos que serán mencionados tendrán como objetivo la correcta selección y aplicación de los recursos de red, basados en las características de los procesos realizados por la empresa y siguiendo los estándares establecidos para la industria.

Caso Práctico

Parte 1 - Distribución de Cableado

Se expondrá la necesidad de una empresa que se encuentra construyendo un edificio nuevo el cual quiere que cuente con un sistema de red que cubra el 100% del espacio de trabajo, la empresa ha entregado la información de los servicios que necesita en cada uno de los pisos del edificio, para lo cual habrá que seleccionar la topología, la arquitectura de red vertical y horizontal los puntos en los que se ubicaran cuarto de recepción de la acometida, distribución y dimensión de los closet de telecomunicaciones, ubicación y dimensión de gabinetes de control, y diseño del rutas de cableado en áreas de oficinas y de procesos.

El objetivo de este caso es brindar el conocimiento de técnicas de distribución basadas en las tecnologías de comunicación utilizadas para el enlace de equipos.

Parte 2 - Selección de Materiales

Se expondrá la necesidad de una empresa de implementar diferentes tipos de dispositivos para lo cual hay que seleccionar los materiales necesarios para el funcionamiento de estos equipos.

El objetivo de este caso es dar a conocer los diferentes tipos de materiales que se pueden implementar en una instalación y su utilización dependiendo de las necesidades funcionales de los equipos ubicados en cada área.

Parte 3 - Selección de Equipos

Selección de Equipos (Funcionalidad)

Se expondrá la necesidad de una empresa de contar con un servicio de red para el control de varios dispositivos en diversas áreas para lo cual será necesaria la selección de la tecnología más adecuada para cada proceso.

El objetivo de este caso es dar a conocer la correcta selección del equipo basándose en las características de funcionamiento y el entorno en el que se operan a los procesos.

Selección de Equipos (Capacidad)

Se expondrá la necesidad de una empresa de implementar una red Ethernet para N usuarios y M equipos de control. Los equipos que serán contemplados en este caso comprenden desde los equipos principales hasta los equipos de acceso.

El objetivo de este caso es dar a conocer el correcto dimensionamiento en la selección del equipo necesario en las diferentes áreas de una empresa.

Parte 4 – Seguridad

Seguridad Física

Se expondrá la necesidad de una empresa de contar con un sistema que asegure el buen funcionamiento de los equipos de red.

El objetivo de este caso es proponer un sistema de seguridad basado en la implantación de equipos y procedimientos que garanticen el buen funcionamiento de la red.

Seguridad Lógica

Se expondrá la necesidad de una empresa de restringir el acceso a la información entre personas de diferentes departamentos, aislar las redes de control de proceso del acceso desde internet y permitir solo el acceso desde puntos específicos de la empresa, mediante la configuración de equipos de red.

El objetivo de este caso es dar a conocer la importancia de la implementación de mecanismos de seguridad en la red dentro de una empresa.

1.5 CONTENIDO DE LA TESIS

En este documento realizo una estructura secuencial de los temas que involucran al diseño de una red Ethernet Industrial de tal manera que el lector pudiera ir asimilando de una manera sencilla los conceptos expuestos en cada uno de los capítulos y esta a su vez le permitiera entender mejor la metodología propuesta.

A continuación se dará una breve explicación de cada uno de los capítulos que conforman esta Tesis:

Capítulo I – Resumen Ejecutivo

Proporciona los antecedentes, la problemática existente, la justificación, los objetivos y temas de esta Tesis.

Capítulo II – Redes de Datos

Proporciona los fundamentos sobre los tipos de redes existentes, la forma en que trabajan y los diferentes estándares de transmisión que se han desarrollado.

Capítulo III – Sistemas de Cableado

Proporciona información sobre los diferentes sistemas de cableado existentes tanto en el ámbito comercial como en el industrial, haciendo una descripción detallada de cada uno de los componentes que deberán de considerarse en su instalación.

Capítulo IV – Buses de Campo

Proporciona información de los buses de campo más importantes, sus características funcionales, componentes que estos tienen y las topologías que estos manejan.

Capítulo V – Redes Industriales Ethernet

Proporciona información acerca del funcionamiento de una red Ethernet Industrial, las ventajas de utilizar este tipo de red a nivel global y las consideraciones que hay que tener en la selección del medio y equipos, para una buena implementación de la misma.

CAPITULO II – REDES DE DATOS

2.1 INTRODUCCION

Cada uno de los tres últimos siglos ha estado dominado por una sola tecnología. El siglo XVIII fue la etapa de los grandes sistemas mecánicos que acompañaron a la Revolución Industrial. El siglo XIX fue la época de la máquina de vapor. Durante el siglo XX, la tecnología clave ha sido la recolección, procesamiento y distribución de información, llegando así a la industria de las computadoras.

Conforme fuimos llegando a los últimos años del siglo XX, se comenzó a dar una rápida convergencia entre las áreas de telecomunicaciones, al igual que las diferencias entre la captura, transporte, almacenamiento y procesamiento de información han ido desapareciendo con gran rapidez. De tal manera que organizaciones completas con varias oficinas dispersas en una amplia área geográfica pueden tener la posibilidad de revisar diariamente el estado actual de todas ellas, en la comodidad de su oficina. A medida que crece nuestra habilidad para recolectar, procesar y distribuir información, la demanda de más sofisticados procesamientos de datos crece todavía con mayor rapidez.

La industria de las computadoras ha mostrado un progreso espectacular en muy corto tiempo. El antiguo modelo de tener solo un equipo para satisfacer todas las necesidades de una organización se fue reemplazando con rapidez por otro modelo que considera la utilización de un mayor número de equipos interconectados. Estos sistemas, se conocen con el nombre de redes de computadoras. Estas redes son capaces de intercambiar información de los diferentes procesos en los que se opera. La conexión entre ellos puede realizarse a través de un cable UTP, Coaxial, Fibra Óptica, Micro-ondas, etc.

Las redes en general, consisten en compartir recursos, y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipos necesarios estén disponibles para cualquier persona dentro de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario.

2.2 REDES DE DATOS

En términos generales existen dos tipos de tecnología de transmisión: Redes de difusión y redes punto a punto.

- Redes de difusión tienen un solo canal de comunicación compartido por todas las maquinas de la red. Los mensajes cortos que envía una maquina son recibidos por todas las demás. Un campo de dirección dentro del paquete especifica a quien es dirigido. Al abrir el paquete la maquina verifica el campo de la dirección, si el paquete está dirigido a ella lo recibe, sino lo descarta.
- Redes punto a punto consisten en muchas conexiones entre pares individuales de maquinas. Para ir del origen al destino, un paquete en este tipo de red puede tener que visitar primero a una o más maquinas intermedias. A veces son posibles múltiples rutas de diferentes longitudes, por lo que los algoritmos de ruteo desempeñan un papel importante en las redes punto a punto.

Las redes en la actualidad incluyen tecnologías tradicionales de LAN y WAN. Por lo que en una red típica, varias redes locales de un mismo Campus se interconectan en el nivel de la capa de distribución o la capa núcleo para formar una LAN. Estas LAN locales se interconectan con otros sitios que están geográficamente más dispersos para formar una WAN. [Tanenbaum 2003]

2.2.1 Redes de Área Local (LAN)

Las Redes de Área Local (LAN) son privadas y se encuentran bajo el control de una sola persona u organización. La organización instala, administra y mantiene el cableado y los dispositivos que son los pilares funcionales de la LAN. Y su tamaño puede ir desde un solo edificio o campus de hasta unos cuantos kilómetros de extensión.

El objetivo de una LAN es el poder compartir recursos (dispositivos, software, etc.) e intercambiar información dentro de la misma empresa.

Las LAN se distinguen de otro tipo de redes por 3 características: su tamaño, tecnología de transmisión y su topología.

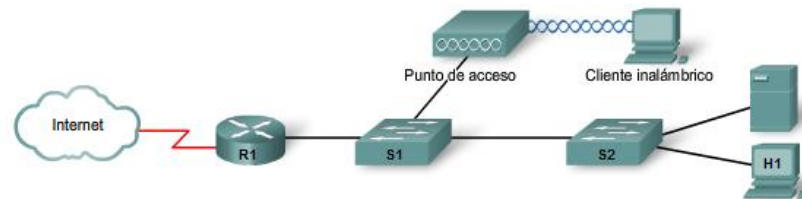


Figura 2.1.- Red de Área Local (LAN) [Cisco]

Las LAN tradicionales operan a velocidades de 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps, 40Gbps y 100Gbps, tienen bajo retardo y experimentan muy pocos errores.

En una red con topología de bus, una computadora puede ser la maestra en cualquier instante y comenzar a transmitir; por ello es necesario un mecanismo de control de acceso al medio para resolver conflictos cuando dos o más máquinas quieren transmitir simultáneamente. El mecanismo de arbitraje puede ser centralizado o distribuido.

Un segundo tipo de sistema de difusión es con topología anillo. En un anillo cada bit se propaga por sí mismo, sin esperar el resto del paquete al cual pertenece. Como en todos los sistemas de difusión, se necesitan reglas para controlar el acceso simultáneo al anillo.

El otro tipo de LAN se construye con líneas punto a punto. Las líneas individuales conectan una máquina específica a otra. Una LAN es realmente una red de área amplia en miniatura.

[Tanenbaum 2003]

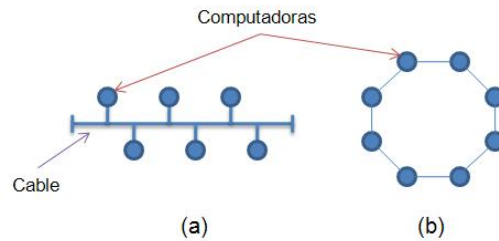


Figura 2.2.- Redes de Difusión [Tanenbaum 2003]

2.2.2 Redes de Área Metropolitana (MAN)

Una red de área metropolitana, o MAN es básicamente una versión más grande de una LAN y normalmente se basa en una tecnología similar. Podría abarcar un grupo de oficinas corporativas cercanas o una ciudad y podría ser privada o pública. Una MAN puede manejar datos y voz, e incluso podría estar relacionada con la red de televisión por cable local.

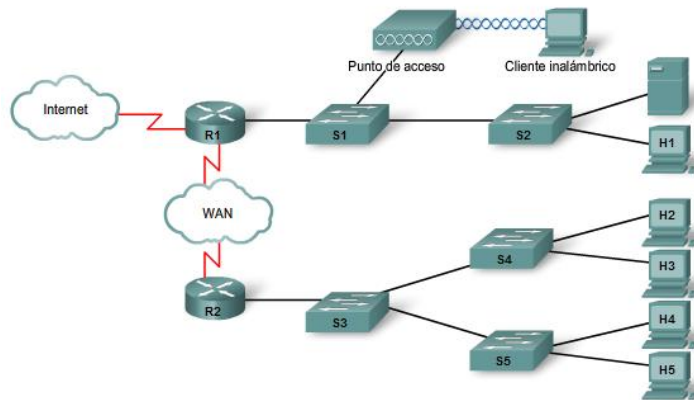


Figura 2.3.- Red de Área Metropolitana (MAN) [Cisco]

Una MAN solo tiene uno o dos cables y no contiene elementos de conmutación, los cuales desvían los paquetes por una de varias líneas de salida potenciales. Al no tener que conmutar, se simplifica el diseño. [Tanenbaum 2003]

2.2.3 Redes de área amplia (WAN)

Una red de área amplia o WAN se extiende sobre una área geográfica extensa, a veces un país o un continente; Contiene una colección de maquinas dedicadas a ejecutar programas de usuario, es decir, aplicaciones. Siguiendo el uso tradicional de equipos son denominados como host. Los cuales también están conectados por una subred de comunicación, o simplemente subred.

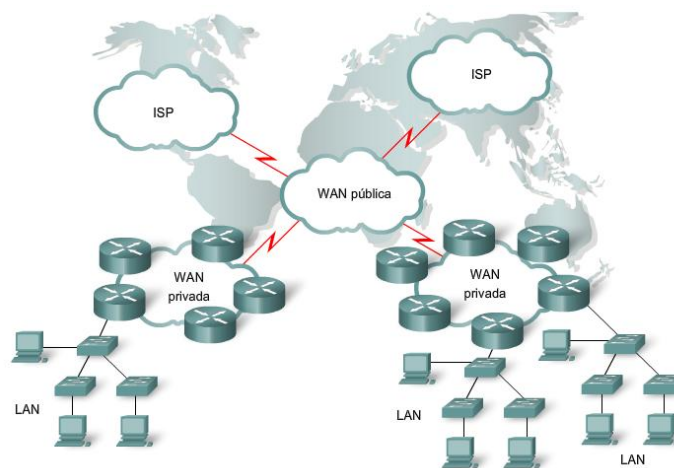


Figura 2.4.-Red de Área Amplia [Cisco]

El trabajo de la subred es conducir mensajes de un host a otro. La separación entre los aspectos exclusivamente de comunicación de la red (la subred) y los aspectos de aplicación (los hosts) simplifican enormemente el diseño total de la red.

En muchas redes de área amplia, la subred tiene dos componentes distintos: las líneas de transmisión y los elementos de conmutación:

- Las líneas de transmisión (también llamadas circuitos, canales o troncales) mueven bits de una maquina a otra.

- Los elementos de conmutación son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan se conducen por una línea de salida para reenviarlos.

Desgraciadamente, no hay una terminología estándar para designar estas computadoras, se les denomina nodos conmutadores de paquetes, sistemas intermedios y centrales de conmutación de datos, entre otras cosas. Como término genérico para las computadoras de conmutación, se utiliza la palabra enrutador.

Casi todas las redes de área amplia (excepto aquellas que usan satélites) tienen subredes de almacenar y reenviar. Cuando los paquetes son pequeños y el tamaño de todos es el mismo, suelen llamarse celdas.

Cuando se usa una subred punto a punto, una consideración de diseño importante es la topología de interconexión del enrutador. [Tanenbaum 2003]

2.2.4 Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas (*Wireless Network*) son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas.

Tienen como ventaja la rápida instalación de la red sin la necesidad de usar cableado, permiten la movilidad y tienen menos costos de mantenimiento que una red convencional.

Según su cobertura, se pueden clasificar en diferentes tipos:

WPAN (Wireless Personal Area Network).- En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en homeRF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y equipos mediante un aparato central); Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); Zigbee (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); RFID sistema remoto de almacenamiento y recuperación de

datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.

WLAN (Wireless Local Area Network).- En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en HiperLAN (del inglés, High Performance Radio LAN), un estándar del grupo ETSI, o tecnologías basadas en Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

WMAN (Wireless Metropolitan Area Network, Wireless MAN).- Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMax es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service). [Wikipedia]

2.2.5 Intranet

Las redes empresariales contienen tanto tecnologías WAN como LAN. Estas redes proporcionan muchos de los servicios asociados con Internet, entre ellos: Correo electrónico, Web, FTP, Telnet/SSH, Foros de discusión, etc.

Muchas empresas utilizan esta red privada o Intranet para proporcionar acceso a empleados locales y remotos que usan tecnologías LAN y WAN.

Las intranets pueden tener enlaces a Internet. Si están conectadas a Internet, hay firewalls que controlan el tráfico que entra a la intranet y sale de ella.

[Tanenbaum 2003]

2.3 MODELOS DE REFERENCIA

2.3.1 Modelo de referencia OSI

El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) lanzado en 1984 es el modelo de red descriptivo creado por ISO. Este modelo es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones, es decir, trata de normalizar la conexión de sistemas heterogéneos.

El modelo OSI define los servicios y los protocolos que posibilitan la comunicación, dividiéndolos en siete niveles diferentes, interrelacionándose con los niveles contiguos.

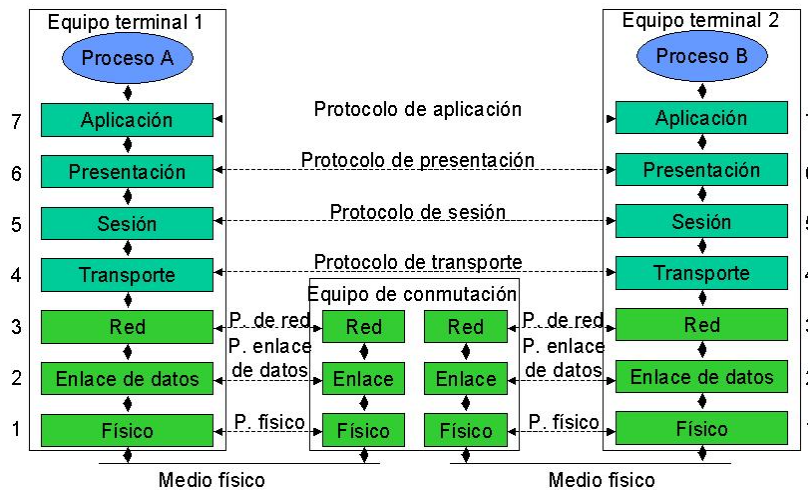


Figura 2.5- Modelo OSI [Tanenbaum 2003]

Nivel Físico: Se encarga de la transmisión de un flujo de datos (bits) a través del medio de comunicación. Su misión consiste en garantizar que cuando se emita una señal del origen sea la misma que llega al destino.

Nivel de Enlace: Este nivel es el encargado de codificar e insertar la secuencia de datos recibida del nivel anterior en tramas para la transmisión inmediata por el nivel físico. Además, añade una cabecera de control para asegurar una transmisión

confiable entre estaciones, es decir, realiza funciones de detección y corrección de errores. Sin embargo, hay veces que en este nivel se sitúan protocolos que no realizan dicha función, dejándosela a niveles superiores, asegurando así a éstos una transmisión correcta. También incluye el control del flujo como una de sus funciones principales. Control de flujo significa garantizar que una estación a la que le llega por la red más información de la que pueda procesar no colapse.

Nivel de Red: Se encarga del control de la comunicación en la red, es decir, establece, supervisa y libera las sesiones de comunicación. También proporciona funciones de enrutamiento de la información, y da soporte a servicios orientados y no orientados a conexión.

El protocolo de la red más conocido en la actualidad es el IP (Internet Protocol). Los protocolos hasta este nivel establecen comunicaciones entre cada sistema y su vecino inmediato, y no entre los sistemas origen y destino, los cuales pueden estar separados por varios nodos de conmutación inmediatos.

Nivel de Transporte: Su función principal es la de aceptar datos del nivel superior (nivel de sesión), fraccionarlos en unidades más pequeñas en el caso que fuera necesario, y proporcionarlas al nivel inferior (en el caso del emisor), asegurándose de que todas estas lleguen correctamente al otro extremo. También es función de este nivel proporcionar un incremento de calidad al servicio de nivel de red, de forma que sea conforme al requerido por el nivel de sesión.

Las conexiones de transporte se establecen entre entidades de sesión identificadas por direcciones de transporte. El tipo habitual de conexión de transporte corresponde a una transmisión sin error, por medio de la cual se entregan los paquetes en el mismo orden en que fueron enviados. Esto se consigue numerando los paquetes, esperando la recepción de todos, y ordenándolos posteriormente antes de pasárselos al nivel siguiente.

Los protocolos de nivel de transporte son de extremo a extremo, al igual que el de las capas superiores. Dicho de otra manera, una entidad de transporte en el sistema origen lleva una conversación con otra entidad parecida en el sistema destino.

Nivel de Sesión: Proporciona servicios de administración de la sesión y servicios de diálogo de sesión. Para ello gestiona el establecimiento de una conexión a su nivel, ofreciéndoselo a los niveles superiores.

Nivel de Presentación: Se trata de la capa del modelo que se encarga de transformar la información que le llega al formato que la capa de aplicación entiende. De esta forma, el nivel de aplicación no tiene que preocuparse de la representación de los datos que le llegan; por lo tanto, se puede decir que este nivel proporciona independencia con respecto a la sintaxis en la que llega la información.

Nivel de Aplicación: Se trata únicamente de una ventana para el acceso al entorno OSI. Permite acceder a la información a cuantas aplicaciones lo soliciten.

2.3.2 Modelo de referencia TCP/IP

El estándar abierto histórica y técnicamente de Internet es el Protocolo para el Control de la Transmisión/ Protocolo Internet (TCP/IP).



Figura 2.6.- Modelo de referencia TCP/IP

Capa de Interface de Red. Emite al medio físico los flujos de bit y recibe los que de él provienen. Consiste en los manejadores de los dispositivos que se conectan al medio de transmisión.

Capa Internet. Controla la comunicación entre un equipo y otro, decide qué rutas deben seguir los paquetes de información para alcanzar su destino. Conforman los paquetes IP que serán enviados por la capa inferior. Desencapsula los paquetes recibidos pasando a la capa superior la información dirigida a una aplicación.

Capa de Transporte. Provee comunicación extremo a extremo desde un programa de aplicación a otro. Regula el flujo de información. Puede proveer un transporte confiable asegurándose que los datos lleguen sin errores y en la secuencia correcta. Coordina a múltiples aplicaciones que se encuentren interactuando con la red simultáneamente de tal manera que los datos que envíe una aplicación sean recibidos correctamente por la aplicación remota, esto lo hace añadiendo identificadores de cada una de las aplicaciones. Realiza además una verificación por suma, para asegurar que la información no sufrió alteraciones durante su transmisión.

Capa de Aplicación. Invoca programas que acceden a servicios en la red. Interactúan con uno o más protocolos de transporte para enviar o recibir datos, en forma de mensajes o bien en forma de flujos de bytes.

2.4 REDES DE CONTROL

El desarrollo del control distribuido en la industria va en paralelo al de las comunicaciones. Cada vez es más necesario disponer de dispositivos inteligentes para realizar el control o la supervisión remota, tanto de procesos de fabricación, como de almacenamiento o distribución. Los sistemas o redes de comunicación empleados en entornos industriales se encuentran sometidos a una problemática específica que condiciona enormemente su diseño y los diferencia de las redes de datos.

Hacia los años 70 se comenzaron a introducir computadoras en el control de procesos, fundamentalmente para realizar tareas de monitoreo o supervisión. Los equipos de control se encargaban de realizar funciones como la supervisión de las variables controladas para detectar niveles anómalos, generando entonces las alarmas pertinentes y generando los informes sobre el estado del sistema. Posteriormente, se comenzó a incluir también en las labores de control, ya que debido a su capacidad de cálculo podía sustituir al panel de control y tener programados lazos de control. El principal inconveniente que se planteaba era la mayor debilidad del sistema al existir un punto de fallo crítico, que es el propio equipo de cómputo. Una posible solución era duplicar el equipo, disponiendo así de un equipo de respaldo, comunicado con el principal, capaz de seguir con el control del proceso en caso de alguna falla.

El desarrollo de los microprocesadores, microcontroladores y controladores lógicos programables (PLC) dio lugar a la aparición del control distribuido. En este tipo de esquema, un PLC o un microprocesador controla una o varias variables del sistema realizando un control directo de las mismas. Estos equipos de control local se comunican con otros elementos de su nivel y con el nivel superior de supervisión. El fallo de un elemento del nivel superior no compromete necesariamente el funcionamiento de los equipos de control local, minimizando su incidencia en el sistema.

Además de los desarrollos anteriormente mencionados la aparición de sensores inteligentes y elementos programables que favorecen la automatización y hacen más flexibles a los procesos de producción y control de forma remota.

Desde el punto de vista empresarial, la necesidad de comunicación no se restringe solo a la producción. Otros departamentos de la empresa también pueden participar en la red de comunicaciones para permitir un control global del sistema. De este modo, no solo se controlaría el propio funcionamiento de la planta de fabricación, sino que en función de las decisiones tomadas en las capas administrativas de la empresa, podría actuarse directamente sobre la producción. Estableciéndose así un sistema de control jerarquizado.

2.4.1 Niveles de Comunicación Industrial

Cada uno de los niveles, además de llevar a cabo labores específicas, realiza un tratamiento y filtrado de información transmitida en sentido ascendente o descendente por la pirámide. Así se limitan los flujos de información a los estrictamente necesarios para cada nivel. También existe un tráfico en sentido horizontal dentro de cada nivel, con distintas condiciones en cada uno de ellos.

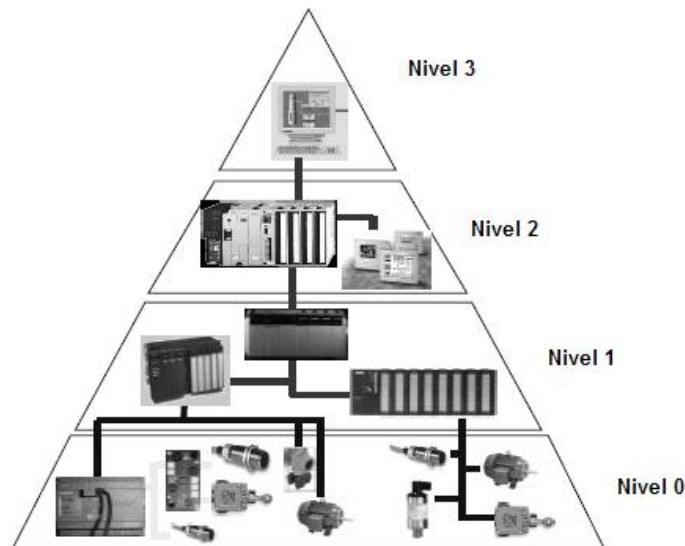


Figura 2.7.- Niveles de Comunicación Industrial

Nivel 3 (Gestión y Administración).- Se basa en la obtención de información del tipo administrativo y comercial. El medio de transmisión en este nivel es Ethernet.

Nivel 2 (Supervisión, Operación y Control).- Se encarga de enlazar células de fabricación conformadas por PLC y PC dedicados al diseño y control de calidad. Un ejemplo de sistemas utilizados en este nivel son Modbus + /FIPWAY.

Nivel 1 (Proceso).- Integra pequeños automatismos como PLC y RTU en subredes o islas. Un ejemplo de sistemas utilizados en este nivel son Modbus / Unitelway.

Nivel 0 (Sensor/Actuador).- Nivel más bajo del proceso donde se interconectan sensores y actuadores, que se caracteriza por un volumen de datos y tiempos de respuesta bajos. Este es el campo de acción de *AS-Interface*, presentándose como una de las soluciones más usadas, al igual que *DeviceNet*.

2.4.2 Protocolos Industriales

Muchas veces empleamos la palabra protocolos de comunicación en la industria sin tener claro de que estamos hablando. En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

Un importante número de empresas en nuestro país presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación Industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

La llegada de los microprocesadores a la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo.
- Diagnóstico remoto de componentes.

La integración de las islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes Industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías:

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

En esta oportunidad nos referiremos a los protocolos de comunicación más usados en la industria.

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de 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.

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 lazo de corriente de 4 -20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal. Siendo así que cada uno de los fabricantes utiliza sus propios protocolos de comunicación. Más adelante se mencionaran los más importantes y las características de cada uno de ellos.

2.5 DIFERENCIA ENTRE REDES DE CONTROL Y REDES DE DATOS

En el esquema de niveles jerárquicos existen a su vez diferentes niveles de comunicación, cada uno de ellos con diferentes necesidades. Por lo que haremos una división en las redes de comunicación en: redes de control y redes de datos. Las redes de control están ligadas a la parte baja de la pirámide, mientras que las redes de datos están ligadas a la parte superior de la pirámide.

En general, las redes de computadoras están orientadas al transporte de grandes paquetes de datos, que aparecen en forma esporádica y con un gran ancho de banda para permitir el envío rápido de una gran cantidad de información. En contraste, las redes de control se enfrentan a un tráfico formado por un gran número de pequeños paquetes, intercambiados con frecuencia entre un número alto de estaciones que forman la red y que la mayoría de las veces trabajan en tiempo real.

Por estas razones, se comenzó con el diseño de una arquitectura de red adaptada a las características particulares de este tipo de tráfico. En este diseño se tomaron en cuenta aspectos como el tipo de protocolos utilizados, la interoperabilidad, la topología y la facilidad de administración. [\[http://www.isa.uniovi.es\]](http://www.isa.uniovi.es)

Conclusiones: En este capítulo se abordaron y explicaron los diferentes tipos de redes existentes de tal forma que podemos concluir que las redes se pueden dividir en LAN's, MAN's, WAN's e Interredes, cada una con sus características, tecnologías y velocidades propias con el fin de comprender mejor los niveles de comunicación que se pueden llegar a implementar en la industria dependiendo de las necesidades de las diferentes empresas. Otro de los puntos tratados fueron los modelos de referencia para las comunicaciones que sirven como base para las pilas de protocolos, este es un punto importante en la comunicación entre dispositivos ya que el software de red consta de protocolos los cuales son reglas mediante las que se comunican los procesos. Los modelos más utilizados son el modelo de referencia OSI y el modelo TCP/IP. También se destacó la diferencia más importante entre una red de datos y una industrial, que es la necesidad de funcionar en tiempo real para lograr el control de un proceso.

Capítulo III - SISTEMAS DE CABLEADO

3.1 INTRODUCCIÓN

En los sistemas de cableado el diseño es solo un paso en el desarrollo de un sistema global. Este sistema puede ser un área de red local (LAN), un sistema de telefonía, un sistema de seguridad o un sistema de control de una planta o proceso y a cada uno de estos sistemas se le puede hacer referencia como una red.

Los sistemas de cableado son la base en las que se construyen estas redes, se les denomina infraestructura y es uno de los componentes más críticos. Está formada por los componentes que presentan una mayor dificultad para su instalación y que no se desean cambiar durante la vida útil de la red.

Hasta hace poco tiempo los sistemas de cableado se diseñaban muy tarde y solo se instalaban luego de que todos los componentes de red ya estaban ubicados. Además el sistema de cableado era elegido de acuerdo a la tecnología de red utilizada. Generalmente el software y el hardware cambiaban una vez por año o cada 2 años, por lo que era necesario modificar o reemplazar la infraestructura, lo cual representaba un costo importante para la empresa primero en inversión y segundo en pérdida debido a la interrupción de labores que permitiera la realización de este cambio.

En la actualidad la infraestructura de cableado se diseña e instala de acuerdo a estándares, pero además las nuevas tecnologías son desarrolladas con base en los mismos estándares buscando prevenir así los constantes cambios de infraestructura, siendo así que un buen diseño debe durar al menos 10 años.

3.2 TOPOLOGIAS FISICAS DE RED

Dentro del diseño de una red es importante distinguir entre la topología lógica y la física.

La topología física de una red se refiere al diseño físico, es decir, a la ubicación y distribución de los equipos y el cableado. Al seleccionar la topología hay que asegurarse de escoger el tipo de cableado más apropiado, por lo que es importante conocer los tipos de cableados y de topologías que se pueden implementar.

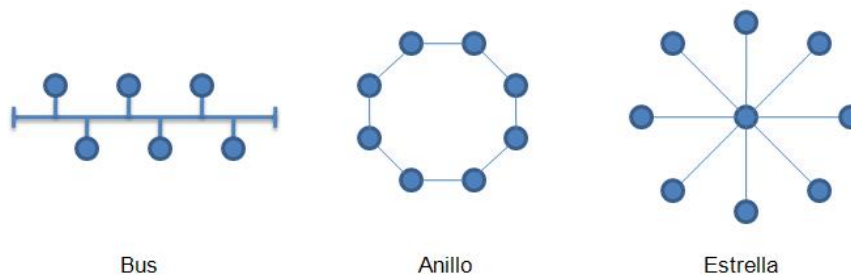


Figura 3.1.- Topologías Físicas de Red [Cisco]

Redes en Bus.- Esta topología se trata de conectar dispositivos a lo largo de una longitud de cable. En esta topología un dispositivo puede conectarse y desconectarse del bus, sin afectar al sistema. El sistema solo puede quedarse sin red si el bus es cortado. Para este tipo de topología se recomienda utilizar par trenzado.

Redes en Anillo (Ring).- En esta topología se forma un lazo continuo entre todos los dispositivos, siendo el último dispositivo el que se conecta con el primero. Esta topología incluye a los anillos simples y dobles. En un anillo simple, una ruptura en el sistema hará caer todo el sistema, mientras que con la implementación de anillos redundantes se elimina por completo este problema. Para este tipo de topología la conexión debe de hacerse por cable coaxial o fibra.

Redes en Estrella (Star).- Se conectan equipos centrales con equipos terminales u otros dispositivos de red. En esta categoría también se incluye las estrellas extendidas. Aquí los dispositivos de red pueden agregarse o eliminarse de la red sin afectar al resto de la red, la red cae únicamente si cae el equipo central. Para este tipo de topología se utiliza una mayor cantidad de cableado y comúnmente se utiliza el cable trenzado.

El estándar EIA/TIA 568 C especifica que un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico debe de soportar un ambiente multi-producto y multi-fabricante. Para construir un sistema de cableado de telecomunicaciones que permita acomodar cualquier producto de cualquier fabricante, debe ser consistente en su estructura (conocida como topología).

El estándar para un sistema de cableado de telecomunicaciones requiere que la topología sea en estrella.

Esta es donde cada punto de interconexión horizontal (distribuidor de piso) se conecta a un punto de interconexión principal (distribuidor de campus) o a un punto de interconexión intermedio (distribuidor de edificio), luego se conecta al punto de interconexión principal (distribuidor de campus).

Esta descripción se entenderá mejor definiendo los puntos de interconexión (distribuidores). [Cisco 2007]

3.2.1 Puntos de Interconexión

Punto de Interconexión Principal o Distribuidor de Campus (MC/CD).- Es la interconexión para el primer nivel de backbone, entrada de facilidades y cables de equipos. Es el nivel más alto de una estructura jerárquica de tres niveles, que consiste en MC/CD, IC/BD, HD/FD. Debe de existir una ubicación central dentro del edificio o en el campus.

Punto de Interconexión Intermedio o Distribuidor de Edificio (IC/BD).- Es la interconexión entre el primer y el segundo nivel de cableado de backbone. No se usa

en una estructura jerárquica con menos de 3 niveles en donde la conexión de backbone va directamente desde el MC/CD al HC/FD. El IC/BC es necesario cuando el edificio tiene un área muy grande, o la distancia es tan larga, que no se puede proporcionar el servicio desde una sola ubicación.

Punto de Interconexión Horizontal o Distribuidor de Piso (HC/FD).- Es la interconexión del cableado horizontal al backbone y/o equipos. También se conoce como TC (cuarto de telecomunicaciones).

Algunas consideraciones que se deben de tener para el diseño son:

No pueden existir más de dos niveles jerárquicos de interconexión/distribuidores de cableado de backbone.

No más de una interconexión/distribuidor puede atravesarse para ir desde el HC/FD al MC/CD. (Solo un IC/BD se permite en la ruta desde el HC/FD al MC/CD).

Las conexiones entre dos HC/FD no pueden atravesar más de tres interconexiones/distribuidores, ya que se incrementa considerablemente el número de posibles puntos de falla, además de la atenuación de señal que esto provoca.

[AMP NetConnect 2006]

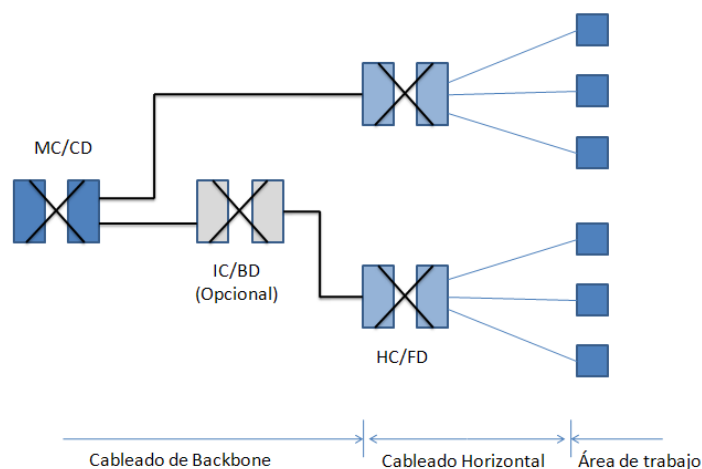


Figura 3.2.- Puntos de Interconexión [AMP NetConnect 2006]

3.3 SISTEMAS DE CABLEADO DE DATOS

3.3.1 Elementos Básicos

La infraestructura de telecomunicaciones ha sido dividida en siete elementos relacionados o subsistemas, los que soportaran la implementación de un sistema de cableado basado en los estándares. Estos elementos son: área de trabajo, Cableado horizontal, cuarto de telecomunicaciones, cableado de backbone, cuarto de equipos, entrada de facilidades y administración.

Área de Trabajo.- Son oficinas, cubículos y demás ubicaciones donde se emplean teléfonos, computadoras y otros dispositivos. Puede ser definido como el espacio dentro del edificio donde los ocupantes se conectan con los dispositivos de telecomunicaciones.

El cableado del área de trabajo se extiende desde el nodo del cuarto proveniente del cableado horizontal hasta el equipo.

Para los objetivos de planificación, si no se conocen las especificaciones exactas, el espacio estimado para cada área de trabajo es de 10m². Lo que significa un área aproximada de 3m x 3m.

El cableado del área de trabajo puede tener un máximo de 3m y puede variar su forma dependiendo de la aplicación. El cableado generalmente no es permanente y se diseña de tal forma que su cambio pueda ser flexible.

Cableado Horizontal.- Es el cable que conecta a un punto de interconexión horizontal/distribuidor de piso al área de trabajo, e incluye el nodo localizado en el área de trabajo. La longitud máxima de esta cableado es de 90m.

El esquema del cableado horizontal comprende la mayoría del cableado a instalarse. Aquí el diseñador debe considerar el cable, los dispositivos de conexión, equipo y canalizaciones.

Cuarto de Telecomunicaciones.- La función principal del cuarto de telecomunicaciones (TC) es la terminación del cableado de distribución horizontal. El TC típicamente alberga el punto de interconexión horizontal/distribuidor de piso. También contiene un punto de transición entre el cableado horizontal y de backbone.

Debe tener la capacidad de contener los equipos de telecomunicaciones, las terminaciones de cables y las interconexiones asociadas.

Cableado de Backbone.- Provee interconexiones entre edificios y dentro del edificio entre puntos de interconexiones principales e intermedios, entre puntos de interconexiones principales y horizontales y entre puntos de interconexión intermedia y horizontal.

El Campus Backbone es el backbone entre edificios y el Building Backbone es el backbone dentro del edificio.

Los backbones intrabuilding pueden correr verticalmente entre pisos y/o horizontalmente si se trata del mismo piso.

Cuarto de Equipos.- Provee un ambiente controlado central para albergar el equipamiento de telecomunicaciones, los puntos de interconexión/distribuidores, hardware de conectividad, empalmes, las facilidades de puesta a tierra y anclaje y los aparatos de protección.

Un cuarto de equipos puede proveer también algunas o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones.

Entrada de Facilidades.- Consiste en la entrada de los servicios de telecomunicaciones al edificio, a través de la pared del edificio dentro del cuarto de entrada. Puede contener las canalizaciones para backbone que vinculan con otros edificios en una configuración de campus.

Administración.- La administración no es un elemento físico de la infraestructura de telecomunicaciones pero mantiene los registros de todos los elementos y de cómo están implementados dentro de la infraestructura.

Es también el método que establece como los elementos deben ser etiquetados para su identificación.

[AMP NetConnect 2006]

3.3.2 Arquitectura de Redes

Existen dos áreas: La arquitectura de backbone y arquitectura de cableado horizontal.

Las diferencias entre arquitecturas se basan en la ubicación de la electrónica y la distribución de las tomas para las conexiones de red.

3.3.2.1 Arquitectura de Backbone.- Esta se refiere al diseño de la base en la que se va a soportar nuestro sistema, existen dos tipos: arquitectura de red distribuida y arquitectura de red centralizada

Arquitectura de Red Distribuida (DNA)

Es la arquitectura de red estándar y se define como la topología de cableado estructurado, que soportara un ambiente multi-producto y multi-fabricante donde cada cuarto de telecomunicaciones contiene equipos electrónicos que proveen conectividad a la red por medio del cableado. Es decir, que se cuenta con una comunicación vertical entre los cuartos de telecomunicaciones, que permite la conectividad de los equipos ubicados en los diferentes cuartos con el equipo central y que cada cuarto de telecomunicaciones cuenta con el equipo suficiente para cubrir las necesidades de red de un área determinada.

Ventajas

- Es ideal para grandes edificios y sistemas con varios edificios
- La dimensión del backbone es pequeña comparada con la electrónica centralizada

Desventajas

- La electrónica está muy distribuida haciendo difícil su mantenimiento y administración
- Los mantenimientos, actualizaciones y cambios son más complicados
- Los costos y tiempos de administración son altos
- La eficiencia y utilización de los puertos es pobre

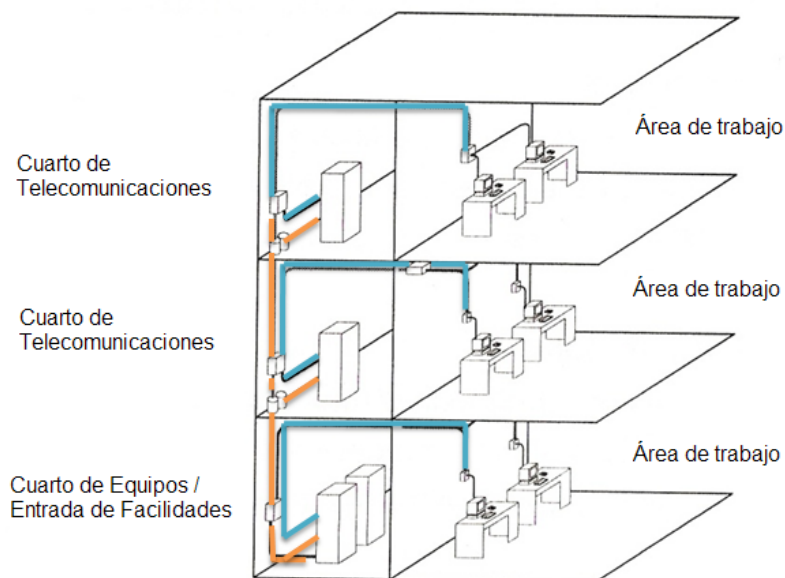


Figura 3.3.- Arquitectura de Red Distribuida [AMP NetConnect]

Arquitectura de Red Centralizada (CNA)

Se define como una alternativa al cableado horizontal en fibra. Este tipo de cableado provee conexiones directas desde el área de trabajo hasta el punto de interconexión permitiendo el uso de cables contiguos, empalmes o conexiones en el cuarto de telecomunicaciones en lugar de la utilización de un equipo electrónico.

El concepto es el soporte y administración de la electrónica de una manera centralizada. Orientada a los usuarios que disponen de pocos pisos o un solo edificio.

Ventajas

- Los mantenimientos, actualizaciones y cambios son más fáciles y menos costosos
- El tiempo y costo de administración es menor
- Utilización de puertos se incrementa y es más eficiente
- Se utiliza menos espacio en los cuartos de telecomunicaciones

Desventajas

- Costos iniciales de instalación mayor
- La electrónica óptica es más cara
- Único punto de fallas

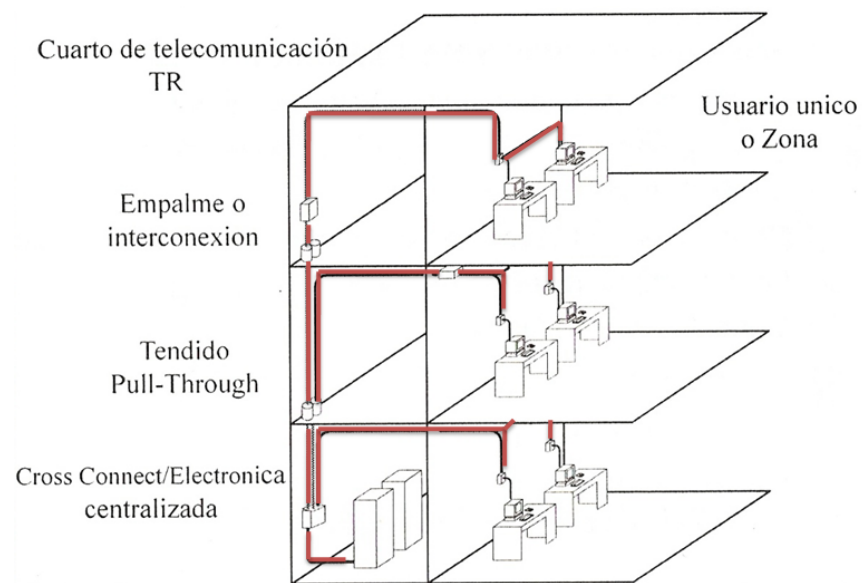


Figura 3.4.- Arquitectura de Red Centralizada [AMP NetConnect]

El medio de transmisión juega un papel muy importante en la elección de cualquiera de las arquitecturas de red.

Por ejemplo, en la CNA el medio de transmisión deberá de ser fibra óptica. El tipo de fibra puede variar dependiendo de las distancias y la transferencia de datos que se planea utilizar.

En la DNA puede utilizarse fibra para el backbone e incluso cable coaxial o de cobre, dependiendo de las distancias entre los cuartos de telecomunicaciones y la transferencia de datos que se planeé utilizar.

3.3.2.2 Arquitectura de Cableado Horizontal.- Se refiere cableado que va del Cuarto de Telecomunicaciones al Área de Trabajo.

Se utilizan dos tipos: Tendido Home Run y Distribución Zonal

Tendido Home Run

La conexión estándar para las áreas de trabajo tanto en CNA como en DNA es a través del cableado horizontal home run.

Este cableado de home run es donde cada conector del área de trabajo se conecta en una topología estrella al cuarto de cableado mediante un único cable.

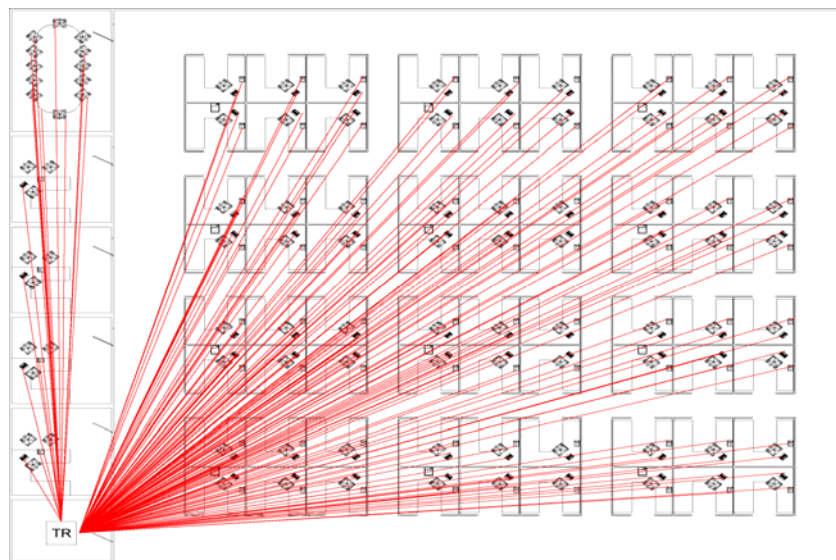


Figura 3.5.- Tendido de Home Run [Panduit]

Arquitectura de Cableado Zonal

El cableado zonal puede utilizarse tanto en arquitectura distribuida (DNA) como en centralizada (CNA).

La tendencia actual de los ambientes de negocios es hacia oficinas abiertas y flexibles, siendo así que el cableado zonal representa una buena opción para este tipo de necesidades, ya que el cableado horizontal estándar asume vías fijas y permanentes.

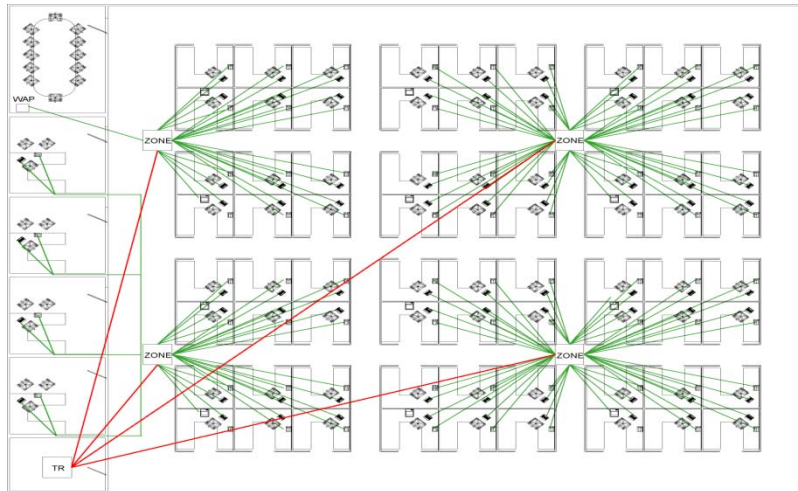


Figura 3.6.- Cableado Zonal [Panduit]

El cableado zonal básicamente se refiere a la instalación de salidas de red en puntos estratégicos, que permita la instalación o reacomodo de cableados. En estos puntos estratégicos de conexión se utiliza lo que se denominan Puntos de Consolidación (CP) o conectores de Salidas Multi-Usuario (MUO).

- **Punto de Consolidación**

Es aquel que brinda un punto de conexión entre el cableado de oficina y el cableado horizontal, es decir, es el punto hasta donde el cableado horizontal debe de cubrir (cableado permanente) y a partir de ese punto el cableado de oficina es instalado (cableado temporal), su longitud total debe ser menor a los 90 m ($LP+LT<90$).

Este tipo de soluciones es utilizado en lugares donde la distribución de cableado cambia periódicamente, teniendo como característica principal que con la utilización de un CP cada nodo de oficina está conectado directamente a un nodo del equipo de red, utilizando todas las funcionalidades del mismo un solo usuario.

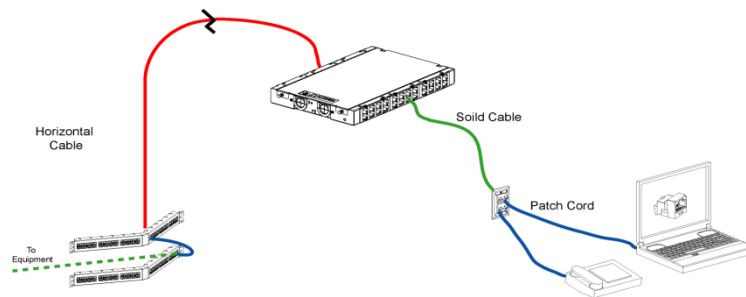


Figura3.7.- Punto de consolidación [Panduit]

En comparación con un MUO permite la identificación y solución de fallas de una manera más rápida y proporciona una mejor funcionalidad de la red.

Una de las desventajas de utilizar el punto de consolidación es el incremento en el número de posibles puntos de falla, además del costo del material, la instalación y el cableado que tiene que ser llevado a cada zona. Para resolver este problema existen en la actualidad varias soluciones alternativas dependiendo de las necesidades de la empresa, como son la incorporación muebles que además de permitir la realización de un punto de consolidación soportan la instalación de un equipo de red dentro del mismo sin la necesidad de utilizar un espacio dentro del área de trabajo. Permitiendo la conexión de este equipo por medio de fibra óptica o cable UTP al distribuidor de piso. Lo cual reduce el tiempo, la cantidad de material y el costo de la instalación.

- **Salida Multi-Usuario**

Es otra de las estrategias utilizadas para la distribución de cableado que cambia su distribución periódicamente, este consiste en brindar el servicio de red a “n” usuarios conectados a un cableado común (hasta 16 usuarios) mediante la utilización de un elemento no activo denominado MUTO. La cual reduce considerablemente el número de cableados utilizados, el costo de material y de la instalación de los mismos.

La desventaja principal de utilizar este tipo de dispositivos es básicamente la compartición del medio de transmisión con los “n” usuarios soportados por el dispositivo, además de la dificultad para la detección de fallas en el cableado. Por lo que este tipo

de dispositivos no son recomendados para el traspaso continuo de archivos, conexiones de servidores o equipos de uso continuo o utilización crítica de la red, sino para brindar un servicio de red básico a usuarios que su principal actividad se centra en el uso de las aplicaciones contenidas en la computadora.

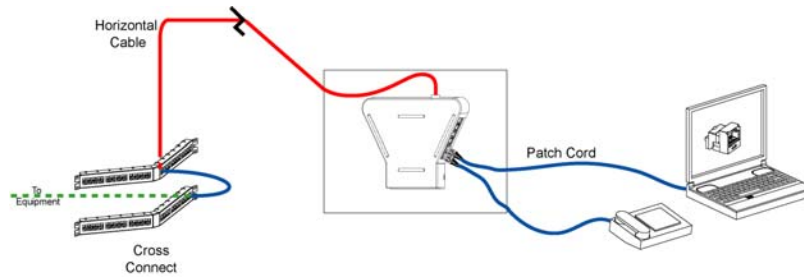


Figura 3.8.- Salida Multi-Usuario [Panduit]

La utilización de salidas multi-usuarios en un sistema de cableado puede ser observada en la figura anterior. Donde se puede apreciar cómo es que con un solo cableado y la utilización de este dispositivo puede brindarse el servicio de red a toda una oficina. Siendo esta la alternativa más económica ya que el MUO no necesita más que estar conectado a un nodo activo para poder proporcionar red a todos los usuarios que tiene conectados. La longitud de los cables del área de trabajo no debe ser mayor a 20m y la longitud total del cable debe ser aproximadamente de 80m.

3.4 SISTEMAS DE CABLEADO INDUSTRIAL

3.4.1 Introducción

En los primeros autómatas el cableado se hacía hilo a hilo directamente a los bornes de los módulos de entrada/salida del autómata programable. Hoy en día existen otras opciones como son los sistemas de pre cableado, las entradas/salidas distribuidas, los buses de campo, entre otros.

3.4.2 Cableado Clásico

Los captadores son cableados hilo a hilo a las entradas del autómata. Este cableado suele realizarse en varias fases para facilitar la instalación del cableado.

Los cables de los sensores y captadores son llevados a cajas de campo, próximas a las máquinas, donde se cablean los bornes. De los bornes de las cajas de campo salen mangueras de cable hacia el armario del autómata donde se cablean a los bornes del armario, y de estos a los módulos de entradas del autómata.

Las salidas digitales son cableadas a los preactuadores, los cuales se suelen encontrar en el propio armario del autómata o en uno contiguo. Del armario salen los cables de potencia hacia los actuadores de la maquina.



Figura 3.9.- Cableado Clásico

Este tipo de cableado puede presentar los siguientes problemas:

- La longitud del cable desde los sensores hasta el armario del autómatas puede exceder las capacidades de transmisión del cableado.
- Los cables de potencia que salen del armario de los preactuadores y que deben de llegar hasta el actuador pueden presentar caídas de tensión.
- Los cables de potencia pueden inducir ruido en los cables de los sensores.

Los preactuadores y sus protecciones eléctricas se encuentran en el armario 2. Los contactos auxiliares de los contactores, relevadores térmicos, guarda motores, y los relevadores internos de los arrancadores y variadores de velocidad serán cableados desde este armario a los módulos de entradas digitales del autómatas que está en el armario 1. [Piedrafita 2004]

3.4.3 Sistemas de Pre-Cableado

En el mercado existen autómatas de formato pequeño que permiten la utilización de módulos de alta densidad. El pequeño tamaño de los módulos obliga a la utilización de un sistema distinto al bornero de tornillos. Estos módulos disponen de una serie de conectores donde embona un conector que conecta a través de una manguera de cables al otro extremo con las bases de precableado a tornillo donde se pueden conectar los cables de sensores y preactuadores.

El tamaño de los módulos obliga a que las salidas digitales sean estáticas a 24 Vcc, aunque existen bases con relevadores internos que transforman la señal de 24 Vcc a la apertura o cierre de un relevador.

Las bases de precableado funcionan como borneros de los módulos de entrada/salida del autómatas.

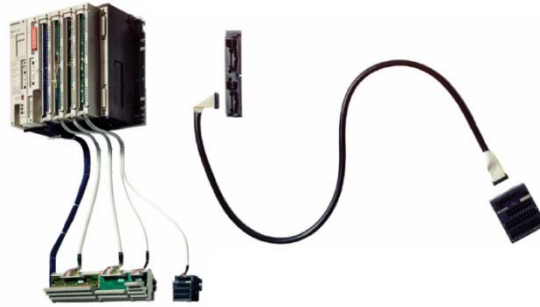


Figura 3.10.- Sistema de Pre-cableado

De esta forma autómatas de pequeñas dimensiones pueden tener un gran número de entradas/salidas, ya que el cableado no se hace directamente en los módulos sino en las bases de conexión.

Cabe mencionar que el cableado externo al armario del autómata sigue siendo el mismo. Las mangueras de cable de los captadores se llevaran a las bases de precableado y de allí al modulo de entrada, mientras que los cables de los preactuadores salen de las bases de precableado. Las bases de precableado deben de encontrarse en el armario del autómata debido a que los cables de conexión deben de medir como máximo 3 metros. [Piedrafita 2004]

3.4.4 Entradas/Salidas Distribuidas

En las instalaciones automatizadas puede existir una gran distancia entre la ubicación de los captadores (entradas), los actuadores (salidas) y el autómata programable. Lo cual hace suponer una gran utilización de cableados o mangueras de cable. Una alternativa para esta situación es la implementación de entradas/salidas distribuidas. El autómata programable mediante un modulo de comunicaciones se comunica con módulos de entradas/salidas digitales distribuidos por las instalaciones.

Siendo así que los módulos de entradas/salidas distantes serán colocados en armarios cercanos a la zona que controlan, incluso en la propia estructura de la maquina. Por lo que los cables de los captadores serán mucho más cortos, al igual que

los cables de los preactuadores ya que estarán más cerca del armario donde se encuentran los módulos distantes. De esta manera los cables de potencia serán mucho más cortos evitando caídas de tensión y disminuyendo las posibles perturbaciones en los cables de señal.

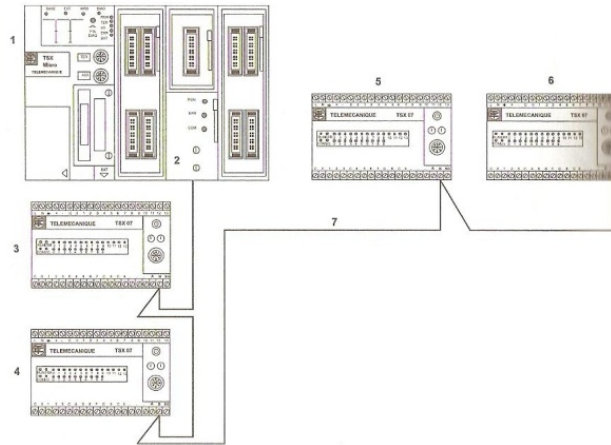


Figura 3.11.- E/S Distribuidas [Piedrafita 2004]

Al estar el modulo más cercano a la máquina, facilita la instalación, revisión, detección y solución de posibles fallas, además de que al autómata principal solo le llega un cable de comunicación con los módulos de entradas/salidas distantes, el cual puede medir hasta 200 m. [Piedrafita 2004]

3.4.5 Automatas Multirack

Los autómatas Premium pueden expandirse hasta un total de 16 racks que se comunican mediante el bus X. La longitud de este bus puede ser hasta de 250 m (con módulos de extensión remota) permitiendo la instalación automatizada.

Solamente en un rack debe estar la unidad central de proceso. En los demás solo debe de conectarse en el primer puesto de enchufe de alimentación para alimentar a los módulos que se conecten al rack. Cada rack puede contener hasta 12 puestos de enchufe. [Piedrafita 2004]

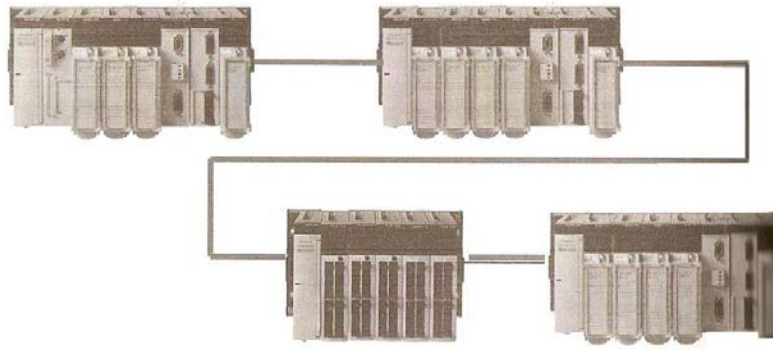


Figura 3.12.- Autómatas Multirack [Piedrafita 2004]

3.4.6 Ethernet Industrial

El Ethernet surgió hace más de 20 años como una red comercial, la cual proveía conectividad a equipos como computadoras e impresoras en un ambiente de oficina, el cual está relativamente libre de ruido eléctrico. Sin embargo, aplicar un diseño de red de oficina en un ambiente industrial presenta al diseñador y al instalador varios retos para lograr tener el mismo o un mejor funcionamiento. Una máquina de control demanda confiabilidad en el transporte de los datos, para poder asegurar la máxima disponibilidad y funcionamiento de la red.

Una solución para lograr estos objetivos puede ser la implementación de componentes mejorados (que cuenten con mejores características y funciones que el estándar, para que en presencia de situaciones extremas puedan cumplir con el funcionamiento deseado), aislados (cuenten con la protección suficiente para mantenerlos aislados de factores externos) y separados del medio ambiente (distribución del cableado por lugares que presenten el menor impacto al cableado).

En la actualidad las redes industriales se han extendido a las redes Ethernet dentro de las aplicaciones de control, sin embargo, sin embargo se considera que en poco tiempo estas redes reemplazarán a los buses de campo utilizados en estos días.

Como ya se mencionó, el diseño de una red y sus componentes está basado en los estándares de la TIA 568 C y los de la ISO 11801(para edificios comerciales). Existen también estándares que son aplicados al Ethernet industrial como son el ISO/IEC 24702, el IEC 61918 o el TIA 1005.

Una de las principales diferencias entre las redes de telecomunicaciones y las redes industriales es el ruido que se encuentra en el medio ambiente, ya que en un medio ambiente hostil como el de la industria el factor de ruido es 10 veces mayor que en un ambiente de oficina. Por esta razón las instalaciones de red para aplicaciones de automatización en la industria son consideradas una función crítica, que requiere una infraestructura de alta confiabilidad.

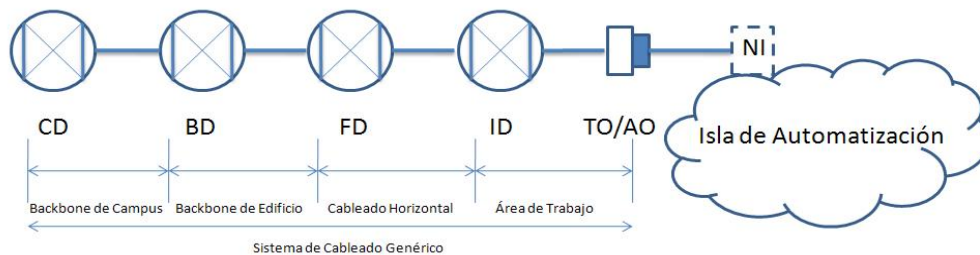


Figura 3.13.- Conectividad Industrial [Lounsbury 2008]

Las aplicaciones de control industrial permiten conexiones que no son soportadas por los estándares del cableado genérico, esto debido a que en muchas ocasiones son demasiado complejos y hasta cierto punto innecesarios. Por lo que es necesario revisar los requerimientos del proceso y ver que estándares son realmente los que se deben implementar. Lo anterior se puede observar en la siguiente figura, en la cual no existen paneles de parcheo entre las conexiones del conmutador y los dispositivos, ni tampoco se cuenta con una salida (AO), el cableado va directamente al modulo de entradas/salidas.

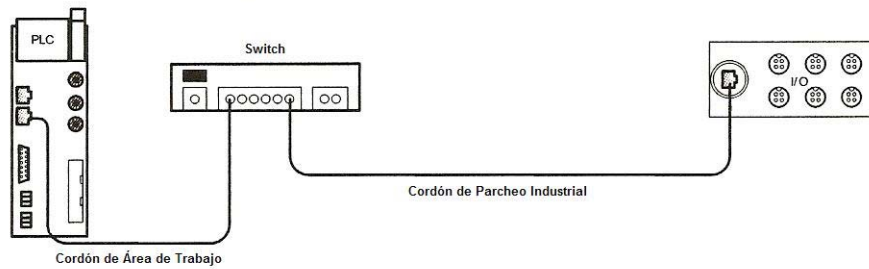


Figura 3.14.- Cableado Industrial con el Mínimo Cableado [Lounsbury 2008]

En algunos casos es necesario utilizar un ID (Distribuidor Intermedio) que pueda permitir la conexión de diferentes aplicaciones dentro de la isla de automatización, como son voz, datos, video y control. Si la infraestructura de cableado se propone solo para intentar soportar las aplicaciones de control, es muy probable que el uso de otras aplicaciones que el cableado genérico permite, estén restringidas por la funcionalidad del cableado. Para el caso en el que el nodo de red (Telecommunication Outlet) este destinado específicamente para ser usado como bus de campo, se definirá con el nombre de AO (Automation Outlet).

A continuación se mostrara un ejemplo en la siguiente figura en la cual se cuenta con un punto de distribución intermedio, donde se cuentan tanto salidas de telecomunicaciones como de automatización, este punto está situado fuera de las islas de automatización lo que permite que el equipo y el cableado que salen de el puedan ser genéricos y que una vez que entra a las islas se utilicen cableados industriales. En la figura también se puede apreciar la comunicación por medio de interfaces de red entre maquinas de la diferentes islas.

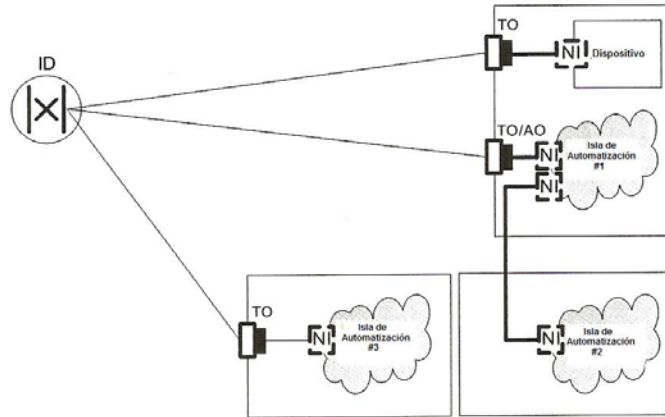


Figura 3.15.- Expansión de Cableado de Telecomunicaciones [Lounsbury 2008]

Para casos en los que el equipo de red se encuentra dentro de la isla de automatización y es afectado por los diferentes agentes del entorno, el equipo es denominado Máquina de Distribución (MD) ya que posee características de trabajo en un entorno industrial. Este normalmente es ubicado cerca del área de trabajo dentro de un gabinete y montado sobre un riel, teniendo características de resistencia al ambiente y mayor tolerancia a variaciones de voltaje.

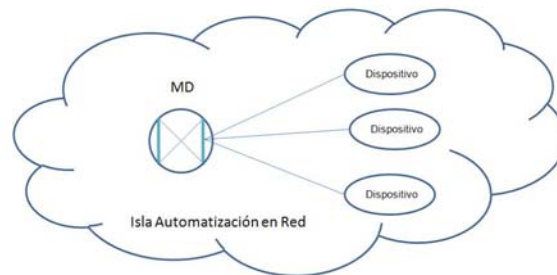


Figura 3.16.- Isla de Automatización en Red [Lounsbury 2008]

Existen varios tipos de cableado con diferentes tipos de atributos algunos para el ámbito industrial y otros para el comercial. A continuación se mostraran los cableados utilizados en el ámbito industrial.

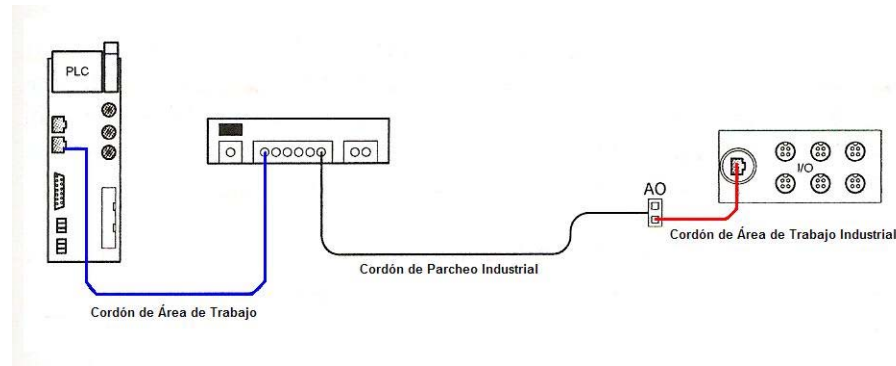


Figura 3.17.- Sistema de Cableado Industrial [Lounsbury 2008]

Cable de Área de Trabajo (Work Area Cord)

Este cordón que usualmente se utiliza para conectar el equipo de red a un equipo adjunto usualmente un PLC y solo requiere protección IP 20. En muchos de los casos es un cordón estándar.

Cable de Parcheo Industrial (Industrial Patch Cord)

Este cable representa el segmento horizontal de un sistema genérico, que quizás este expuesto a un ambiente hostil (con características de alta inmunidad al ruido). Este cóndor posee conectores en ambos extremos con protección hermética.

Cable de Área de Trabajo Industrial (Industrial Work Area Cord)

Es el cable que se instala en las máquinas o directamente en las máquinas vecinas. El cable está construido por cables multifilares. La funda del cable provee protección contra residuos de soldadura, aceite y otros productos. También posee características de balanceo que son necesarias para una alta inmunidad al ruido.

[Lounsbury 2008]

3.5 UBICACIÓN DE ESPACIOS Y RUTAS DE DISTRIBUCION

Uno de los principales puntos dentro del diseño de la infraestructura de un edificio es la identificación del número de puntos de distribución que serán necesarios para brindar los servicios requeridos, así como su ubicación.

Para esto es necesario tener a la mano los siguientes datos:

- 1) Dimensiones del Edificio
- 2) Distribución de Salidas por Área u Oficina
- 3) Diseño Fijo o Flexible
- 4) Salidas sobre Plafón, Pared o Piso

Las dimensiones del edificio servirán para determinar el número mínimo de puntos de distribución en el edificio, basándose en la máxima distancia permitida para el cableado horizontal de $90m^2$ (aproximadamente 80m descontando la distancia de subida y bajado del cableado). Siendo un Cuarto de Telecomunicaciones el mínimo permitido por el estándar por piso y recomendando su utilización para cubrir un área de no más de $1000m^2$. Para el caso en el que un piso no justifique la instalación de un cuarto de telecomunicaciones, se podrá brindar el servicio desde un piso adyacente.

La distribución por áreas sirve para establecer a que cuarto de telecomunicaciones serán enviados los cableados (en caso de contar con más de uno en el piso). La distribución de salidas por oficina puede ser determinada por el mínimo de servicios requeridos por área de trabajo (2 nodos por área de trabajo).

El saber si el diseño será fijo o flexible determinara el tipo de materiales a utilizar y el espacio a utilizar en los Cuartos de Telecomunicaciones, ya que en un diseño flexible las dimensiones del cuarto pueden ser menores mediante la implementación de puntos de interconexión intermedios.

A continuación se muestra una tabla de espacios recomendados para Cuartos de Telecomunicaciones:

Nombre	Espacio Recomendado	Funciones o Equipamiento	Organización Responsable
Cuarto de Entradas	3m x 3m	Entrada de Servicios Protección de Equipos Cableado del Proveedor Sensores y Alarmas	Propietario / Agente
Cuarto de Equipo Común	4m x 3m	Infraestructura de Red Equipos de Acceso Monitoreo de Energía Control de Clima Control de Luces Sensores y Alarmas	Propietario / Agente
Cuarto de Telecomunicaciones	3m x 2m	Infraestructura de Red Equipos de Acceso Sensores y Alarmas	Propietario / Agente

Tabla 3.1.- Espacios Recomendados TIA 569-B

Otro punto a considerar son las ubicaciones de las salidas de red que se utilizarán en el edificio, ya que esto permitirá una mayor funcionalidad en su utilización, por ejemplo en un área de trabajo la salida puede ser ubicada en la pared, para un punto de acceso inalámbrico sobre plafón, para una mesa de sala de juntas bajo piso. De no considerarse podrán encontrarse cableados que atraviesan una oficina de lado a lado, puntos inalámbricos instalados inadecuadamente (posición funcional), espacios de trabajo en grupo en los cuales no es posible el movimiento por miedo a una posible desconexión, etc.

Una vez definida topología física y la arquitectura de la red, el siguiente punto a definir son los sistemas de distribución de cableado. La distribución del cableado dentro un edificio o empresa se realiza por medio de una charola la cual es capaz de soportar el cableado distribuido a través de ella.

La generación de las rutas de distribución debe de seguir con los siguientes puntos:

- 1) Las rutas de distribución deberán realizarse por el pleno del edificio, en edificios comerciales.
- 2) En ambientes industriales las rutas de distribución deberán evadir a las zonas que puedan afectar el funcionamiento del cableado.

	Comercial	Industrial Ligero	Industrial
Mecánico	M1	M2	M3
Ingreso	I1	I2	M3
Climático / Químico	C1	C2	C3
Electromagnético	E1	E2	E3

Tabla 3.2.-Sistema de Clasificación MICE [Lounsbury 2008]

Esta tabla es utilizada para la clasificación de un área industrial en tres niveles: M1I1C1E1, M2I2C2E2 y M3I3C3E3. El nivel 1 es equivalente a un ambiente de edificio comercial, mientras que el nivel 3 corresponde a un ambiente típico industrial. La clasificación de los ambientes ayuda a determinar al diseñador que componentes son compatibles y que nivel de protección es necesario que estos tengan.

[Lounsbury 2008]

3.5.1 Entendiendo el Ambiente

Muchas compatibilidades o interferencias electromagnéticas (EMC/EMI) no pueden ser vistas, sentidas, o medidas sin el uso de dispositivos especiales. Incluso en muchas ocasiones pueden realizarse mediciones de niveles en las que no se puede definir si los parámetros obtenidos son normales o excesivos. Por esta razón se expondrán algunos casos y tablas de referencia, que nos permitirán lograr un mayor

entendimiento del ambiente en el que se encontrara nuestra infraestructura y así reducir los efectos negativos que pudieran presentarse en nuestra red.

Mecánicos (M).- En este entorno se puede utilizar el aislamiento como un medio para convertir un ambiente difícil M a otro más ligero. Por ejemplo en un proceso de fabricación de metal es muy común encontrar magnitudes significativas de impactos y vibraciones. Estos son causados por maquinas grandes y pesadas que pueden ir desplazando los módulos de salida del rack. La vibración causada por este tipo de maquinas provoca micro movimientos que eventualmente terminaran en una falla eléctrica de un conector o de un conmutador (por falta de contacto). La utilización de elementos que no están preparados para soportar los ambientes de vibración mecánica necesitara del aislamiento de los mismo del área en cuestión para no presentar problemas, aunque existe la alternativa de utilizar componentes que están preparados específicamente para este tipo de ambientes, permitiendo así el funcionamiento de los componentes.

Ingreso (I).- Para estos casos se puede aplicar el aislamiento de los materiales o la mejora en las propiedades de los mismos. En una fábrica de procesado de alimentos frecuentemente se tiene que realizar la limpieza el área, en este proceso se utilizan altas temperaturas, alta presión y agentes que pueden ingresar en los conectores y cables utilizados. Por lo cual existen dos formas de solucionar esta problemática: la primera se centra en la utilización de gabinetes y tuberías selladas que protejan el recorrido del cableado y la segunda implica la utilización de un cableado con forros mejorados que previenen el ingreso de líquidos tanto dentro del cable como en los conectores.

Climáticos / Químicos (C).- El uso de maquinaria y el pobre flujo de aire dentro de las instalaciones son los causantes de una elevada temperatura en los gabinetes de los equipos (alrededor de los 50 ° C o superiores). Acondicionar los gabinetes para convertir este ambiente en uno más apropiado puede resultar costoso y requerir de continuos mantenimientos, por lo que una alternativa seria la utilización de un equipo con características de trabajo donde el aire acondicionado no sea requerido.

Electromagnético (E).- El ruido en un área de manufactura es mucho mayor que en un ambiente de oficina normal. En este caso el aislamiento no es una opción viable debido a que no se obtiene costo beneficio significativo en la mitigación de ruido. En estos casos la opción más adecuada sería la utilización de componentes de cableado con características mejoradas que provean un adecuado funcionamiento en estas áreas y reduzcan la complejidad y el costo de la red. El cableado blindado o de fibra puede proveer suficiente atenuación al ruido, lo que permite tener un nivel de ruido aceptable.

[Lounsbury 2008]

A continuación se mostrara una tabla en la cual se exponen los posibles niveles de ambiente al que están sujetos las áreas de aplicación aquí descritas:

Área de Aplicación	Mecánicos	Ingreso	Climático	Químico	Electromagnético
Robótica	M3	I2-I3	C1, C2	C2, C3	E3
Backbone	M1	I1	C1	C1	E1
Isla de Automatización	M2, M3	I2, I3	C2, C3	C2, C3	E3
Piso de Fabrica Área de Trabajo	M1	I1, I2	C1	C1	E2
Fuera	M2, M3	I3	C3	C1, C2	E1, Excepto el rayo
Detrás de Aéreas de Maquinas	M2, M3	I2, I3	C2, C3	C2, C3	E2, E2
En gabinetes	M1	I1	C2, C3	C1	E2, E3
Transportador	M2, M3	I2, I3	C2	C1, C2	E2

Tabla 3.3.- Condiciones Ambientales Típicas [Lounsbury 2008]

- 3) Charolas de distribución principal: Deben de salir de los cuartos de telecomunicaciones, recorren los pasillos principales de todo el edificio y ser los de mayor capacidad.
- 4) Charolas de Distribución Secundarias: Deberán ser utilizadas para los recorridos de pasillos de oficinas internas, con menor capacidad de cableado.
- 5) Distribución en áreas de trabajo: Esta se realiza mediante la utilización de tubería conduit o canaletas cuando no hubo preparación previa. Esta va de la charola ya sea primaria o secundaria al lugar de trabajo del usuario.

Las Charolas para cable son estructuras rígidas para la contención de cables de Telecomunicaciones, utilizadas para soportar los cableados horizontales y verticales de un edificio. Existen varios tipos: Canal, Escalera, Fondo Solido, Fondo Ventilado, Espina, Ducto Cerrado, Malla Electro soldada, etc.

La charola de malla electrosoldada es un sistema de soportes para cables que se fabrica con hilos de acero de 3.9, 4.5 y 4.9 mm de diámetro. De acuerdo al ancho y peralte es como se usa el calibre del alambre. Los hilos de acero son electrosoldados formando una malla de 50 x 100 mm.



Figura 3.18.- Charola de Malla Electrosoldadas [Charofil]

Este tipo de charola presenta una amplia gama de accesorios que proporcionan una gran libertad de tendido por lo que logra adaptarse a las configuraciones más complejas y una extraordinaria rapidez de instalación, logrando así conjuntar economía y calidad en un mismo producto adquirido por la empresa.

Las dimensiones que se manejan son:

- Peralte: altura útil de la charola. Las medidas son de 33, 66 y 116 mm.
- Ancho de la charola:
 - Para peralte de 33 mm: 50- 300 mm.
 - Para peralte de 66 mm: 50- 700mm.
 - Para peralte de 116 mm: 150- 600 mm.

Es utilizada en todos los sectores de actividad, como lo son para obras públicas, construcciones navales, industrias químicas y farmacéuticas, equipamientos hospitalarios, construcción, transportes, energía, sector agroalimentario, etc. Se usa tanto en instalaciones eléctricas (alumbrado, señalización y control), como en telecomunicaciones y transmisión de datos.

Se instala en pisos, techos o plafones falsos, muros, por su versatilidad y resistencia, se encuentra en instalaciones comerciales e industriales y por sus diferentes acabados en recubrimientos, en todas las instalaciones aparentes.

Recubrimientos:

- Electrozincado “EZ” (interiores)
- Electrozincado “EZ tropicalizado” (interiores en playas)
- Inmersión en caliente “GAC” (exteriores, zonas altamente corrosivas)
- Inoxidable “Inox” (acero inoxidable)
- Epoxico “Epx” (pintura epóxica)

Ventajas

- Alta resistencia mecánica que ofrece el borde de seguridad.
- Mayor ventilación, ya que limita el calentamiento de los cables por ventilación natural.
- Bajo costo de mano de obra. Ahorro en tiempo para la instalación.
- Los cables pueden entrar o salir en cualquier punto de la charola a través de las mallas (parte superior, inferior o lateral) para derivarse a un tubo.
- Malla que soporta firmemente a los conductores y provee un adecuado anclaje de los mismos en trayectorias horizontales.
- La humedad no puede acumularse, por su estructura abierta, evita la acumulación de polvo y la proliferación microbiana. Facilita la limpieza.
- Alta disipación del calor.

[<http://www.charofilmancilla.com.mx/>]

3.5.2 Sistemas Contra Fuegos

Se refiere a una construcción específica de un sistema que consta de la aplicación de un material especial en algunos dispositivos de interconexión para intentar dejar fuera aperturas o puntos de penetración del fuego durante un incendio, por las cuales pudiera expandirse el mismo. Mediante la implementación de estos materiales que rellenan las aperturas en paredes o pisos donde se realizan orificios para el paso de cableados, tuberías, ductos o algún tipo de dispositivo terminal tal como las cajas de salida de servicios de datos, voz, energía eléctrica u otro tipo de servicio con el cual se pretende mitigar la expansión de fuego entre pisos u oficinas contiguas.

Con la implementación de estos sistemas se pretende evitar la expansión de incendios dentro de los inmuebles protegiendo así la vida de las personas que laboran dentro de ellos, limitando el daño sufrido por el inmueble y tratando de evitar que el fuego llegue al cuarto de equipos.

[<http://www.nfpa.org/>]

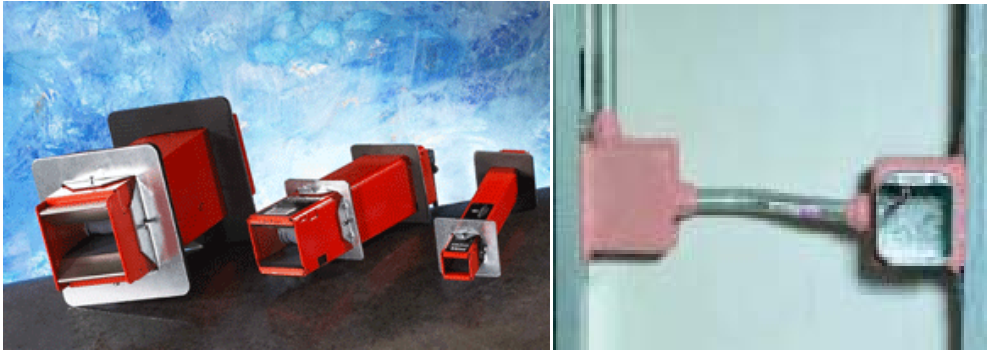


Figura 5.19.- Materiales Contra Fuego [<http://www.nfpa.org/>]

3.6 SISTEMA DE TIERRAS

La norma TIA/EIA-607 contiene todo lo referente a las recomendaciones de poner a tierra todos los elementos metálicos de canalización. Todas las puestas a tierra deberán seguir todos los códigos locales y/o nacionales.

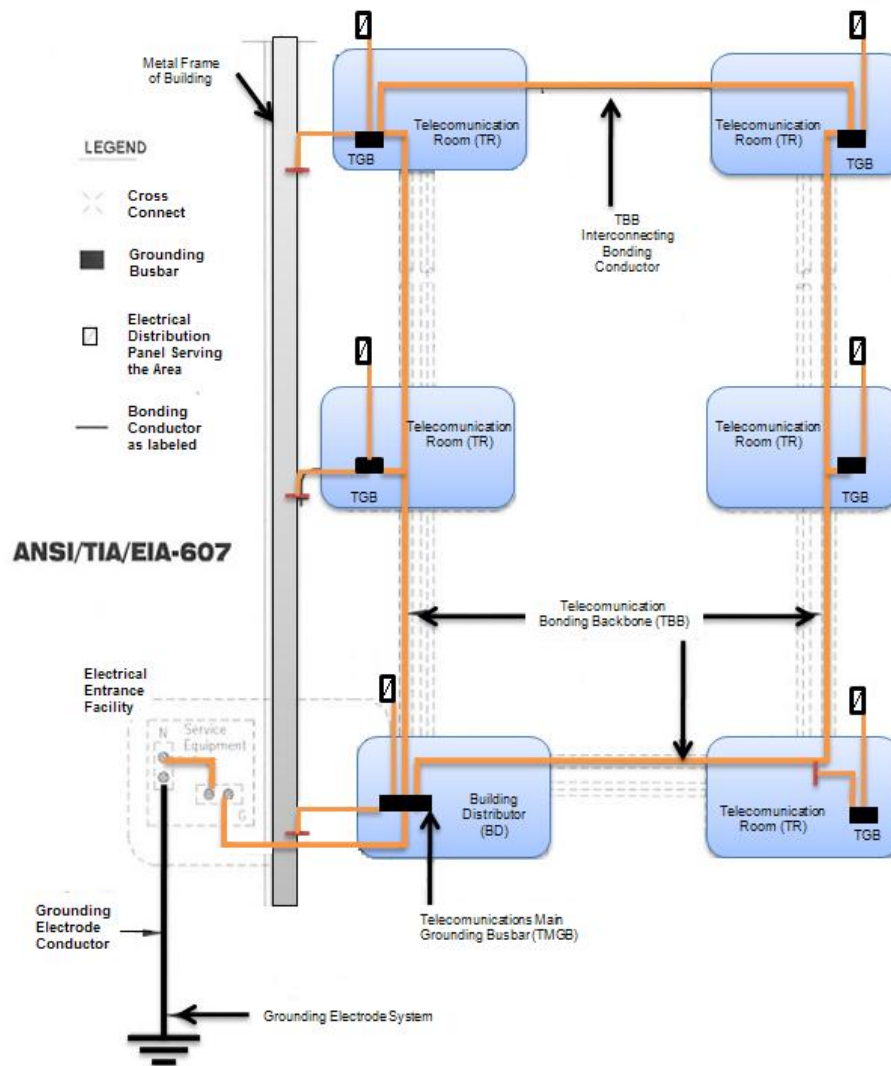


Figura 3.20.-Descripción del Sistema de Tierras [J-STD-607-A]

La tierra física ofrece una ruta de baja impedancia hacia la tierra física para limitar el voltaje que imponen la iluminación, las líneas de onda, el contacto no intencionado con líneas de voltaje más alto, la descarga electrostática (ESC) y la

diferencia electromagnética (EMI). Estos efectos pueden poner en riesgo al personal, dañar el equipo e interrumpir la transmisión de la señal.

Componentes de un sistema de tierras

En la siguiente figura se muestra un sistema de tierras para un edificio comercial, así como los componentes del mismo.

Telecommunications Main Grounding Busbar (TMGB)

Esta generalmente ubicado en el mismo lugar que el cuarto de cableado principal (MC/ER). Y sirve como extensión dedicado del sistema de electrodo de puesta a tierra del edificio. En una placa de cobre de 100mm de ancho por 6mm de espesor y longitud variable.

Telecommunication Bonding Backbone (TBB)

Es un conector aislado de cobre de 6 AWG forrado color verde de preferencia que sigue el recorrido del backbone e interconecta, el cuarto principal de cableado con los cross-connect horizontales e intermedios.

El recubrimiento metálico del backbone no debe ser utilizado como sustitución del TBB.

Telecommunication Grounding Busbar (TGB)

Es la barra de tierra ubicada en el armario de telecomunicaciones o en la sala de equipos, sirve de punto central de conexión de tierra de los equipos de la sala.

Debe ser una barra de cobre, de 6 mm de espesor y 50 mm de ancho mínimos. El largo puede variar, de acuerdo a la cantidad de equipos que deban conectarse a ella.

Si el edificio posee una estructura metálica, debe estar perfectamente aterrizada, ya que fácilmente son accesibles, se puede conectar cada TGB a la estructura metálica, con cables de diámetro mínimo 6 AWG.

Telecommunication Bonding Busbar (TBBIBC)

Cuando dos o más TBB son utilizados en un edificio, estos deben de estar interconectados mediante la implementación de un TBBIBC.

El TBBIBC debe ser un cable de cobre con cubierta verde calibre 3/0.

Los procedimientos para unir y poner a tierra una red de telecomunicaciones son bastante claros. El sistema de cableado y el equipo se conectan a tierra por los racks de equipo o canalizaciones metálicas. Éstos a su vez son conectados al TGB. El TGB se une a la barra principal de conexión a tierra de telecomunicaciones (TMGB por sus siglas en inglés) a través del backbone de unión de telecomunicaciones. Finalmente, el TMGB se conecta a la tierra del servicio principal por medio del conector de unión de telecomunicaciones. Actualmente los métodos, materiales y especificaciones adecuadas para cada uno de los componentes del sistema de unión y puesta a tierra de telecomunicaciones varían de acuerdo al sistema, tamaño de la red, capacidad y códigos locales.

Los equipos deben de conectarse a una barrilla de cobre que se adhiere a una barra del rack mediante un cable de 10 AWG. [J-STD-607-A]

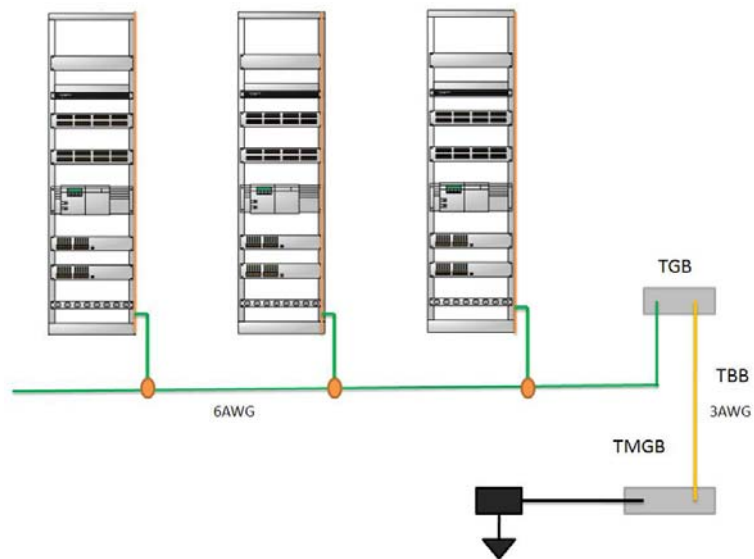


Figura 3.21.- Conexión a Tierra de un Cuarto de Equipos

Conclusiones:

Con la información proporcionada en este capítulo podemos concluir:

Las redes Ethernet generalmente utilizan una Topología en estrella.

La arquitectura más adecuada para implementar en un backbone es la distribuida, ya que es más barata su implementación en comparación con la centralizada.

El número de cuartos de telecomunicaciones puede variar en una instalación dependiendo del tamaño del área a cubrir, la demanda de servicios en el área y la estrategia utilizada para brindar el servicio (MUTO, CP o la utilización de un equipo de acceso en el área).

El mejor medio para la distribución de cableado en la actualidad es la charola de malla electro soldada, ya que brinda mayor flexibilidad en su manejo e implantación, además de que el tiempo de entrega es mucho menor al de los demás tipos de charola.

Es indispensable contar con un buen sistema de tierra física si se pretende utilizar cables blindados o tecnología 10gigabit, ya que esta tecnología es muy susceptible al ruido. Por lo que es recomendable la realización de un estudio de suela para la instalación de un sistema de tierras que permite ofrecer la menor resistencia posible al paso de una corriente o la obtención de un nivel de referencia cercano a 0 los Volts.

CAPITULO IV – BUSES DE CAMPO

4.1 INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo la industria ha ido avanzando en el control automatizado de los procesos, hasta lograr un grado de automatización muy alto en la mayoría de ellos. Este gran avance en la automatización de los procesos se ha debido en gran parte a las necesidades de la industria de buscar disminuir los costos de producción, ofrecer una mayor calidad de terminado y lograr satisfacer la demanda de sus productos, para así lograr un mayor nivel de competitividad en el mercado.

A finales de los 80's y principios de los 90's aparecen en el mercado nuevas opciones que cambian radicalmente el sistema de comunicación entre captadores, actuadores y el autómeta. Estas nuevas opciones son los buses de campo.

Un bus de campo sustituye al sistema de control E/S convencional por un cable. También difiere de las conexiones punto a punto, que sólo permiten el intercambio de datos entre dos dispositivos participantes.

Mediante un solo cable de comunicación serial el autómeta se conecta a los captadores y actuadores. Pero no solo se comunica con los captadores clásicos “todo o nada” y analógicos, sino también los denominados genéricamente inteligentes. Estos dispositivos pueden ser variadores de velocidad, controladores de robots, arrancadores, reguladores PID, terminales de visualización, sistemas de identificación e incluso autómetas programables y computadores industriales.

En el cableado clásico, para que el autómeta trabaje con dispositivos inteligentes como variadores de velocidad, se tienen que cablear varias entradas digitales, varias analógicas, una salida analógica y varias salidas digitales. Todo esto con un variador de velocidad.

Los buses de campo como Profibus, Interbus, Devicenet, Fipio, etc. Permiten el cableado de este tipo de dispositivos mediante un solo cable de comunicación.

Las modificaciones y ampliaciones de las instalaciones se pueden realizar fácilmente solo con ampliar el cable del bus y conectar los nuevos dispositivos. Los captadores y actuadores clásicos solo transmiten datos de entrada y reciben datos de salida. Pero los dispositivos inteligentes necesitan ser programados, configurados y probados.

[Piedrafita 2004]

4.2 BUSES DE CAMPO INDUSTRIALES

Los buses de campo se usan principalmente como un sistema de comunicación entre los sistemas de automatización y dispositivos de campo. Las aplicaciones basadas en buses de campo, en comparación con los sistemas tradicionales, reducen en un 40% el coste de cableado, configuración y mantenimiento. Solamente dos cables son necesarios para transmitir toda la información relevante en un proceso automatizado. No solamente los datos de entrada y salida de los captadores y actuadores, sino además los datos de parametrización, diagnóstico y programas de aplicación.

En la actualidad existen en el mercado una gran cantidad de buses de campo diferentes. Los buses de campo que se han impuesto en el mercado son los que están respaldados por las principales casas de autómatas, como son Profibus (Siemens), DeviceNet (Allen Bradley) y FIPIO (Telemecánica). Además de estos también se han creado buses como el AS-i e Interbus creados por otras empresas. [Piedrafita 2004]

Los buses FIPIO, Profibus e Interbus se pueden definir como buses de campo y célula, esto debido a que permiten la conexión de estaciones, captadores y actuadores.

El AS-i solo trabaja a nivel de captadores y actuadores, es un bus de campo que se puede utilizar como un sub-bus de los buses anteriores, razón por la cual se explicara mas a detalle posteriormente. El AS-i actúa como un simple nodo del bus de nivel superior.

A continuación se presentaran y se dará una descripción del funcionamiento de los buses de campo más utilizados en la industria.

4.2.1 Bus de Campo AS-i

El Bus AS-i es un sistema de trasmisión de datos y órdenes estándar para sensores y actuadores. El concepto AS-i surgió en el año 1990 por iniciativa de empresas en su mayoría fabricantes de sensores y actuadores. El objetivo del grupo

era definir un sistema de comunicación único para todos los fabricantes de sensores o actuadores, lo que permitió la denominación de AS-i (Actuador Sensor Interface). Dicho estándar permitía una descentralización de las funciones de inteligencia de los sensores y actuadores a nivel de las células de producción permitiendo un sencillo cableado con la unidad de control.

En 1992 se crea una asociación de empresas encargada de coordinar la producción de componentes AS-i de las distintas empresas, de dar a conocer el concepto y de extender certificados a los nuevos productos.

La misión de la asociación AS-i consiste en:

- Difundir el concepto AS-i a escala mundial
- Proporcionar al usuario información constante sobre trabajos relacionados con AS-i
- Trabajar en la elaboración de los perfiles y especificaciones AS-i
- Certificar los productos adaptados a las normas unificadas AS-i
- Gestionar la normalización de dichas normas

Estructura Interna del Bus AS-i

El AS-i es un bus para sensores y actuadores del tipo todo o nada con topología libre en línea, estrella o árbol, etc. El tiempo de respuesta del bus es muy breve, de menos de 5 ms de ciclo como máximo y una tasa de transferencia de 167 Kb. Permite realizar acciones inmediatas a nivel actuadores. El bus AS-i se puede conectar a autómatas programables dotados de modulo maestro AS-i o bien mediante módulos pasarela conectarlo a buses de nivel superior como son FIPIO, Profibus o Modbus.

Principales características y presentaciones:

- El bus AS-i es un bus de campo que permite reemplazar los múltiples cables para conectar los autómatas a los sensores y actuadores.
- El bus se maneja a través de un equipo maestro conectado a equipos esclavos.

- Puede conectar hasta 31 esclavos. Los esclavos pueden ser interfaces de bus que permitan conectar varios actuadores o sensores.
- Las especificaciones de los componentes conectables al bus imponen una caída de tensión máxima de 3 volts entre la alimentación y el último esclavo. Para respetar esta condición con una alimentación de 2 Amperes y dadas las características del cable, este no debe de medir más de 100 metros, pero se puede prolongar intercalando un repetidor en el cable.

Perfiles

De los maestros

Las especificaciones AS-i definen las funciones del bus AS-i:

- Lectura/escritura de las entradas/salidas.
- Modificación de los parámetros de los esclavos.
- Prueba del bus.
- Comprobación de los esclavos presentes con respecto a una configuración de referencia.

Para que resulten más económicos y fáciles de utilizar, muchos maestros AS-i solo realizan la función de lectura y escritura de las entradas/salidas.

De los esclavos

Cada uno de los esclavos conectados al bus AS-i se pueden identificar por su código identificador y su código de entrada/salida. Estos elementos determinan el perfil del esclavo.

La descripción detallada de los perfiles ofrece la ventaja de garantizar al usuario la posibilidad de intercambiar las funciones de los productos AS-i. Debido a que los equipos con el mismo perfil (destinados a la misma utilización) son intercambiables entre sí, independientemente del fabricante.

Componentes básicos del bus AS-i

Los sensores y actuadores desarrollados para el bus AS-i disponen de un circuito integrado específico ASIC (Application Specific Integrated Circuit) que se integra directamente al sensor o actuador.

El ASIC se encarga de realizar todas las funciones del sensor o actuador para proporcionar al maestro AS-i información sobre el estado de las entradas/salidas. Debido a su reducido tamaño, se puede integrar fácilmente dentro del sensor o actuador.

El bus AS-i admite hasta 31 esclavos. El esclavo AS-i viene equipado con el chip ASIC. Cada esclavo dispone de: 4 bits de entradas digitales, 4 bits de salidas digitales y 4 bits de parámetros.

Los parámetros de funcionamiento, datos de configuración, códigos de identificación y dirección se guardan en memoria no volátil. Los bits de entrada son adquiridos por el esclavo y enviados al maestro. Los bits de salida son transmitidos por el maestro AS-i a los esclavos.

Los bits de parámetros del esclavo permiten al maestro transmitir valores que no se interpreten como salidas. Estos parámetros se pueden utilizar para el control y comunicación de los modos de funcionamiento interno para los sensores y actuadores.

Terminal de direccionamiento.- A los sensores o actuadores que se les debe de configurar la dirección que tienen con el bus, es decir, su número de esclavo, esto se realiza mediante una terminal de direccionamiento.

Cable de bus.- El cable del bus transmite la información y la alimentación a 24 Volts de corriente continua para los sensores y actuadores, esta tensión deberá de ser proporcionada por una fuente de alimentación específica AS-i. El Cable consta de 2 hilos sin trenzar ni aplanar, de sección de 1.5 a 2.5 mm².

Tipos de cables:

- Cable AS-i

- Cable redondo estándar
- Cable de alimentación auxiliar negro AS-i



Figura 4.1.- Cable Plano AS-i [http://www.as-interface.net/]

El cable AS-i es un cable plano de dos conectores y en el perfil tiene una muesca que impide que se invierta la polaridad en la conexión de los componentes. Es de color amarillo y cada segmento puede tener una longitud máxima de 100m. Se puede añadir otro segmento si se implementa un repetidor que vuelva a generar la señal.



Figura 4.2.- Cable AS-i y Cable auxiliar [http://www.as-interface.net/]

El cable transmite las señales de corriente continua de 24 volts que alimenta a los sensores y actuadores, siempre que estos no consuman más energía de la que puede proporcionar la fuente de alimentación del bus.



Figura 4.3.- Modulo de Entrada/Salida AS-i [http://www.as-interface.net/]

La conexión de los componentes se realiza mediante tomas tipo vampiro que penetran en el cable. Si se desconecta el componente, el cable se auto-regenera.

Las propiedades físicas del recubrimiento permiten que los orificios hechos por las tomas tipo vampiro se cierren herméticamente cuando estas se retiran. Este tipo de recubrimiento llamado autocicatrizante permite que se pueda añadir o retirar componentes al bus con mayor facilidad. Este sistema aporta una mayor flexibilidad a las instalaciones, ya que permite modificar la posición de los sensores y actuadores para que se adapten a una configuración deseada para una maquina.

Fuentes de Alimentación.- Las fuentes de alimentación del bus AS-i son fuentes específicas. No se pueden utilizar fuentes de alimentación estándar. La fuente está equipada con un circuito desacoplador que permite superponer la tensión de alimentación a los datos del propio bus.

La distribución de esta potencia se realiza por los mismos hilos que los utilizados en el intercambio de datos, a no ser que sea necesaria una alimentación auxiliar. La alimentación auxiliar es necesaria cuando el consumo de los componentes del bus es alto, como pueden ser las derivaciones a motor. La alimentación auxiliar se realiza mediante un cable auxiliar AS-i negro.



Figura 4.4.- Fuente AS-i [<http://www.as-interface.net/>]

Repetidores.- Como ya se había mencionado la distancia máxima del bus AS-i es de 100m y la prolongación del bus mediante repetidores. El repetidor no amplía el número máximo de esclavos direccionables. Se pueden conectar esclavos de ambos lados del repetidor y se requiere fuente de alimentación.

Existe una separación galvánica entre ambos segmentos del cable de la interfaz AS-i. Dos LEDs indican la alimentación correcta para cada uno de los segmentos de la interfaz.



Figura 4.5.- Repetidor AS-i [http://www.as-interface.net/]

Topología del bus AS-i

La topología AS-i admite cualquier arquitectura (estrella, anillo, en árbol) y se pueden añadir ramificaciones desde cualquier punto sin que sean necesarios terminadores o adaptadores. Lo que permite realizar conexiones más directas entre el bus y los diferentes sensores o actuadores.

Los dispositivos se pueden ubicar en cualquier punto del cable sin restricciones (con excepción de la longitud máxima del cable), lo que permite una distribución óptima del cable.

Entre las topologías más utilizadas se destacan: La conexión en línea, conexión en estrella, conexión en árbol y la conexión en anillo. [Piedrafita 2004]

4.2.2 Bus de Campo FIPIO

Es un bus industrial abierto conforme a la norma FIP. La norma FIP está impulsada por fabricantes y organismos industriales franceses. El bus FIPIO está impulsado principalmente por el fabricante de autómatas Telemecanique.

El bus FIPIO necesita de un elemento para el manejo del bus, este elemento de control debe de ser un autómata de Telemecanique.

El bus permite que conecten hasta un máximo de 127 agentes. La dirección 0 está reservada al elemento de control del bus y la dirección 63 a la terminal de programación. El bus permite manejar un máximo de 32 agentes por segmento de bus.

Los dispositivos que se pueden conectar como agentes del bus FIPIO son:

- Autómatas TSX Micro o autómatas Premium.
- Módulos de entrada/salida distantes TBX todo o nada y analógicas.
- Modulos pasarela FIPIO / AS-i
- Entradas/Salidas momentum todo o nada, analógicas y especiales (contaje rápido)
- Variadores de velocidad
- Terminales de explotación y visualización
- Perfiles estándar FIPIO provenientes de desarrollos de otros fabricantes

El número de agentes también depende del equipo gestor, es decir, de la memoria RAM que dedique el equipo al manejar el sistema FIP. Dependiendo del tipo de agente conectado se ocupa más o menos memoria del sistema FIP.

En la terminal 63 se conecta la terminal de programación del bus. Mediante esta terminal se pueden acceder a todos los servicios, como son la carga y descarga de aplicaciones en los autómatas agentes, la configuración de módulos, excepto a la carga de la aplicación en el autómata de control del bus.

Configuración del bus gestor

En la configuración del autómata gestor hay que definir los equipos agentes que se conectan al bus.

El direccionamiento de los objetos entrada/salida utilizado en el bus FIPIO es topológico.

Comunicación con los Automatas Agentes

La comunicación entre el autómata de control del bus y los agentes del bus se realiza mediante las palabras de entrada %IW y de salida %QW. Estas palabras de entrada/salida son vistas por los autómatas agentes como palabras internas del tipo %MW. Cada autómata agente FIPIO utiliza 64 palabras consecutivas %WM para el intercambio de datos periódicos.

Los agentes se conectan por medio de una tarjeta de comunicaciones en cuya configuración se define el número de punto de conexión y la dirección de inicio de la tabla de 64 palabras para la comunicación con el autómata.

Servicios que suministra el bus FIPIO

Intercambio de estado.- De las variables de los canales de entrada/salida y de los controles de canales de salida, de forma cíclica y sin intervención del programa de aplicación.

Manejo de equipos remotos.- de forma acíclica y sin intervención del programa de aplicación.

UNI-TE.- servicio de peticiones punto a punto con informe: 128 bytes máximo; utilizable por todas las estaciones conectadas al bus FIPIO que soporten este servicio.

Seguridad.- Caracteres de control en cada tramo y acuse de recibido de mensajes punto a punto

Vigilancia.- Diagnóstico de los autómatas y de sus entradas/salidas locales y distantes.

La velocidad de transmisión del bus es de 1 Mbit/segundo. Debido a su elevado flujo el bus FIPIO no constituye en general un freno a las prestaciones de una aplicación.

Funcionamiento de comunicación del bus

Una vez configurado el modo FIPIO, el procesador busca los diferentes equipos de la aplicación según la configuración del bus definida mediante el software PL7-Pro. La característica de esta tabla da los siguientes resultados:

Las variables imagen de los valores de entrada y de los controles de salida de un equipo configurable son buscados lo más rápidamente posible en el bus, respetando los informes existentes entre los períodos de las diferentes tareas que utilizan estos equipos.

La aparición o desaparición de un equipo configurado se detecta en el bus en un tiempo máximo de:

- 100ms si la configuración consta de 2 a 16 equipos
- 200ms si la configuración consta de 17 a 32 equipos
- 400ms si la configuración consta de 33 a 64 equipos

La aparición o desaparición de un equipo no configurado se detecta en el bus en un tiempo máximo de 1 segundo.

Las variables de parametrización y de configuración de los equipos conectados al bus se transmiten a iniciativa del procesador, el volumen de intercambio está limitado a 5 variables por segundo.

Las transmisiones se realizan con una cadencia de 20 mensajes UNI-TE por segundo.

Topología

La topología del bus consiste en el enlace de equipos mediante el encadenamiento o derivación. El número de segmentos está limitado a 4 repetidores en cascada, es decir, a 5 segmentos en cascada. La longitud del bus es:

- 1km sin repetidor
- 5km con 4 repetidores eléctricos

- 15km con 4 repetidores ópticos

La distancia máxima entre repetidores es de 3km. El número máximo de repetidores es de 20.

Instalación Industrial Cableada Mediante FIPIO

Al utilizar FIPIO se pueden distribuir tanto las entradas/salidas digitales, como los variadores de velocidad, como las terminales de visualización. Se pueden utilizar entradas/salidas distantes. Los sensores serán cableados hilo a hilo a las entradas digitales del módulo y de las salidas a los actuadores. Los preaccionadores deberán situarse en armarios distribuidos o en las máquinas, en cambio los variadores de frecuencia deberán conectarse directamente al bus.

Otra opción existente es utilizar pasarelas de bus AS-i. Los sensores y actuadores de tipo todo o nada se conectarían al bus AS-i. Los variadores de velocidad y terminales de visualización se conectarían al bus FIPIO. [Piedrafita 2004]

4.2.3 Bus de Campo Interbus

Interbus es una red de sensores/actuadores distribuidos para sistemas de fabricación y control de procesos continuos. Es un sistema abierto de altas prestaciones, de topología en anillo.

El concepto básico de un bus abierto es permitir un intercambio de información entre dispositivos producidos por diferentes fabricantes. Las informaciones intercambiadas comprenden datos del proceso y parámetros. El formato de las informaciones está definido mediante un perfil 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, controles de soldadura, sistemas de identificación, etc.

Interbus no está soportado 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.

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

La comunicación entre dispositivos se realiza mediante el protocolo Interbus, el cual está reflejado en la norma DI 19258. Esta norma fija los protocolos de transmisión y los servicios necesarios para la transmisión de datos.

El Interbus utiliza el método de comunicación 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. Los niveles del modelo OSI que utiliza son: físico, enlace y aplicación.

Topología

La topología adoptada de Interbus es el anillo. Todos los dispositivos están conectados en un sistema de comunicación en lazo cerrado. Desde los dispositivos conectados al anillo principal, liberado por el maestro, se pueden conectar subanillos que estructuran el sistema completo. Las conexiones entre los anillos se realizan mediante módulos especiales denominados buses terminales.

Un detalle que distingue a Interbus de otros sistemas en anillo es que ambas líneas, la línea de envío y la línea de retorno de dato, pertenecen al mismo cable que pasa a través de todos los dispositivos conectados al bus. Lo que lleva a que tenga la misma apariencia física que una estructura en forma de árbol. El Interbus está basado en el estándar RS 485, cuya interfaz utiliza el método de transmisión por voltaje diferencial sobre un par trenzado. Debido a la estructura en anillo y a la necesidad de llevar la masa lógica a todos los dispositivos, la transmisión de datos se puede realizar a una velocidad de 500Kbits a una distancia máxima de 400 metros entre los dispositivos. Como cada dispositivo actúa como repetidor de señal permite que Interbus

alcance una distancia superior a los 13 Km. El máximo número de dispositivos conectados al bus es de 512, con un máximo de 4,096 puntos de entrada/salida.

La estructura punto a punto de comunicación de Interbus y su división en anillo principal y subanillos se adecúa 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 infrarojos, o bien a otros sistemas utilizando convertidores estándar disponibles en el mercado. La utilización de fibra óptica supone que la transmisión de datos estará libre de interferencias.

La estructura en forma de anillo añade al sistema dos ventajas fundamentales:

A diferencia de las redes en línea, el anillo permite el envío y la recepción de datos simultánea. Además la función de auto-diagnóstico se ve mejorada con la estructura en anillo. Si se produce un corto circuito en el bus de comunicación, al disponer de una estructura en anillo es posible la localización del fallo dado que la comunicación solo 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 de bus en línea.

Interfaz del Usuario

El protocolo y la topología característica de Interbus aseguran la integración del transporte cíclico de datos de entrada/salida y de los mensajes no cíclicos en un solo sistema, donde se tienen en cuenta y se realizan las demandas y necesidades del campo de los sensores y actuadores industriales. Estos son los prerequisites 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 del proceso deben de ser fácilmente accesibles para la aplicación de control en el autómatas o la PC industrial. Una tarea cíclica entre el maestro del bus actualiza continuamente los datos de entrada/salida y los suministra al sistema de control en forma de memoria de imágenes de entrada/salida.

Los datos y procesos pueden ser utilizados en un programa autómatas de forma idéntica a las entradas/salidas digitales clásicas.

En el caso de la programación de aplicaciones de control en la plataforma PC, los datos de proceso son accesibles por medio de interfaces de software estándar (DDE, OPC, Open Control, etc).

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. [Piedrafita 2004]

4.2.4 Bus de Campo PROFIBUS

La base del estándar de PROFIBUS fue el proyecto de investigación (1987-1990) por parte de AB, AEG, Bosch, Honeywell, Klockner-Moeller, Landis & Gyr, Phoenix Contact, Rheinmetall, RMP, SauterCumulus, Schleicher, Siemens y cinco institutos alemanes de investigación.

Actualmente Profibus cuenta con tres versiones FMS, DP y PA, y es uno de los mas aceptados en Europa. Las aéreas de aplicación incluyen la mayoría de las aplicaciones industriales gracias a las tres posibilidades que ofrece Profibus. Desde maquinas sencillas, pasando por aplicaciones a nivel célula, hasta nivel de proceso.

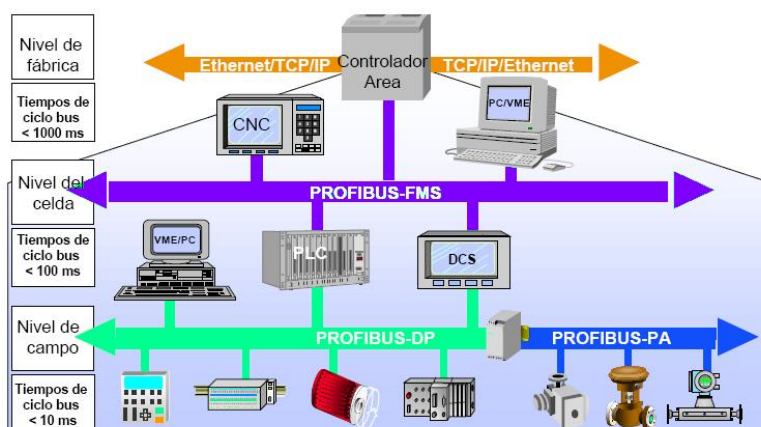


Figura 4.6.- Profibus [http://www.Profibus.com]

Las tres posibilidades de Profibus son:

Profibus DP – Periferia descentralizada

- Tiempos de reacción muy pequeños
- Transferencias de pequeñas cantidades de datos
- Conexión de equipos de campo, accionamientos, paneles de operación, autómatas programables y PC's.

Optimizado para la transmisión de señales a alta velocidad entre los sistemas de control automático y las entradas/salidas distribuidas. Permite también la transmisión serie de pequeños grupos de datos a periféricos inteligentes.

Mediante este bus los autómatas programables se comunican con los dispositivos de campo por medio de una comunicación tipo serie de alta velocidad.

La consulta de los módulos de entrada y la escritura de salidas se debe de realizar de forma cíclica, y en tiempos de ciclo de bus muy pequeños. Adicionalmente a las comunicaciones cíclicas, se permiten comunicaciones acíclicas con dispositivos de campo inteligentes para permitir la configuración, diagnóstico y el manejo de alarmas.

En profibus-DP se permiten sistemas con un solo maestro o multimaestro. Esto proporciona un alto grado de flexibilidad en la configuración de los sistemas. Hasta 126

dispositivos (maestros o esclavos) pueden ser conectados al bus. La descripción de la configuración del sistema consiste en el número de estaciones, la relación entre la dirección de la estación y las direcciones de entrada/salida, el formato de los datos de entrada/salida, el formato de los mensajes de diagnóstico y los parámetros del bus. Un sistema Profibus-DP puede contener tres tipos de dispositivos:

- DP Maestro Clase 1
Es el controlador central del bus, el cual intercambia información con los esclavos DP mediante mensajes cíclicos.
- DP Maestro Clase 2
Son sistemas de programación, dispositivos de configuración o paneles de control. Se utilizan durante la configuración del bus o en las operaciones de control y monitorización.
- DP Esclavo
Un esclavo es un dispositivo periférico que suministra información de entrada y recibe información de salida del maestro controlador del bus. También existen dispositivos que solamente suministran información de entrada o reciben información de salida. La cantidad de información de entrada/salida depende del tipo de dispositivo. Se permite un máximo de 246 bytes de entrada y 246 bytes de salida.

Cíclicamente el maestro recibe la información de entrada procedente de los esclavos y cíclicamente escribe la información de salida hacia los esclavos. El tiempo de ciclo del bus debe ser más corto que el tiempo de ciclo de la tarea del autómeta. Para muchas aplicaciones de autómeta el tiempo de ciclo suele estar en torno a 10 milisegundos.

Profibus-DP, cuando la velocidad del bus es de 12 Mbits/segundo, requiere solamente un milisegundo para la transmisión de 512 bits de entrada y 512 bits de salida. El tiempo de transmisión depende del número de estaciones conectadas al bus y de la velocidad de transmisión.

La alta velocidad de transmisión en comparación con Profibus-FMS se consigue por la utilización de un solo mensaje para la transmisión de los datos de entrada y salida.

Profibus FMS – Mensaje de especificación del bus de campo

Es la solución adoptada para la comunicación a nivel célula. En este bus se realiza la interconexión en red de los autómatas programables, supervisores de proceso, paneles de operación, etc.

La comunicación en Profibus-FMS está orientada a objetos, siguiendo el modelo cliente-servidor, garantizando la seguridad de la transmisión y la imposibilidad de lectura, escritura simultánea sobre el mismo objeto.

Los servicios suministrados por Profibus-FMS permiten un amplio rango de aplicaciones, pudiendo ser utilizado en tareas de comunicaciones largas y complejas.

Servicios en Profibus-FMS:

- Conexión-Desconexión de entidades lógicas de comunicación.
- Lectura y escritura de variables.
- Carga y lectura de áreas de memoria
- Depuración, arranque y paro de programas de aplicación.
- Transmisión de mensajes de baja prioridad
- Peticiones de identificación e indicación de estado

Las comunicaciones se pueden establecer en Profibus-FMS:

- Comunicación maestro/esclavo.
- Comunicación maestro/esclavo para transferencia de datos cíclica o acíclica.
- Comunicación maestro/esclavo para la transferencia de datos cíclica o acíclica a petición del esclavo.

Se pueden transmitir hasta 240 bytes en cada servicio de comunicación.

Profibus-PA

Este bus está diseñado específicamente para automatización de procesos continuos. Permite la conexión en una simple línea de bus de dos cables de equipos de campo, actuadores, autómatas programables y reguladores PID industriales. Permite la transmisión de datos y de potencia en el cable del bus. Esta especialmente diseñado para aplicarse en sistemas con riesgo de explosión.

Este bus permite la realización de operaciones de mantenimiento y la conexión/desconexión de dispositivos sin efectos colaterales en el bus. Profibus-PA ha sido diseñado en colaboración con la industria de control de procesos continuos y reúne los requerimientos de esta área de aplicación:

- Perfiles únicos en los dispositivos de automatización de procesos e intercambiabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes.
- Conexión y desconexión de dispositivos del bus sin influencia sobre otros dispositivos.
- Comunicación transparente entre segmentos de bus Profibus-PA en automatización de proceso y segmentos Profibus-PD en automatización de manufactura.
- Alimentación remota y transmisión de datos sobre los mismos dos hilos.
- Aplicable en áreas con riesgo de explosión con seguridad intrínseca.

Dispositivos de campo

- Dispositivos de entrada/salida (digitales, análogos y funcionales)
- Paneles de operador y visualizadores
- Control de motores (variadores de frecuencia, servomecanismos, control de motor paso a paso, arrancadores)
- Medida y adquisición de datos (encoders, sensores, sistemas de pesaje y dosificación de productos)
- Sistemas de identificación (plots de lectura/escritura, lectores de códigos de barra, escáneres)

- Controladores de alto nivel (controlador de posición, sistemas de soldadura, controladores de robot, controladores multiprocesadores, controladores de esfuerzo)
- Sistemas de control de lazo cerrado (controladores de proceso, dispositivos de dosificación)
- Dispositivos neumáticos
- Dispositivos hidráulicos

[Piedrafita 2004]

4.2.5 DeviceNet

Bus basado en CAN. Su capa física y capa de enlace se basan en ISO 11898, y en la especificación de Bosh 2.0. DeviceNet define una de las más sofisticadas capas de aplicaciones industriales sobre bus CAN.

DeviceNet fue desarrollado por Allen-Bradley a mediados de los noventa, posteriormente pasó a ser una especificación abierta soportada en la ODVA (Open DeviceNet Vendor Association), Cualquier fabricante puede asociarse a esta organización y obtener especificaciones, homologar productos, etc.

Es posible la conexión de hasta 64 nodos con velocidades de 125 Kbps a 500 Kbps en distancias de 100 a 500 m.

Utiliza una definición basada en orientación a objetos para modelar los servicios de comunicación y el comportamiento externo de los nodos. Define mensajes y conexiones para funcionamiento maestro-esclavo, interrogación cíclica, "strobing" o lanzamiento de interrogación general de dispositivos, mensajes espontáneos de cambio de estado, comunicación uno-uno, modelo productor-consumidor, carga y descarga de bloques de datos y ficheros etc.

DeviceNet ha conseguido una significativa cuota de mercado. Existen una gran cantidad productos homologados y se indica que el número de nodos considerable.

Está soportado por numerosos fabricantes: Allen-Bradley, ABB, Danfoss, Crouzet, Bosh, Control Techniques, Festo, Omron, .etc. [Kaschel]

4.2.6 Foundation Fieldbus

Un bus orientado sobre todo a la interconexión de dispositivos en industrias de procesos continuos. Su desarrollo ha sido apoyado por importantes fabricantes de instrumentación (Fisher-Rosemount, Foxboro, etc). En la actualidad existe una asociación de fabricantes que utilizan este bus, que gestiona el esfuerzo normalizador, la Fieldbus Foundation. Normalizado como ISA SP50, IEC-ISO 61158 (ISA es la asociación internacional de fabricantes de dispositivos de instrumentación de proceso).

En su nivel H1 de la capa física sigue la norma IEC 11158-2 para comunicación a 31,25 Kbps, es por tanto, compatible con Profibús PA, su principal contendiente. Presta especial atención a las versiones que cumplen normas de seguridad intrínseca para industrias de proceso en ambientes combustibles o explosivos. Se soporta sobre par trenzado y es posible la reutilización de los antiguos cableados de instrumentación analógica 4-20 mA. Se utiliza comunicación síncrona con codificación Manchester Bifase-L.

La capa de aplicación utiliza un protocolo sofisticado, orientado a objetos con múltiples formatos de mensaje. Distingue entre dispositivos con capacidad de arbitraje (Link Master) y normales. En cada momento un solo Link master arbitra el bus, puede ser sustituido por otro en caso de fallo. Utiliza diversos mensajes para gestionar comunicación por paso de testigo, comunicación cliente-servidor, modelo productor consumidor, etc. Existen servicios para configuración, gestión de diccionario de objetos en nodos, acceso a variables, eventos, carga descarga de ficheros y aplicaciones, ejecución de aplicaciones, etc. La codificación de mensajes se define según ASN.1

El nivel H2 (dos) está basado en Ethernet de alta velocidad (100 Mbps) y orientado al nivel de control de la red industrial. [Kaschel]

4.3 ANÁLISIS DE BUSES SE CAMPO

Debido a la falta de estándares, diferentes compañías han desarrollado diferentes soluciones, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación. En una primera clasificación tenemos los siguientes grupos:

4.3.1 Buses de Alta Velocidad y Baja Funcionalidad

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas.

Algunos ejemplos son:

- CAN: Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.
- SDS: Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN
- ASI: Bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

4.3.2 Buses de Alta Velocidad y Funcionalidad Media

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio.

Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PCs para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema.

Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la interoperabilidad de dispositivos de distintos fabricantes.

Algunos ejemplos son:

- DeviceNet: Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.
- LONWorks: Red desarrollada por Echelon.
- BitBus: Red desarrollada por INTEL.
- DIN MessBus: Estándar alemán basado en comunicación RS-232.
- InterBus-S: Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

4.3.3 Buses de Altas Prestaciones

Son capaces de soportar comunicaciones en todos los niveles de la producción CIM. Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen. La capa de aplicación tiene un gran número de servicios a la capa de usuario, habitualmente un subconjunto del estándar MMS (Manufacturing Message Specification).

Entre sus características incluyen:

- Redes multi-maestro con redundancia.
- Comunicación maestro-esclavo según el esquema pregunta-respuesta.
- Recuperación de datos desde el esclavo con un límite máximo de tiempo
- Capacidad de direccionamiento unicast, multicast y broadcast,
- Petición de servicios a los esclavos basada en eventos.
- Comunicación de variables y bloques de datos orientada a objetos.
- Descarga y ejecución remota de programas.
- Altos niveles de seguridad de la red, opcionalmente con procedimientos de autenticación.
- Conjunto completo de funciones de administración de la red.

Algunos ejemplos son:

Profibus, WorldFIP, Fieldbus Foundation y el Ethernet Industrial

4.3.4 Buses para Áreas de Seguridad Intrínseca

Incluyen modificaciones en la capa física para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmósferas explosivas. La seguridad intrínseca es un tipo de protección por la que el componente en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito eléctrico o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito producidos en las condiciones de prueba establecidas por un estándar (dentro del cual figuran las condiciones de operación normal y de fallo específicas) no puede ocasionar una ignición. Algunos ejemplos son HART, Profibus PA o WorldFIP.

[<http://www.isa.uniovi.es>]

Conclusiones:

Hace algunos años el hablar de la tecnología Ethernet para el control de procesos era hablar de una tecnología poco funcional para este tipo de aplicaciones. Con el paso del tiempo esta tecnología ha ido evolucionando y madurado a tal grado que el día de hoy puede ofrecernos no solo la aplicaciones hacia algunos dispositivos como sensores o actuadores a nivel bus de campo, sino una solución de control distribuido a nivel global. La principal ventaja de utilizar sistemas de control basados en tecnología Ethernet radica en el manejo que le puede dar a la información obtenida en cualquier parte o área del proceso de producción, además de la confiabilidad que tiene este tipo de red y la infraestructura que esta maneja. A nivel bus de campo el Ethernet industrial debe enfocarse al control de dispositivos inteligentes o más críticos, ya que con su implementación se busca la reducción del cableado necesario entre el equipo de control y los elementos de área, además del alto costo que generaría una implementación de este tipo.

CAPITULO V – ETHERNET INDUSTRIAL

5.1 INTRODUCCIÓN

La utilización de tecnologías de Internet en el mundo empresarial y en los sistemas de comunicación se ha ido incrementando en los últimos años de manera exponencial. De tal forma que las empresas han ido implementando estas tecnologías en sus intranets, esto en base a la aceptación mundial del protocolo de comunicaciones TCP/IP, la estandarización de los dispositivos y el lenguaje de desarrollo.

El principal objetivo de esta tecnología consiste en disponer de la información en un tiempo real o preciso para la acertada toma de decisiones en una empresa, buscando conseguir que los datos se transmitieran de una manera más fácil, confiable y cumpliendo con las necesidades en los tiempos de respuesta.

En el entorno industrial también se han reconocido las ventajas de las tecnologías de bus y las soluciones de red. Siendo así, que en los años 90 del siglo pasado se desarrollaron numerosos estándares de buses de campo, pero estos eran tan específicos y asociados a un fabricante que no eran compatibles entre sí. Visto desde el grado de madurez técnica, hoy en día estos sistemas no presentan problemas, pero por supuesto al seleccionar un sistema de bus de campo, el usuario está limitado a uno o a unos pocos fabricantes. Siendo así, que cambiar de sistema supone muchos gastos y que además del costo de formación de los trabajadores el cual constituye también un aspecto esencial.

La tecnología del Ethernet Industrial actualmente se perfila para ser el estándar dominante en las industriales, tanto en alto como en bajo nivel. Con un estándar técnico universalmente válido como base, los fabricantes pueden intercomunicar redes generales con las instalaciones y/o componentes de las redes industriales existentes.

5.2 FUNCIONALIDAD DEL ETHERNET INDUSTRIAL

Desde muchos ámbitos se ha puesto en duda la capacidad de Ethernet para lograr niveles de rendimiento determinísticos exigidos por las aplicaciones de control de procesos industriales en tiempo real. En los últimos años se han producido avances en los estándares de Ethernet, especialmente en ámbitos de determinismo, velocidad y prioridad. Actualmente existen menos motivos para que Ethernet no se utilice para crear soluciones de bus de campo deterministas que sean abiertas y reduzcan los costos de instalación.

En las redes de Ethernet básicas los participantes están conectados en bus mediante un cable coaxial por conexiones T o un Hub o concentrador, en este esquema los datos viajan en ambos sentidos desde el origen. Teniendo como desventaja que si el cable llega a trozarse en cualquier punto el sistema falla completamente, esto debido a que la ruptura causa un ruido excesivo sobre el bus, y los nodos son incapaces de determinar si la red está disponible o no. Por lo que esta topología es usada generalmente como backbone para interconectar otras secciones de redes.

En Ethernet también se puede adoptar la topología en estrella mediante la utilización de un concentrador (hub) o un conmutador (switch). En esta topología la falla de un nodo no afecta a los demás. Teniendo como limitante una distancia máxima de 100 metros entre el nodo y el concentrador/conmutador.

La misión del concentrador consiste en enviar los datos recibidos en un puerto a todos los puertos. El acceso al medio se produce por el método CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones), donde cada estación puede tomar la iniciativa para realizar la comunicación en cualquier momento, el único requisito es que la red no esté ocupada para comenzar a transmitir datos. Teniendo como desventaja de un ancho de banda limitado y repartido entre los dispositivos conectados al concentrador, además de utilizar un modo de transmisión half-duplex, es decir, la transmisión y la recepción la realiza por el mismo canal. Un concentrador no es un dispositivo inteligente, simplemente retransmite lo que llega por un puerto a todos

los demás sin analizar a que estación estaba destinada la trama enviada, lo cual disminuye el desempeño de la red.

La utilización de este dispositivo no es recomendable en una red industrial, la única ventaja que presenta es su bajo precio y la facilidad en su instalación, ya que no requiere configuración.

Para garantizar la comunicación en tiempo real de una red industrial debe de utilizarse un conmutador. Estos dispositivos realizan una función similar a la de un concentrador sin embargo a diferencia de ellos si tienen la capacidad para analizar la trama que reciben y enviarla solo al destinatario mejorando así el desempeño de la red. Otra diferencia importante radica en los modos de comunicación que utilizan ya que un conmutador puede establecer conexiones en modo half-duplex o full-dúplex mejorando la velocidad de envío de paquetes al enviar y recibir por canales individuales, brindando así una conexión sin colisiones. Las velocidades que maneja un conmutador actualmente van de 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps, 40Gps hasta 100Gb dependiendo del medio de transmisión y la tecnología implementada.



Figura 5.1.- Switch Industrial [Cisco]

La utilización de conmutadores enlazados por medio de fibra óptica asegura la transmisión en zonas con alto grado de interferencia electromagnéticas. Para realizar la conversión eléctrica a óptica se utilizan diferentes transceptores dependiendo de las velocidades, las distancias necesarias y del tipo de fibra implementado.

Generalmente en las redes de datos dentro de un edificio se utilizan topologías en estrella, ya sea centralizadas o distribuidas y las redundancias implementadas

pueden llegar a representar un doble enlace o una malla entre equipos. Debido a su funcionalidad en la industria se han adoptado topologías como es el anillo, el cual puede ser doble o sencillo. Sin embargo en la actualidad el funcionamiento de la tecnología Ethernet tanto en el cobre como en la fibra se puede manejar el modo full-duplex, ya que el cableado comercial de ambos tipos cuenta como mínimo con un canal para la transmisión y otro para la recepción. Por lo que al hablar de un anillo simple, estamos hablando de un enlace de cobre que solo soportaba comunicaciones half-duplex, mientras que al hablar de un anillo doble nos referimos a un enlace full-duplex. La ventaja que presenta una topología en anillo en Ethernet actualmente se da por la redundancia que ofrece al sistema, ya que si llega a perderse la comunicación por uno de los enlaces la comunicación puede establecerse por el lado opuesto, además de que esto puede representar una ventaja económica para la empresa ya que la instalación de los cableados se realiza de una estación a otra reduciendo el material utilizado.

[Piedrafita 2004]

El funcionamiento de una topología en anillo en una red Ethernet ha cambiado un poco respecto a la forma en que funcionaba en las tecnologías anteriores, ya que al hablar de un anillo en Ethernet realmente estamos hablando de una redundancia en el sistema. Como se muestra en la figura se pueden plantear varios escenarios para la implementación de este tipo de topología, sin embargo, en todos los escenarios presentados se establece un enlace principal y un enlace secundario mediante la implementación del Spanning Tree Protocol, donde la funcionalidad de la red realmente se hace solo en un sentido lineal del anillo, dejando el sentido inverso para la tolerancia a fallas presentadas en algún enlace o equipo del sistema.

5.3 MEDIOS DE TRANSMISION

5.3.1 Par Trenzado de Cobre (UTP)

El cable de cobre es uno de los más utilizados en los sistemas de cableado, este está conformado por grupos de dos conductores aislados trenzados esto con el fin de lograr una transmisión balanceada. El Star Quad formado por cuatro conductores aislados trenzados, es el más utilizado y es llamado “Cable Balanceado” por la ISO o “Par Trenzado” por la TIA/EIA. Los cables son generalmente de 100 a 120 omhs y de 22 a 24 AWG.

El cable de par trenzado puede soportar una amplia gama de aplicaciones como son la trasmisión de voz, video, datos, entre otros lo que lo hace un medio de transmisión muy versátil. El número de pares utilizados puede variar dependiendo de la aplicación y pueden utilizarse para transmitir tanto señales digitales como analógicas. Las frecuencias que pueden manejar van hasta los 600Mhz utilizando el conector RJ45.

Los tipos de par trenzado son:

- Unshielded Twisted Pair (UTP).- Par trenzado de cobre sin blindaje.
- Shielded Twisted Pair (STP).- Par trenzado de cobre con blindaje.

Existen diferentes tipos de Par trenzado con blindaje como son:

- Shielded Twisted Pair (STP).- Es un cable de solo dos pares, posee un blindaje por medio de una malla conductora, la cual sirve para la protección de interferencias exteriores.
- Screen Twisted Pair (ScTP).- Es la versión de STP de 4 pares. La desventaja de este tipo de cables es su elevado costo y su difícil manejo para la instalación.
- Foil Twisted Pair (FTP).- Cable de 4 pares cubierto por una malla de aluminio, es el punto intermedio entre el STP y el UTP, ya que posee protección contra interferencias externas, su costo no es tan elevado y su manejo es más sencillo que el STP.

Los cables apantallados son únicamente efectivos en la prevención de la radiación si se asegura que toda la pantalla esta puesta a tierra, pero además se necesita dar la continuidad a la tierra en el terminal, por lo que la toma también debe tener la conexión de las tierras en perfecto estado. Además exigen que la continuidad de la pantalla se conserve también en los cables de parcheo. La atenuación de este tipo de cables aumenta a altas frecuencias, lo que plantea un problema para las nuevas tecnologías.

Se podría pensar que las ventas del FTP o STP deben ser mayores que las proporcionadas por el UTP, ya que además del balanceo de carga incluyen el apantallamiento. Esta percepción es falsa ya que, al añadir la pantalla se crean capacitancias parasitas entre cada uno de los pares y la pantalla desbalancea el conjunto del cable.

Estimación de la Longitud del Cable

Es importante realizar una estimación de la longitud del cable que se utilizara en una instalación. Este dato puede obtenerse con la siguiente fórmula:

$$\frac{LL + SL + 4CH}{2} \times N$$

- *LL = Longitud del cable más largo*
- *SL = Longitud del cable más corto*
- *4CH = 4 Veces la altura del techo*
- *N = Numero de nodos*

[AMP NetConnect]

Clases y Categorías del Cableado

Existen ciertas equivalencias entre los estándares ISO y los TIA/EIA referentes a la funcionalidad del cableado.

- Las Clases especifican la funcionalidad de un enlace o canal de extremo a extremo.
- Las Categorías especifican el funcionamiento de componentes individuales.

Clasificación del Cableado

La norma ISO especifica las siguientes Clases para el Cableado Balanceado:

Clase	A	B	C	D	E	EA	F	FA
Frecuencia	100KHz	1MHz	16MHz	100MHz	250MHz	500MHz	600MHz	1GHz

Tabla 5.1.- Clasificación ISO

En donde los enlaces y canales de una clase dada soportara todas las aplicaciones de las clases inferiores.

Categorías del Par Trenzado de Cobre

La norma TIA/EIA especifica las siguientes categorías para el cableado de par trenzado de cobre:

Categoría	1	2	3	4	5	5e	6	6a	7
Frecuencia	100 KHz	1 MHz	16 MHz	20 MHz	100 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	600 MHz
Tasa de transferencia	1 Mbps	4 Mbps	10 Mbps	+10 Mbps	100 Mbps	+100 Mbps	1 Gbps	10 Gbps	+10 Gbps

Tabla 5.2.- Categorías de Cableado TIA/EIA

En donde los cableados de una categoría dada soportaran todas las aplicaciones de las categorías inferiores. [TIA/EIA 568]

Tipos de Cubierta

Los cables poseen una cubierta termoplástica y también una vaina termoplástica. Según la National Electrical Code (NEC) se clasifican en CM, CMR, CMP y LSZH.

Cableado Horizontal (CM).- Es el cableado general para un edificio, el cual no es ni Plenum ni Riser. Este tipo de cableado es muy poco utilizado, debido a que presenta una diferencia muy pequeña en costo en comparación con el Riser, el cual es un poco más robusto permitiendo así una tensión mayor sobre el cableado.

Cableado Riser (CMR).- Se le llama riser porque es utilizado para realizar las instalaciones del cableado vertical, es decir, el cableado de backbone de un edificio. Se refiere al cable UTP con cubierta de PVC, el cual debido a su flexibilidad, facilita su manejo e instalación.

Cableado Plenum (CMP).- Se llama plenum porque es el cableado diseñado para distribuirse por el pleno de un edificio. El Pleno es un espacio existente entre el techo falso y el piso de arriba, es utilizado para la circulación del aire frío y caliente a través del edificio. Este cableado tiene que cumplir con ciertas normas de seguridad como es la resistencia al fuego y la mínima producción de humo, debido a que cualquier humo o gas en el plenum puede mezclarse con el aire que se respira en el edificio.

También puede ser usado para cableado vertical, sin embargo, no es utilizado debido a su mayor costo y dificultad para el manejo por la cubierta especial que maneja.

Cableado Bajo Humo Zero Halógeno (LSZH).- Se refiere al cableado de alta seguridad el cual se puede dividir en dos tipos: resistentes al fuego y no propagadores de incendio. Los resistentes al fuego son aquellos que mantienen el servicio durante y después del fuego, mientras que los no propagadores son aquellos que se auto extinguen cuando la llama que les afecta se les retira o apaga. Este tipo de cableado no produce gases tóxicos.

Cloruro de Polivinilo (PVC).- Es un tipo de plástico utilizado para construir el aislante y la clavija del cable en la mayoría de los tipos de cable coaxial. El cable coaxial de PVC es flexible y se puede instalar fácilmente a través de la superficie de una oficina. Sin embargo, cuando se quema, desprende gases tóxicos. [Panduit 2008]

Conectores

- **RJ-45**



Figura 5.2.- Conector RJ-45 [AMP NetConnect]



Figura 5.3.- Conector RJ-45 Sellado (IP67) [Panduit]

- **M12-4 D Coded**

Este no es tan simple como el conector modular de ocho vías. Está compuesto de varias partes como se muestra en la siguiente figura:



Figura 5.4.- Conector M12 [Lounsbury 2008]

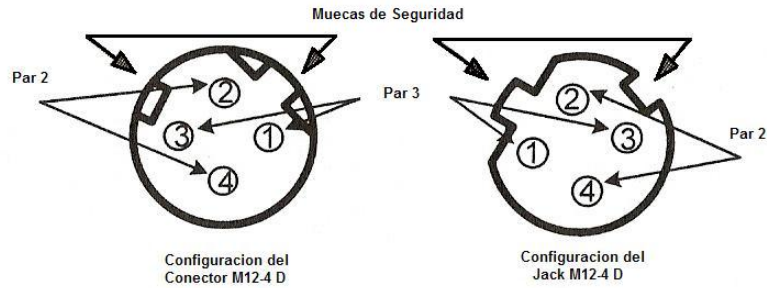


Figura 5.5.- Configuración del Conector y Jack M12-D [Lounsbury 2008]

- **Conector Tera**

Es el conector para cableados Clase F, los cuales operan a frecuencias de hasta 1 GHz y alcanza velocidades superiores a los 10Gbps. La clase F soporta puede soportar la utilización de varias redes simultáneas como puede ser: la línea telefónica análoga, el Ethernet de alta velocidad y el video mediante un solo conector (4 pares de cables).



Figura 5.6.- Conector Tera

Área de Aplicación	Medio	ScTP	Altas Temperaturas	Construcción del Cable	Propiedades del Forro	Numero de Pares	Conector
Robótica y Maquinaria en Movimiento	Cu/POF	Opcional	Si	Multifilar de Alta Flexibilidad	Protección al Agua, Residuos de Soldadura, Resistencia al Aceite	2	M12-4 D coded. Sellado
Backbone	Cu/Fibra	No	No	Solido / Multifilar	PVC Estándar	4	Modular de 8 vías, sellado y sin sellar
Isla de Automatización	Cu/Fibra		Si	Multifilar	Resistente al Aceite	2 o 4	Sellado
Piso de Fabrica Área de Trabajo	Cu	No	No	Multifilar	PVC Estándar	2 o 4	Protección de Polvos
Fuera	Fibra	No	Si	Usualmente se usa junto a un cable mensajero	Protección al agua y a los rayos UV	Como sea necesario	Sellado
Detrás de Áreas de Maquinas	Cu/Fibra	No	No	Solido / Multifilar	Resistente al Aceite	2	M12-4 D coded, Sellado
En Gabinete	Cu/Fibra	Opcional	No	Multifilar	NA	2 o 4	Modular de 8 vías y M12-4 D coded
Transportador	Cu	No	No	Multifilar	Protección al agua, Resistente al Aceite	2	M12-4 D coded, sellado

Tabla 5.3.- Recomendaciones de Cableado por Aplicación [Lounsbury 2008]

5.3.2 Fibra Óptica

La fibra óptica es un conductor de ondas en forma de filamento, generalmente de vidrio, aunque también puede ser de materiales plásticos. La fibra óptica es capaz de dirigir luz a lo largo de su longitud usando la reflexión total interna. La luz que se emite a través de ella es por una fuente LASER, VCSEL o LED.

La fibra es utilizada ampliamente en redes de telecomunicaciones principalmente como backbone, esto debido a la gran cantidad de datos que puede manejar (superior a 10Gb/s) y a las distancias que puede alcanzar (hasta 100km).

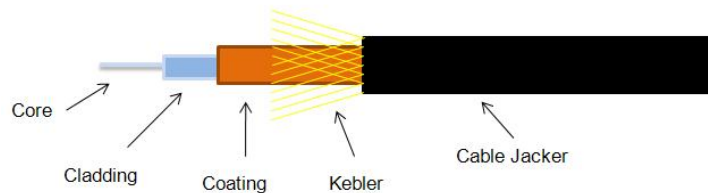


Figura 5.7.- Componentes de una Fibra Óptica

Índice de refracción de la fibra: el núcleo y el recubrimiento presentan índices de refracción diferentes. El comportamiento de la fibra depende de ellos.

Fibra de índice escalonado: el núcleo y el recubrimiento presentan índices de refracción muy diferentes.

Fibra de índice gradual: el índice de refracción del núcleo no es único y decrece cuando él se desplaza del núcleo a la cubierta. El tipo de fibra permite reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo.

Dispersión modal: fenómeno negativo que se produce en las fibras multimodo, y que se origina porque las diferentes velocidades de propagación de los modos, hacen que estos no lleguen a su destino al mismo tiempo. El efecto de la dispersión modal en un pulso cuadrado es el suavizado y ensanchamiento del mismo. Este es el motivo por el cual las distancias de utilización de la fibra multimodo se reducen. Esto puede apreciarse mejor en la figura anterior.

Tipos de Fibra Óptica

Multimodo.- Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de distancia corta, menores a 1 km; Sus diseños de implementación son simples y su utilización resulta económica, principalmente porque la tecnología electrónico/óptica es más barata para este tipo de fibra.

Los diámetros del núcleo y la cubierta en esta fibra son de 50/125 μm y 62.5/125 μm . Existen dos tipos de fibra óptica multimodo: de salto de índice o de índice gradual.

En el primer caso, existe una discontinuidad de índices de refracción entre el núcleo ($n_1 = \text{cte}$) y la cubierta o revestimiento de la fibra ($n_2 = \text{cte}$).

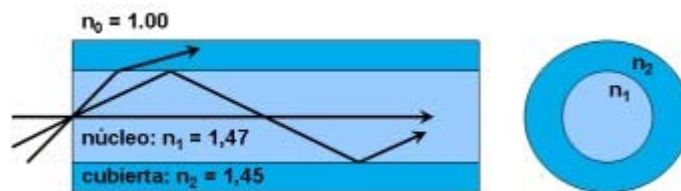


Figura 5.8.- Salto de Índice [http://www.radioptica.com]

Por el contrario, en el segundo caso la variación del índice es gradual, es decir, el material del núcleo es dopado con impurezas. Esto permite que en las fibras multimodo de índice gradual los rayos de luz viajen a distinta velocidad, de tal modo que aquellos que recorran mayor distancia se propaguen más rápido, reduciéndose la dispersión temporal a la salida de la fibra.

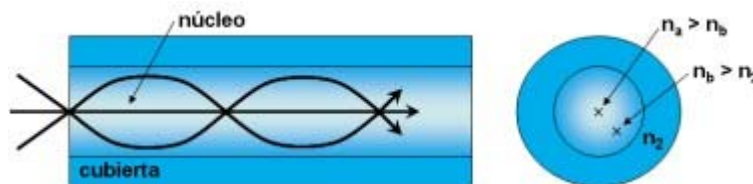


Figura 5.9.- Índice Gradual [http://www.radioptica.com]

Monomodo.- Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño de 8,3 a 10/125 um que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra.

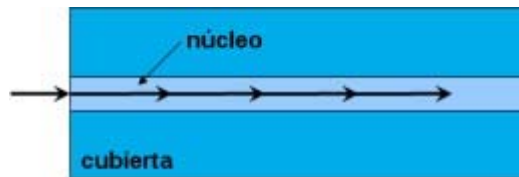


Figura 5.10.- Óptica Monomodo [http://www.radioptica.com]

Las fibras monomodo también se caracterizan por una menor atenuación que las fibras multimodo, aunque como desventaja resulta más complicado el acoplamiento de la luz y las tolerancias de los conectores y empalmes son más estrictas. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 100 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (hasta decenas de Gb/s).

En la siguiente figura se pueden observar los diferentes modos de funcionamiento de la fibra óptica.

Existen tres diferentes tipos de fibra óptica para la mayoría de las instalaciones:

- **Interconexión.-** Se utilizan en distancias horizontales cortas.
- **Distribución.-** Se usan en aplicaciones de backbone dentro de un mismo edificio.
- **Planta Externa (OSP).-** Se utiliza cuando el cable se enruta desde fuera, entre edificios.

Tipos de Conectores Comerciales

Existen una gran cantidad de conectores para la implementación de fibra, los cuales varían en forma y tamaño dependiendo del diseño del fabricante. La importancia fundamental de los diferentes modelos está en la pérdida que estos tienen al momento de ser implementados, sin embargo algunos de los conectores son muy difíciles de

conseguir por lo que su implementación puede depender también de la disponibilidad o el costo que estos tengan. A continuación se muestran los conectores más utilizados en telecomunicaciones:

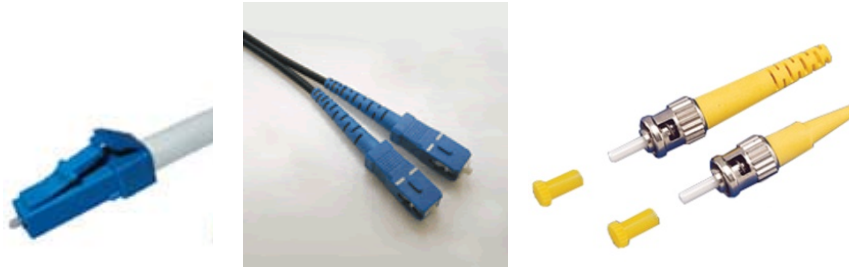


Figura 5.11.-Conectores Genericos LC, SC y ST [Panduit]

Standar Connector (SC).- Se utilizan para la transmisión de datos.

Straight Tip (ST).- Se usan en redes de edificios y en sistemas de seguridad.

Lucent Connector (LC).- Son una de las soluciones más convenientes para salas de telecomunicaciones de alta densidad, redes LAN, redes públicas y aplicaciones de fibra al escritorio.

MPO o MTP – Son terminaciones de fabrica en las cuales un conector maneja hasta 12 fibras y es de un tamaño aproximado a un USB. Actualmente se utilizan para la conexión de cassetes preterminados de fibra montables en Centros de Datos.

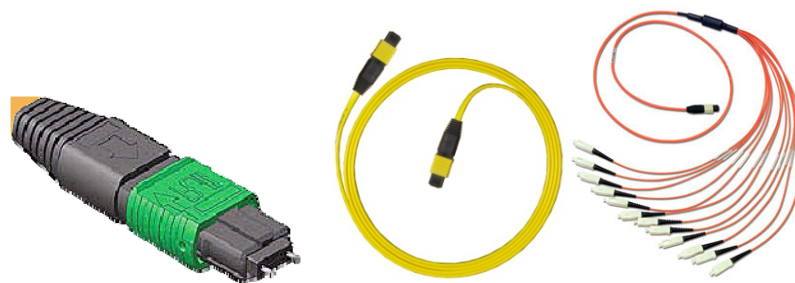


Figura 5.12.- Conector MPO o MTP [Systemax]

El estándar ISO 11801 no especifica ningún conector (actualmente recomienda el uso del LC), pero si especifica el uso de colores para la identificación del tipo de fibra

utilizado. Se refiere a la Fibra Monomodo como OS1 y designa a esta que el color del conector sea azul, así como su forro Amarillo. Para los conectores monomodo angulados el color es el verde.

La Fibra Multimodo en dos diferentes tamaños OM1 para la de 62.5um, OM2 para la de 50um y OM3 para la de 50um mejorada. Los forros de las OM1 y OM2 son naranjas y de la OM3 son aqua. [Panduit 2008]

Alcance	Velocidad de Transmisión			
	100 Base T (100 Mbps)	1000 Base T (1 Gbps)		10 Gigabit Ethernet (10 Gbps)
		1000 Base SX	1000 Base LX	
300 m	OM1	OM2	OM1/OM2	OM3
500 m	OM1	OM2	OM1/OM2	OS1
2,000 m	OM1	-	Especial	OS1

Tabla 5.4.- Parámetros de Trasmisión [www.C3comunicaciones.es]

En la Industria los tipos más comunes utilizados son: 50um/125um, 62.5um/125um, 9um/125um y 1mm POF.

El forro de los cables de fibra es un aspecto importante a cuidar en una instalación, ya que este debe ser acorde al ambiente en el que se va a manejar. Para el caso en el que la fibra se instale como backbone el forro de PVC proveerá una adecuada protección. En el caso de que la fibra pase por ambientes difíciles lo más conveniente es que utilice una cubierta que pueda protegerlo de residuos de soldadura, resistente al aceite y que cuente con protección UV (características similares a la cubierta del cable de cobre). [Lounsbury 2008]

La fibra óptica hoy en día no ofrece la flexibilidad de dobles necesaria para todas las aplicaciones. Por lo que las Fibras Ópticas Plásticas (POF) deben ser consideradas aun por encima de las de vidrio debido en aplicaciones que requieran de una gran

flexibilidad. Estas fibras pueden soportar de siete a ocho millones de dobleces antes de presentar alguna falla.

A continuación se muestra una tabla de las velocidades alcanzadas por cada uno de los tipos de fibra y las distancias recomendadas para su implementación.

Los tipos de conectores utilizados serán determinados por los equipos activos que sean utilizados, sin embargo, se puede pensar en la utilización de un conector para los equipos activos y otro para la infraestructura. Esto es debido a que en la fibra óptica no es necesario mantener el mismo tipo de conector a través de la red y a que los jumper de fibra pueden manejar un conector diferente en cada extremo, aunque lo más recomendable es utilizar el mismo tipo de conector.

Hasta hace un par de años los conectores sellados no eran muy conocidos, pero para la Industria tanto el recubrimiento como el conector deben cumplir con ciertas características de protección como la IP67.



Figura 5.13.- Conector de Fibra Sellado (IP67) [Panduit]

El panel de conexión para este tipo de conectores generalmente es el mismo gabinete en el que se encuentra el equipo. Este gabinete debe de tener características de protección dependiendo del entorno que se encuentre al igual que los cableados y equipos que se encuentren dentro.

Existen otros tipos de conectores industriales los cuales cuentan con dos fibras y dos contactos de 24VDC, como lo es el MicroFX de Harting Inc. El cual utiliza fibra multimodo y transmite hasta 125Mbps.



Figura 5.14.- Conector Micro FX (IP 67) [harting]

Selección del Tipo de Fibra

En la selección del tipo de fibra a implementar es necesario conocer las características de atenuación de la fibra, la pérdida por inserción de los conectores, así como los valores admisibles para el enlace.

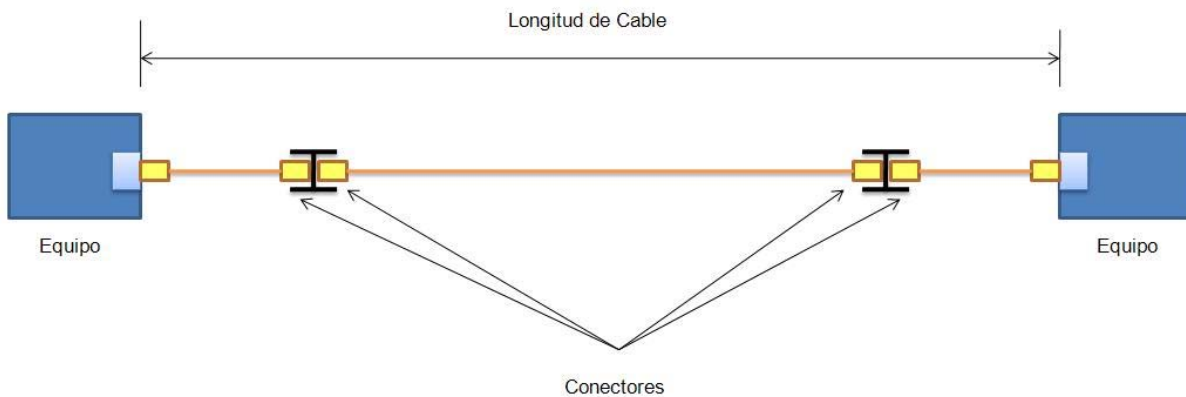


Figura 5.15.- Representación del Canal de FO

La atenuación total del enlace se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$A_t = (A_f \cdot L) + (A_c \cdot N_c) + (A_e \cdot N_e)$$

Donde,

- A_t = Atenuación del Enlace
- A_f = Coeficiente de Atenuación del Cable
- L = Longitud del Cable
- A_c = Perdida Máxima de Conector
- N_c = Numero de Conectores
- A_e = Perdida Máxima de Empalme
- N_e = Numero de Empalmes

[www.C3comunicaciones.es]

Atenuación del Cable Máxima				
	Multimodo OM1,OM2 y OM3		Monomodo OS1	
Longitud de Onda	850 (nm)	1,300 (nm)	1310 (nm)	1,550 (nm)
Atenuación (dB/Km)	3.5	1.5	1.0	1.0
Perdida por Conector (dB)	.75	.75	.75	.75
Perdida por Empalme (dB)	.3	.3	.3	.3

Tabla 5.5.- Atenuación del Cable Máxima [TIA/EIA 568]

Conector	Monomodo (dB)	Multimodo (dB)
MPO / MTP	.5	.5
LC	.1	.1
SC	.15	.1
ST	.2	.15

Tabla 5.6.- Perdida de Inserción [Panduit]

Aplicación	Máxima Atenuación del Canal		
	Multimodo		Monomodo
	62.5µm	50µm	9µm
10 Base FL	12.5	7.8	NST
100 Base FX	11.0	6.3	NST
1000 Base SX	3.2	3.9	-
1000 Base LX	4.0	3.5	4.7

Tabla 5.7.- Máxima Atenuación del Canal [TIA/EIA 658]

5.3.3 Cable Coaxial

Hasta hace algunos años era el cableado más comúnmente empleado en la instalación de redes. Esto era debido principalmente a su costo y a su facilidad de instalación.

El Cable Coaxial está formado por dos conductores cilíndricos separados por un aislante y protegidos por una cubierta exterior. El cable central es llamado alma o núcleo y el conductor externo es llamado trenza o malla metálica.

El núcleo es el encargado de transmitir los datos entre los puntos de la red. La malla actúa como tierra y protege al núcleo de ruido eléctrico y diafonías que se puedan producir por otros cables próximos. El núcleo y la malla deben de estar siempre separadas por un aislante, ya que si llegaran a tocarse se produciría un corto circuito y el ruido que circula por la malla se pasaría al núcleo, lo que provocaría que la transmisión de datos no sea posible.

El Cable Coaxial es más resistente a interferencias y tiene mejores valores de atenuación que el Par Trenzado. La malla se encarga de absorber todas las interferencias y evitar que afecten a los datos que se transmiten por el conductor central. Por esta razón se pueden obtener buenas velocidades en largas distancias.

Existen dos tipos: Thin y Thick. El tipo de Coaxial seleccionado dependerá de las necesidades particulares de cada red.



Figura 5.16.- Cable Coaxial

Coaxial Grueso (Thickwire)

Es un cable rígido y de un diámetro considerable (entre 5 y 10 cm) con una impedancia de 50 omhs, compuesto por un conductor central y cuatro capas de blindaje, lo que proporciona características eléctricas muy buenas. En muchas ocasiones se le ha llamado cable Ethernet, ya que fue el primero en usarse sobre esta red. En realidad este cable se utiliza en el estándar internacional 10 Base 5 de la IEEE (ISO 8803.3), cuyo origen es la red Ethernet. La denominación anterior significa que se consiguen 10Mbps en tramos de 500m. Puesto que esta longitud es muy superior a la que se consigue con el otro tipo de coaxial, en muchas ocasiones el coaxial se ha empleado como cable de backbone para conectar diversas redes de coaxial fino.

Se utiliza un dispositivo denominado transceptor para conectar el coaxial fino al coaxial grueso. Este transceptor incluye un conector conocido como “vampiro” o “toma tipo grifo” para hacer físicamente la conexión con el núcleo, este conector perfora y atraviesa la cubierta para llegar al conductor de cobre y hacer contacto con él. La conexión desde el transceptor al puesto de trabajo se hace a través de un cable acabado en un conector de 25 pines, que se conecta al puerto AUI (Attachement Unit Interface) de la tarjeta con la que debe estar equipado el equipo.

Pese a ser un cable que aguanta mucha distancia y tiene buenas características ante el ruido, su rigidez y su coste han hecho que su utilización no sea tan amplia como la del Thinwire.

Coaxial Fino (Thinwire)

Es un cable fino de aproximadamente 6mm de diámetro. Se utiliza en la norma 10Base2 (10Mbps a 200m) o Cheapernet (Ethernet a bajo costo). Es un cable mucho más flexible y más sencillo de instalar, además puede ser utilizado para cualquier tipo de red con esa velocidad, por lo que en mucho tiempo a sido un cable muy utilizado. Su utilización no necesita ningún tipo de transceptores, sino que se conecta directamente a la tarjeta de red del ordenador con un conector BNC, utilizando una estructura en cascada (Daisy Chain). Sin embargo, no consigue distancias tan grandes como el coaxial grueso y más allá de 185 m la señal sufre una atenuación elevada.

El coaxial fino se encuentra dentro de la familia de cables RG58 y tiene 50 omhs de impedancia. La principal diferencia entre los cables de esta familia está en el diseño del núcleo central del cable. Algunos utilizan un conductor de cobre sólido y otros, sin embargo, hilos de cobre.

Tanto el cable Thinnet como el Thicknet utilizan un componente de conexión llamado conector BNC, para realizar las conexiones entre el cable y los equipos. Existen varios componentes importantes en la familia BNC, incluyendo los siguientes:

- **El conector de cable BNC.** El conector de cable BNC está soldado, o incrustado, en el extremo de un cable.



Figura 5.17.- Conector BNC

- **El conector TNC.** Es la versión del conector BNC enroscado.

El tipo de cubierta que se debe utilizar depende del lugar donde se vayan a colocar los cables en la oficina. Los cables coaxiales pueden ser de dos tipos:

- Cloruro de Polivinilo (PVC).
- Plenum.

[Castro 2008]



Figura 5.18.- Conector TNC (IP67)

5.4 ADMINISTRACION DEL CABLEADO

5.4.1 Introducción

La administración del cableado es una actividad de suma importancia durante la vida útil del cableado, ya que de ella dependerán que los movimientos, agregados o cambios puedan realizarse de una forma sencilla y ordenada, además de brindar una ventaja muy significativa en los tiempos de recuperación del sistema de red sobre todo cuando ocurre alguna falla relacionada con la infraestructura de red. Motivo por el cual es importante contar con una documentación de la infraestructura existente y esta debe ser realizada desde el proceso de instalación y debe ser actualizada según los cambios realizados.

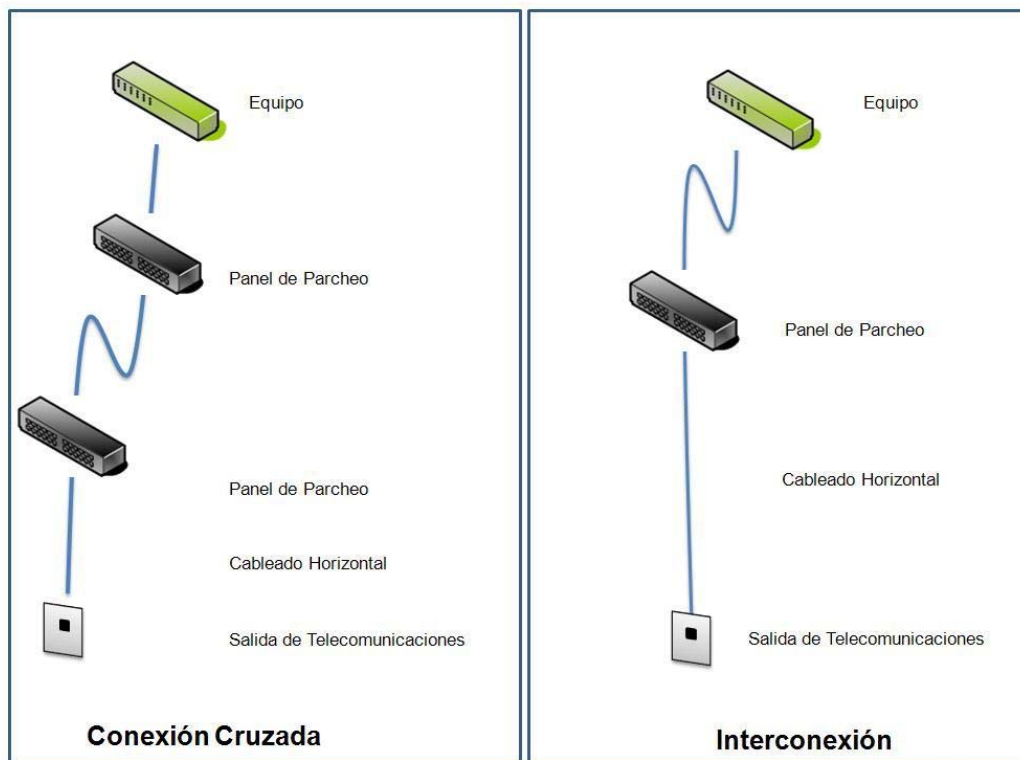


Figura 5.19.- Conexión cruzada e Interconexión

Los Distribuidores de Piso (FD) son los elementos más susceptibles a reconfiguraciones. Estos son los lugares más comunes para la utilización de paneles de parcheo, los cuales son elementos diseñados para facilitar las funciones de

reasignación de usuarios y servicios por medio de cables de parcheo. Otros dispositivos de conexión utilizados son los distribuidores de fibra, los cuales son interconexiones entre el Distribuidor del Edificio y el Distribuidor del Piso, en otras palabras representan las conexiones al backbone del edificio.

Los administradores verticales de cables se montan a los lados del rack de telecomunicaciones y sirven para ir ordenando los cables conforme estos van ingresando al rack. Traseros para la llegada del cableado horizontal o delanteros para los cables de parcheo.

Los administradores horizontales se montan en la parte frontal del rack para la correcta distribución de los cables de parcheo que permita el manejo de cada uno de los cables individualmente y la fácil identificación de cada uno de ellos.

Una correcta administración protege al cableado de daños debido a dobleces, apretones o tensión excesiva. También ofrece una apariencia estética, agradable y profesional que pueda utilizarse para una exhibición estratégica que brinde al cliente la seguridad de contar con una infraestructura confiable. Además asegura que se cumplan con los mínimos radios de curvatura en la instalación del cableado y que el desempeño del mismo sea mínimo el esperado por el usuario.

Los estándares recomiendan que el mínimo radio de curvatura en un cableado no sea menor a 4 veces el diámetro del cable. Los cableados categoría 5e o 6 tienen un diámetro de .24 pulgadas por lo que se recomienda que el radio no sea menor a una pulgada, mientras que el categoría 6^a tiene un radio aproximado a los .31 pulgadas siendo la recomendación un radio de 1.25 pulgadas

La red puede cablearse ya sea para configuraciones de conexión cruzada o de interconexión.

Una conexión cruzada es cuando el cableado horizontal termina en la parte trasera de un panel de parcheo y el cable que proviene del equipo también es terminado en otro panel de parcheo, donde los puertos de ambos paneles de parcheo son conectados mediante la utilización de cables de parcheo.

Una interconexión es cuando el cableado horizontal es terminado en la parte posterior de un panel de parcheo y mediante la utilización de un cable de parcheo se conecta el equipo de red con el panel de parcheo por la parte frontal.

La configuración más utilizada es la interconexión ya que con esta se tienen un mayor aprovechamiento del espacio en el rack y el costo de la instalación es menor.

5.4.2 Clases de Administración

En el estándar se manejan cuatro clases de administración, las cuales son definidas como escalables. Se les llama escalables porque permiten el crecimiento de la infraestructura sin necesidad de realizar cambios en los identificadores ya existentes.

Clase 1.- En este escenario únicamente existe un cuarto de equipos. Este cuarto es el único punto de distribución de cableado existente. No existe cableado de Campus ni vertical. Para la Clase 1 se identifica el cuarto y el cableado horizontal, además se etiquetan los paneles de parcheo y los elementos presentes en ellos. También se identifican los faceplates en el área de trabajo.

Identificación del Cableado Horizontal **1A-AB02**

- Piso - 1
- Cuarto de Telecomunicaciones - A
- Panel de Parcheo - AB
- Posición – 02

Clase 2.- Aquí se contemplan las necesidades de un edificio sencillo, el cual cuenta con un Cuarto de Equipos y uno ó varios Cuartos de Telecomunicaciones. Incluye los elementos de la Clase 1, además de la identificación del cableado de backbone y elementos de protección contra incendio.

Identificación del Backbone Intrabuilding **1A/2B-01**

- Piso – 1, Cuarto de Telecomunicaciones – A
- Piso – 2, Cuarto de Telecomunicaciones – B
- Cable – 01

Clase 3.- Hace referencia a instalaciones de Campus, incluye sus edificios y servicios externos. Incluye los elementos de la Clase 2 y agrega identificadores para el edificio y cableado de Campus. Recomienda también la identificación de servicios externos, canalizaciones y cuartos.

Identificación de Backbone **A12B/3C-04**

- Edificio – A1
- Piso - 2, Cuarto de Telecomunicaciones – B
- Piso – 3, Cuarto de Telecomunicaciones – C
- Cable - 04

Clase 4.- Se refiere a las necesidades de sistemas complejos, con Campus separados y dispersos. Incluye los requisitos de la Clase 3 y agrega identificadores para cada Campus, además de identificadores para elementos externos opcionalmente.

Identificación del Backbone **C1B71B/6C-01**

- Campus – C1
- Edificio – B7
- Piso – 1, Cuarto de Telecomunicaciones – B
- Piso – 6, Cuarto de Telecomunicaciones – C
- Cable – 01

[Castro 2008]

5.5 VERIFICACION DEL CABLEADO

Otro de los puntos importantes dentro de la implementación de un sistema es la verificación del funcionamiento del mismo, esto permitirá que este cumpla con las expectativas propuestas desde su diseño.

Las pruebas que se realizan al cableado son dos: Prueba de canal y prueba de enlace permanente.

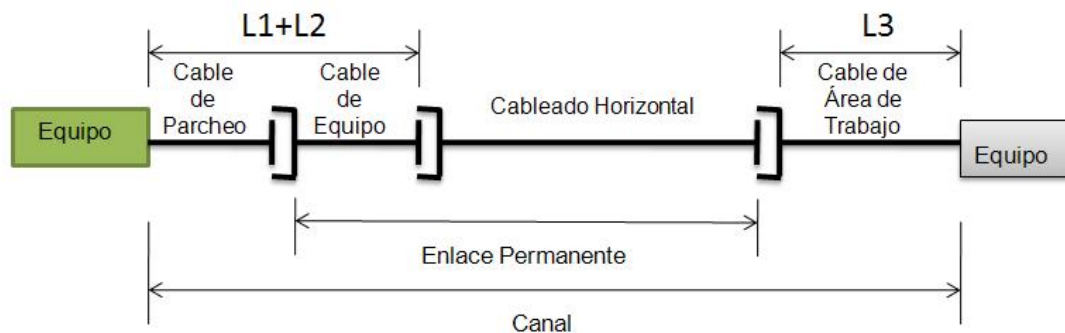


Figura 5.20.- Canal y Enlace Permanente

Canal y Enlace Permanente

La longitud máxima del cable horizontal según el estándar del cableado genérico es de 90m. Esta longitud máxima puede variar dependiendo del valor por pérdida de inserción de los cables y de la longitud de los cables del canal.

A continuación se muestra un diagrama de conexión de extremo a extremo en el cual pueden observarse los cables utilizados así como los puntos de interconexión.

Se llama enlace permanente a la conexión que no presenta movimiento a la hora de realizar un cambio por la instalación o desinstalación de un equipo, es decir, al cableado horizontal que va de un panel de parcheo a una Salida de Telecomunicaciones.

Se le llama Canal a un cableado de punta a punta, es decir, al cableado horizontal incluyendo los cables de parcheo de ambos extremos.

De acuerdo con la figura anterior la longitud total de los cables debe ser menor o igual a 10 metros.

$$(L1+L2+L3 \leq 10 \text{ metros}) + (\text{Cableado Horizontal} \leq 90 \text{ metros}) \leq 100 \text{ metros}$$

Sin embargo en la industrial esto no siempre es aplicable, ya que en ocasiones es necesaria la utilización de cables de parcheo más largos en las áreas de trabajo, para lo cual hay que tomar en cuenta que entre más largo sea el cable de parcheo la longitud máxima del cableado mas decrecerá. [Castro 2008]

5.6 EQUIPOS

5.6.1 Contrafuegos (Firewall)

Son dispositivos de seguridad los cuales pueden ser ruteadores o servidores de acceso designados como búfer entre cualquier red pública conectada a una red privada. Para controlar las comunicaciones, permiten o prohíben las comunicaciones basadas en las políticas establecidas por la empresa. Actualmente estos dispositivos utilizan varios métodos para garantizar la seguridad privada de la red, a continuación se verán algunos de estos:

Protección de puntos terminales, control de admisión, contención de infecciones, sistema de detección de intrusos, sistema de prevención de intrusión.

[Cisco 2007]

5.6.2 (DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol)

La función de este equipo es la asignación de una dirección IP de forma dinámica, de modo que la dirección pueda volver a utilizarse cuando el host ya no la necesite.

A nivel software es el estándar utilizado por una aplicación de software que solicita y asigna la dirección de IP, el Gateway predeterminado y la dirección del servidor de DNS a un host de la red.

La importancia en la selección de este equipo radica en la capacidad de direcciones IP que pueda manejar, ya que la asignación de direcciones en los equipos es necesaria para monitoreo, configuración o control de los equipos. El DHCP puede asignar direcciones IP dinámicas o estáticas a los dispositivos, la utilización de las direcciones estáticas son necesarias para equipos cuya función es importante dentro de las funciones de la empresa, por lo que debe de considerarse para la selección de este equipo que la cantidad de direcciones que pueda manejar sea superior al número máximo de usuarios mas el número total de dispositivos a controlar. [Cisco 2007]

5.6.3 Enrutador (Router)

Son dispositivos de la capa de red que utilizan varias métricas para determinar la mejor ruta a través de la cual deberá enviarse el tráfico de red. Los enrutadores envían información de una red a otra y son los equipos por donde se recibe el enlace del proveedor de servicio. Los ruteadores constituyen el backbone de comunicación de un sistema de red, los cuales utilizan sus tablas de ruteo para enviar los datos de un segmento de red a otro.

Con características de manejo de:

Listas de Control de Acceso (ACL - Access Control List)

Uno de los métodos más comunes de filtrado de tráfico es el uso de listas de control de acceso (ACL). Las ACL pueden utilizarse para administrar y filtrar el tráfico que ingresa a una red, así como también el tráfico que sale de ella.

El tamaño de una ACL varía desde una sentencia que permite o deniega el tráfico de un origen, hasta cientos de sentencias que permiten o deniegan paquetes de

varios orígenes. El uso principal de las ACL es identificar los tipos de paquetes que se deben aceptar o denegar.

Las ACL identifican el tráfico para varios usos, por ejemplo:

- Especificar hosts internos para Traducción de Direcciones de Red (NAT)
- Identificar o clasificar el tráfico para funciones avanzadas tales como Calidad en el Servicio (QoS) y colas
- Restringir el contenido de las actualizaciones de enrutamiento
- Limitar el resultado de la depuración
- Controlar el acceso de terminales virtuales a los ruteadores

El uso de las ACL puede restringir el acceso a VLAN's o la utilización de VPN's.

[Cisco 2007]

Red Privada Virtual (VPN - Virtual Private Network)

Uno de los obstáculos que deben superar los trabajadores a distancia es el hecho de que la mayoría de las herramientas disponibles para trabajar de manera remota no es segura. El uso de herramientas no seguras posibilita la interceptación o la alteración de los datos durante la transmisión.

Una solución es utilizar siempre las variantes seguras de las aplicaciones, si existen. Por ejemplo, en lugar de usar Telnet, usar SSH. Desafortunadamente, puede ocurrir que no siempre haya una variante segura de las aplicaciones. Una opción mucho más sencilla consiste en encriptar todo el tráfico que se transmite entre el sitio remoto y la red empresarial usando redes privadas virtuales (VPN).

Las VPN con frecuencia se describen como túneles. Al utilizar una VPN, se crea un túnel virtual mediante un enlace entre las direcciones de origen y destino. Todo el flujo de datos entre el origen y el destino está encriptado y encapsulado con un protocolo seguro. Este paquete seguro se transmite a través de la red. Cuando llega al extremo receptor, se desencapsula y desencripta.

Las VPN son aplicaciones cliente/servidor, de manera que los empleados a distancia deben instalar el cliente de la VPN en sus computadoras para establecer una conexión segura con la red de la empresa.

Una vez que los trabajadores a distancia están conectados a la red de la empresa a través de una VPN, pasan a ser parte de la red y tienen acceso a todos los servicios y los recursos que tendrían disponibles si se encontraran físicamente conectados a la LAN.

[Cisco 2007]

5.6.4 Conmutador (Switch)

Un conmutador es utilizado para conectar segmentos de red, estos usan la dirección MAC para determinar el segmento al que se transmitirá el dato y así reducir el tráfico de red. Posee una rápida conmutación interna permitiendo en sus puertos una velocidad que va de 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps, 40Gbps hasta 100Gbps lo que permite una mayor flexibilidad en su implementación. Los conmutadores poseen un largo búfer donde pueden almacenarse temporalmente tramas destinadas a puertos que sufren congestión, permitiendo así que se realice la transmisión y no se tenga que enviar de nuevo el paquete. A diferencia de los concentradores o puentes los conmutadores pueden manejar un mayor número de puertos.

Con características de manejo de:

Red Virtual (VLAN - Virtual Local Area Network)

Una VLAN es un dominio lógico de broadcast que puede abarcar diversos segmentos de una LAN física. Esto le permite a un administrador agrupar estaciones por función lógica, por equipos de trabajo o por aplicaciones, independientemente de la ubicación física de los usuarios.

Energía sobre Ethernet (PoE – Power over Ethernet)

Son innegables las ventajas brindadas por la distribución de energía por el cableado de telecomunicaciones en forma conjunta con los datos. Los beneficios de los equipos IEEE 802.3af PoE comprenden la simplificación de la administración de la infraestructura, un menor consumo de energía, la reducción de costos operativos en el caso de aplicaciones como Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) y una mayor seguridad gracias a la separación del anillo principal de energía de CA del edificio.

Tipo 1 - pueden admitir fácilmente dispositivos como:

- Equipos de transmisión de voz y video basados en IP.
- Cámaras de seguridad de red basadas en IP.
- Puntos de acceso inalámbrico (WAP).
- Lectores de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID).
- Sistemas de automatización de edificios
- Servidores de impresora y escáneres de códigos de barras.

Tipo 2 – puede soportar dispositivos como:

- Computadoras portátiles.
- Clientes ligeros (que normalmente manejan navegadores web o aplicaciones de software de escritorio remoto).
- Cámaras de seguridad con capacidad de paneo/inclinación/zoom.
- Televisión por Protocolo de Internet (IPTV).
- Sensores biométricos.
- Transceptores WiMAX que suministran datos inalámbricos a gran distancia

[<http://www.siemon.com>]

Características	Tipo 1 – PoE	Tipo 2 - PoE Plus
Categoría mínima de cableado	Categoría 3/Clase C	Categoría 5 / ISO Clase D con resistencia de lazo en CC < 25Ω
Potencia máxima disponible para el dispositivo energizado	12.95 W	29.5 W
Potencia mínima en la salida del equipo de suministro de energía	15.4 W	30 W
Tensión de salida admisible del equipo de suministro de energía	44 – 57 V CC	50 – 57 V
Tensión de salida nominal del equipo de suministro de energía	48 V CC	53 V CC
Corriente máxima de CC por los cables	350 mA por par	600 mA por par
Temperatura ambiente operativa máxima	60° C	50° C
Restricciones de la instalación	Ninguna	Potencia máxima por manido de cables de 5 kW

Tabla 5.8.- Características del PoE y PoE+ [http://www.siemon.com]

Protocolo de Expansión de Árbol Rápida (RSTP – Rapid Spanning Tree Protocol)

En la actualidad, las empresas dependen cada vez más de sus redes para su funcionamiento. Para muchas organizaciones, la red es su herramienta vital. Los períodos de inactividad de la red tienen como consecuencia la pérdida de operaciones comerciales, ingresos y confianza por parte del cliente, lo que podría resultar desastroso para la empresa.

La falla de un único enlace de la red, un único dispositivo o un puerto crítico de un switch causa un período de inactividad de la red. La redundancia es una

característica clave del diseño de la red a fin de mantener un alto grado de confiabilidad y eliminar cualquier punto de error exclusivo. La redundancia se logra mediante la instalación de enlaces de red y equipos duplicados para áreas críticas.

En ocasiones, proporcionar redundancia completa a todos los enlaces y los dispositivos de la red puede resultar muy costoso. Los ingenieros de red a menudo deben equilibrar el costo de la redundancia con la necesidad de disponibilidad de la red.

Sin embargo con la implementación de redundancia entre equipo surgió un conflicto en el funcionamiento de la red, el cual se soluciona mediante la implementación del protocolo Spanning Tree.

[Cisco 2007]

5.6.5 Punto de Acceso Inalámbrico (Access Point)

Es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica en una red inalámbrica. Estos dispositivos se encuentran conectados a la red alámbrica, permitiendo así la comunicación con dispositivos tanto de la red alámbrica como con dispositivos de la red inalámbrica. Este tipo de dispositivos puede soportar un pequeño número de usuarios conectados al mismo tiempo (alrededor de 25 usuarios) y puede funcionar en distancias cortas (comunicar a una oficina) o largas (comunicar edificios) dependiendo del modelo del dispositivo.

(WLAN – Wireless LAN 802.11)

La implementación de red inalámbrica en una empresa puede traer muchos beneficios en la operación de un proceso siendo el costo uno de los principales puntos a favor de esta tecnología ya que permite la conexión de varios dispositivos sin la necesidad de un cableado físico, sin embargo, este tipo de tecnología es muy vulnerable a ataques o accesos no autorizados por lo que hay que considerar tomar las medidas de seguridad necesarias para la empresa.

La utilización de un sistema de autenticación, de un encriptado de datos y de la implementación de dispositivos de detención y prevención de intrusos juega un papel muy importante para la prevención de accesos no autorizados a este tipo de servicios.

Los estándares de seguridad para una red inalámbrica son los siguientes:

- WEP
- 802.1x EAP
- WPA
- 802.11i/WPA2

Todos los dispositivos inalámbricos actuales soportan todas o la mayoría de estas opciones de seguridad.

[Cisco 2007]

5.6.6 Transceptor (Transceivers)

En redes de ordenadores, el término transceptor se aplica a un dispositivo que realiza la conversión de una forma de energía a otra en este caso eléctrico a óptico, dentro de una misma caja o chasis, así como funciones tanto de transmisión como de recepción, utilizando componentes de circuito comunes para ambas funciones.

Conclusiones

Las ventajas de la utilización del Ethernet Industrial son las siguientes:

- Integración de los sistemas.
- Se puede tener acceso a los datos desde la web.
- Se cuenta con disponibilidad de piezas de repuesto.
- Alta disponibilidad y flexibilidad ya que pueden realizarse adiciones y cambios sin interferir con la operación.
- La gran velocidad y el elevado ancho de banda para las distintas aplicaciones.
- Reserva de ancho de banda en LAN inalámbrica industrial (IWLAN).

- Cuenta con todos los desarrollos y ventajas que posee el Ethernet común por lo que su implementación en el entorno industrial es transparente.

Modulo GBIC	Modulo SFP	Longitud de Onda (nm)	Tipo de Fibra	Tamaño del Núcleo (micrones)	Ancho de Banda Modal (MHz-km)	Distancia Máxima
WS-G5484 o GLC-SX-MM	SFP-GE-S or GLC-SX-MM	850	Multimodo	62.5	160	220 m
				62.5	200	275 m
				50.0	400	500 m
				50.0	500	550 m
WS-G5486 o GLC-LH-SM	SFP-GE-L or GLC-LH-SM	1300	Multimodo y Monomodo	62.5	500	550 m
				50.0	400	550 m
				50.0	500	550 m
				9/10	—	10 km
WS-G5487 o GLC-ZX-SM	SFP-GE-Z or GLC-ZX-SM	1550	Monomodo	9/10	—	70 km
			Monomodo	8	—	100 km
GLC-GE-100FX	SFP-GE-F	1270 (min), 1300 (prom), 1380 (max)	Multimodo	62.5	500	2.25Km
				50.0		

Tabla 5.9.- Especificaciones para el uso de Módulos GBIC y GLC [Cisco]

CASOS DE ESTUDIO

Se realizó la investigación de las redes Ethernet industriales de tres empresas, en las cuales se encontraron las siguientes situaciones:

- 1) Empresa A – Fabricación de dispositivos de medición
- 2) Empresa B - Fabricación de circuitos integrados
- 3) Empresa C – Fabricación de hojas de acero

Empresa A

Se visitó una de las naves industriales de la empresa, esta estaba compuesta tanto por oficinas como por el área de producción.

En esta nave se realiza la fabricación total de un dispositivo de medición que posee comunicación de red tanto alámbrica como inalámbrica, es decir, produce desde la tarjeta electrónica hasta la carcasa que lo cubre.

Dentro de las instalaciones se cuenta con red Ethernet tanto en el área de oficinas como en el de producción, sin embargo se encontraron varios detalles respecto a su instalación.



Figura 1.-Nave Industrial

El área de oficinas consta de dos pisos y dentro de ellos se encuentran varios departamentos los cuales se muestran en la siguiente figura:

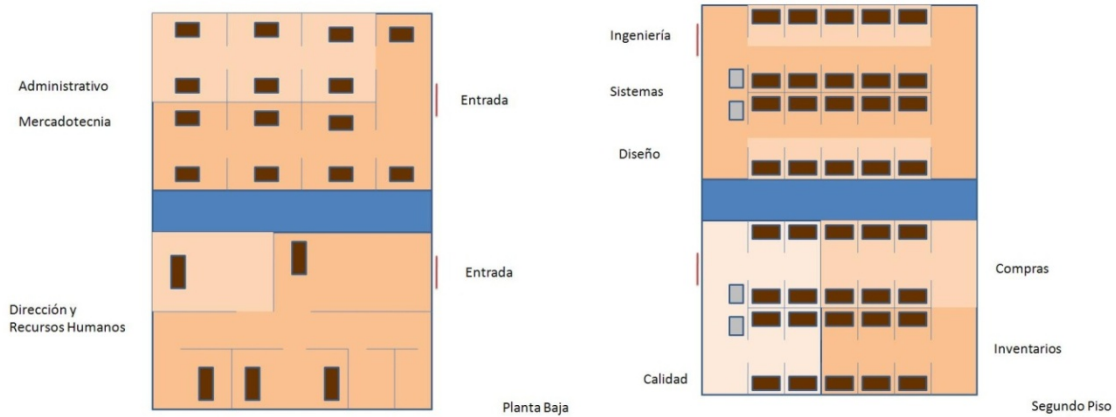


Figura 2.- Plano Planta Alta y Planta Baja

El edificio no cuenta con preparación para distribución de cableado por lo que la distribución de cable se realiza a través de canaletas por pared o muebles por piso. La ubicación del Cuarto de Telecomunicaciones es en la esquina derecha del frente del edificio, de allí sale el cableado hasta recorrer todas las áreas de la empresa (solo hay uno).

Dentro de la parte de producción se cuentan con varias áreas por las que va pasando el producto producido:

Todo comienza en el almacén de materia prima donde se encuentran una laminas metálicas que servirán como base al producto, las cuales son trabajadas por una maquina CNC quien realiza las perforaciones necesarias para los tornillos que utilizara al ensamblar, para aumentar el volumen de producción se meten dentro de la maquina varias laminas a la vez. Una vez realizados los orificios se pasa a una troqueladora la cual realizada una perforación con forma cuadrada, esta sirve para la instalación de una galga que servirá para realizar la medición necesaria. Luego esta pieza es entregada a la línea de ensamble.

Las tarjetas electrónicas son realizadas en un cuarto limpio y una vez que son terminadas se envían a línea de ensamble.

Por el otro lado de manera paralela se cuenta con una troqueladora la cual tiene como función el corte y doblado de una lamina, la cual servirá como carcasa del equipo de medición, una vez que sale de este proceso pasa al proceso de soldado donde se le da la forma deseada, para posteriormente pasar al pulido del producto, después de este proceso se le agregan las etiquetas a la carcasa y es entrega a la línea de producción.

Para el ensamble del producto se utilizan herramientas neumáticas (desarmadores), cuando este ha terminado se pasa al proceso de curtido y calibración del dispositivo.

En este punto de la línea se cuenta con un equipo inalámbrico, este tiene como función revisar el funcionamiento de la red inalámbrica del producto.

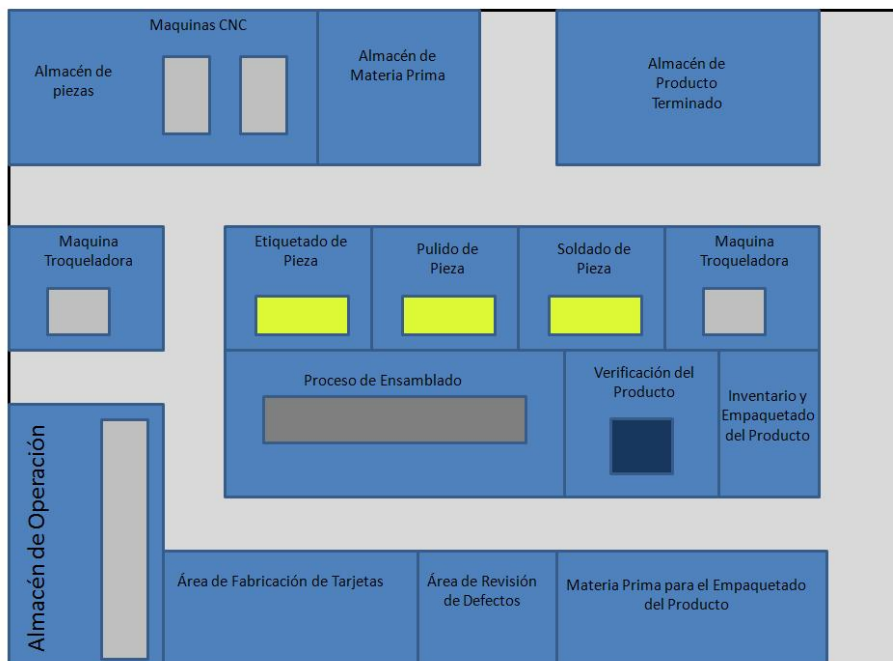


Figura 3.- Área de producción

Dentro del área de producción se cuentan con varias maquinas, ya sea para la realización de inventarios de materiales, tarjetas o productos. En esta sección si se cuenta con infraestructura adecuada para la distribución del cableado, pero solo cubre el área del proceso de ensamble y prácticamente solo es utilizado para el nodo de la maquina que hace la verificación del producto, el punto inalámbrico y la maquina que lleva los datos de control de calidad.

Análisis de la red industrial:

- Fallas de red constantes.- La red se cae constantemente, este problema es resuelto reiniciando el enrutador de internet. El problema se origina en el enrutador el cual no cuenta con la capacidad para realizar las solicitudes de todos los usuarios con los que cuenta la nave.
- Falta de infraestructura de red.- La distribución de cableados no cuenta con una bandeja de distribución.
- Diversidad de equipos.- Se cuenta con equipos de diferentes marcas y tipos (switches y hubs). Estos equipos no son administrables por lo que no se pueden implementar estrategias mediante configuraciones en el equipo.
- Distribución de equipos.- A pesar de tener un Cuarto de Telecomunicaciones tiene equipos instalados en diferentes áreas del edificio, lo cual incrementa el número de puntos de falla dentro del inmueble.
- Falla en el dispositivo inalámbrico.- Los operarios del equipo de verificación detectaron fallas esporádicas en el dispositivo inalámbrico. El problema era originado por un teléfono inalámbrico que operaba a la misma frecuencia que el punto de acceso inalámbrico (2.4 GHz), la falla solo se presentaba cuando había una llamada que atender.
- Equipo de cómputo distribuido.- A pesar de contar con equipo para la realización de inventario, verificación de equipo, control de calidad, etc. e infraestructura en el área de producción los dispositivos no se encuentran operando en red. Este detalle que parece tan simple marca la diferencia en cuanto a la toma de decisiones en el momento indicado, ya que el personal de la

empresa se da cuenta del número de piezas producidas, piezas con defecto, inventario de material, entre otros hasta que termina el día y se entregan los datos al responsable del área pertinente.

- Falta de protección.- Los equipos y el cableado utilizado en el área industrial no cuentan con ningún tipo de protección por lo que están expuestos al polvo, residuos de soldadura, etc.

Conclusiones:

A pesar de contar con la instalación de una red Ethernet, la empresa no está explotando los recursos que posee. Al contar con varias naves industriales la empresa debiera estar utilizando un servicio de red dedicado, al igual que un equipo de mayor capacidad, lo cual no solo resolvería los problemas actuales sino que además le permitiera compartir la información entre las diferentes naves industriales en busca de mejores resultados.

Al contar con parte de la infraestructura de red debería de proceder a hacer llegar los servicio de red a los diferentes puntos donde cuenta con equipos, ya que a pesar de que el servicio de internet se cae seguido por las demandas, uno de los más grandes beneficios sería el poder contar con una red interna que realmente permitiera el flujo de la información entre los diferentes departamentos.

También debería de proteger los equipos mediante la utilización de gabinetes y cableados aislados.

De esta empresa se sacaron los siguientes datos:

Áreas	Cantidad
Ingeniería	5
Sistemas	10
Diseño	5
Compras	6
Inventario	6
Calidad	8
Administrativo	6
Mercadotecnia	6
Dirección	1
Recursos Humanos	3
Secretarias	3
Impresoras	11
Maquinas CNC	2
Almacenes	5
Verificación	1
Defectos	3
Fabricación de Tarjetas	2
Inalámbricas	5
Cámaras	5
Total	93

Tabla 1.- Nodos requeridos por Departamento

Para explicar un poco más acerca del manejo de las VLAN's por Departamento o por Zona, pondremos el siguiente ejemplo:

Siguiendo la tabla anterior en las que se muestran los departamentos de la empresa y los dispositivos utilizados se requeriría de la implementación de 19 VLAN's, lo cual representa un número de VLAN's un poco alto, pero además se comenzarían a presentar detalles a la hora de la utilización de la red, ya que usuarios de un departamento tendrían problemas para imprimir debido a que las impresoras se encontrarían en otra VLAN, otro punto importante es el hecho de contar con varias que se encuentren conectadas a diferentes equipos ya que esto afectaría al desempeño de la red por el tráfico ocasionado en las troncales.

Por otro lado si se utilizan VLAN's por área, el número de VLAN's sería menor como lo muestra la siguiente tabla:

VLAN 2	VLAN 3	VLAN 4	VLAN 5	VLAN 6	VLAN 7	VLAN 8	
Ingeniería	Compras	Administrativo	Dirección	Almacenes	Inalámbricas	Cámaras	
Sistemas	Inventario	Mercadotecnia	Recursos Humanos	Defectos			
Diseño	Calidad			Fabricación de Tarjetas			
Maquinas CNC							Total
24	22	16	10	11	5	5	93

Tabla 2.- VLAN's por Área

Con estos datos se puede saber el rango de direcciones que necesitaras para cada segmento de la red, en este caso la VLAN que tendría más usuarios sería la 2 con 24 usuarios por lo que la cantidad de direcciones que se le asignaría cada subred sería de 32, quedando de la siguiente manera:

Subredes	Inicio	Fin
0-31	00000000	00011111
32-63	00100000	00111111
64-95	01000000	01011111
96-127	01100000	01111111
128-159	10000000	10011111
159-191	10100000	10111111
192-223	11000000	11011111
224-255	11100000	11111111

Dirección: 192.168.1.1 máscara de subred: 255.255.255.224

Empresa B

Esta empresa se dedica a la fabricación de circuitos integrados, para lo cual utiliza el grafito como materia prima. El grafito tiene que ser procesado antes de poder trabajar con él, por lo que es sometido a un proceso en el que se generan descargas eléctricas sobre él. Para poder realizar este proceso se requieren tres transformadores móviles debido a que mientras un contenedor es sometido al proceso, el contenedor anterior se encuentra en proceso de enfriamiento, logrando así una producción continua de material. Los transformadores poseen un modulo de control inalámbrico, debido a la movilidad que requiere el proceso.

La cabina de control está ubicada a la entrada de la planta, esta planta está compuesta por varias naves industriales y lo que se busca es que el proceso pueda ser controlado y monitoreado desde el cuarto de control. El cuarto se encuentra a 500m del proceso a controlar.

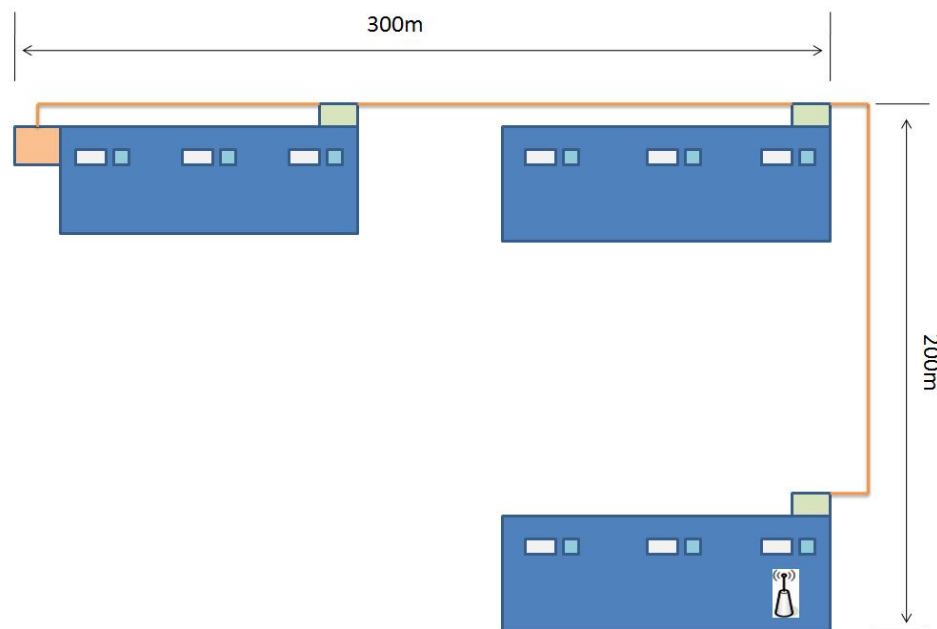


Figura 4.- Plano de la empresa

Análisis de la red industrial:

- Control Distribuido.- La empresa posee una gran cantidad de PLC distribuidos en sus diferentes naves industriales y todos poseen conexión para Ethernet.
- Problemas para el monitoreo.- A pesar de que cuentan con equipo que permite el uso de la tecnología Ethernet, los trabajadores no lograron obtener la funcionalidad esperada, ya que al realizar las conexiones de red, se dieron cuenta que la aplicación tenía problemas para realizar el monitoreo del proceso y no solo eso, cuando se intentaba entrar a la interface el controlador perdía el control del proceso.
- Al revisar las conexiones entre los dispositivos se encontró que la empresa estaba utilizando hubs para la comunicación entre la oficina y el proceso a monitorear, que la distancia final era de 500 y que esta se estaba alcanzando mediante la implementación de 3 hubs. Siendo así que cada cableado de red era de aproximadamente 160 m lo cual está muy por arriba de los 100 m recomendados. Además de que estos hubs servían para llevar red a las personas ubicadas en cada nave industrial.
- La utilización de hubs en el monitoreo de un proceso provoca retardos en la red, esto es debido a que este dispositivo comparte el medio para todos los usuarios conectados a él realizando la comunicación mediante la utilización del mecanismo del acceso al medio, en el cual el dispositivo espera a que el medio esté disponible para realizar la comunicación. Otro punto importante a considerar es la longitud excedida del cableado y la utilización del dispositivo de red la realización de funciones distintas a las del control, nos daremos cuenta que el medio de transmisión se encontraba siempre saturado, debido a todas las pérdidas de paquetes ocasionadas por las colisiones que se presentan en las transmisiones, lo que provocaba que el dispositivo tuviera que volver a mandar los paquetes dispositivo saturando así la red.

Este problema se pudo solucionar mediante la implementación de conmutadores y la utilización de fibra óptica para su conexión. Logrando así el monitoreo y el control del proceso.

Problema en los Conectores.- Se presentan problemas de oxidación en los conectores de red debido al residuo de material que hay en el ambiente, motivo por el cual se tiene que parar la operación para realizar el mantenimiento o cambio de conectores periódicamente.

Este problema puede solucionarse mediante la utilización de cableado los conectores sellados con protección IP 67, los cuales protegen el conector del polvo o residuos de materiales que hay en el ambiente lo cual aumenta el tiempo de vida del conector y evita que se tengan que realizar paros para mantenimiento o cambios de conectores continuamente.

Conclusiones:

El desconocimiento del funcionamiento de los equipos, los medios de transmisión que estos operan, así como alcances de los diferentes medios de transmisión pueden ocasionar que se pierda toda la funcionalidad otorgada por la tecnología implementada.

La falta de conocimiento sobre productos existentes que pueden ocasionar que la empresa tenga que interrumpir operaciones para la realización de numerosos mantenimientos, sin mencionar las cuantiosas pérdidas que pueda sufrir por el paro de un proceso, aún y cuando la solución no represente un costo considerable ni un cambio radical arquitectura de red de la misma.

Empresa C

Esta empresa se encarga de la venta de hojas de acero, teniendo como materia prima rollos de acero en frio, lo cuales son procesados primeramente pasando por un molino (temper pass) el cual tiene como objetivo remover la memoria del material (evitar que el material al ser cortado mediante un laser o plasma vuelva a ondularse), después es pasado por un nivelador el cual le da la planeza solicitada por el cliente, posteriormente es cortado por una cizalla a la medida requerida y finalmente son apiladas las hojas de acero en el stacker.

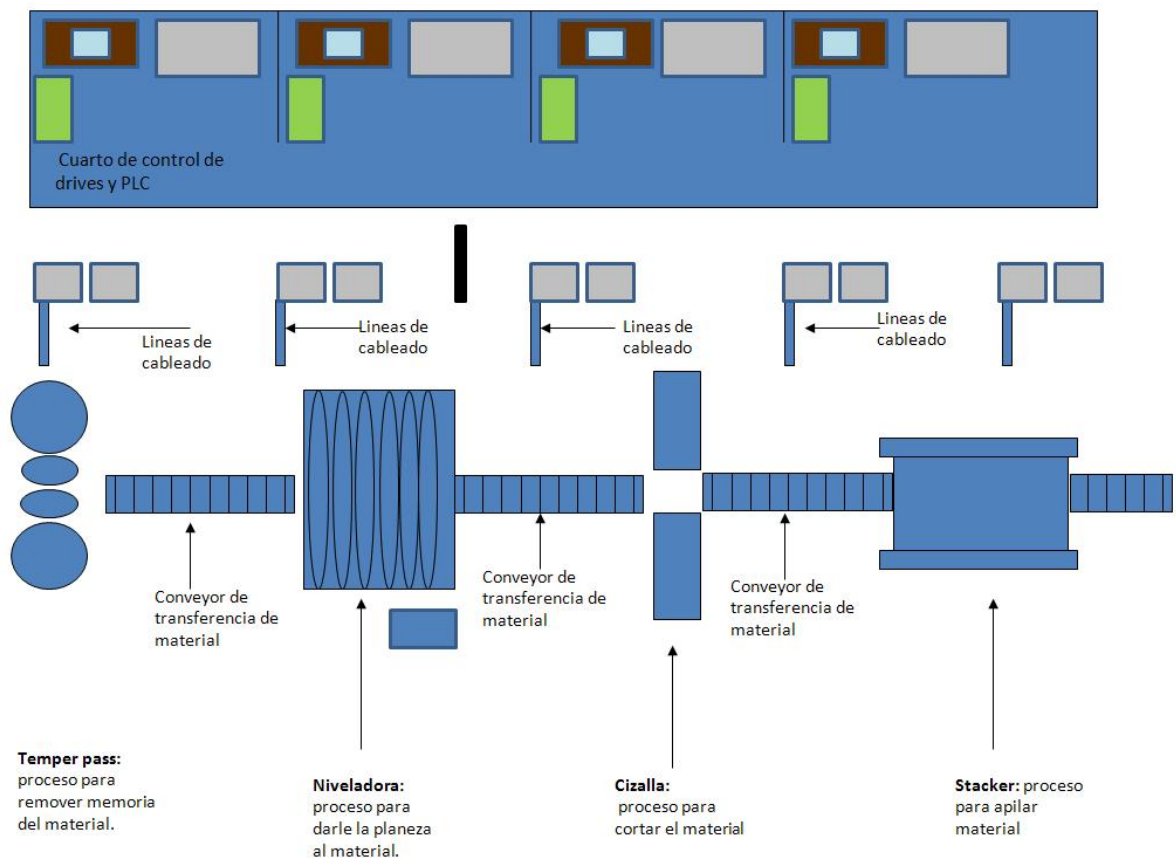


Figura 5.- Diagrama del Proceso

Todo el proceso es controlado a través de Drives, los cuales mandan las señales a los encoders ubicados en las diferentes maquinas. Tanto los Drives como los PLC's son controlados mediante Ethernet, las conexiones a los equipos de red fueron

realizados mediante fibra óptica, brindándole así inmunidad al ruido que pudiera interferir con la señal si se hubiera utilizado un cableado de cobre.

Además los equipos de control maestro, los drivers y los conmutadores están ubicados dentro del cuarto de control, este cuarto esta acondicionado y brinda protección a los equipos que se encuentran en el, de tal forma que los equipos de redes que se manejan dentro son equipos estándar sin ningún tipo de protección especial.

Análisis de la red industrial:

Equipos por proceso.- Como se puede observar en la figura, la empresa cuenta con un área en específico para cada proceso, todos los cableados están debidamente etiquetados y los cableados están perfectamente ordenados.

Conclusión: Esta empresa tiene poco más de un año funcionando y su diseño fue de muy buena calidad. No presento ningún problema en su funcionamiento y debido a la buena documentación de la instalación las fallas pueden ser resueltas en poco tiempo.

Resumen General de los Casos Expuestos:

Uno de los principales problemas con el que se enfrentan las empresas es la falta de previsión en sus instalaciones para el crecimiento futuro. Muchas de las empresas fueron incorporando nuevas actividades, procesos, tecnologías o servicios conforme fueron creciendo pero no se tomaron el tiempo para la realización de un diseño integral que les proporcionara un mayor rendimiento por el temor a tener que parar las actividades y no poder cumplir con la demanda de producción solicitada por sus clientes.

Otro de los problemas con los que se enfrentaron muchas de las empresas fue el hecho de ir incorporando tecnología que les permitirá lograr ser más competitivos en su ramo pero no se preocuparon por capacitar a su personal o asesorarse con expertos para encontrar la manera de sacarle el mayor provecho a su inversión.

El resultado es que hoy en día las empresas realizan sus actividades de una forma poco eficiente.

El contar con la tecnología Ethernet dentro de la red de una empresa permite un manejo más rápido e integral de la información, debido a que con la utilización de equipo y/o maquinaria que maneje este tipo de tecnología el traspaso de información es transparente y puede emplearse rápidamente para la toma de acertada de decisiones en los diferentes niveles de la empresa.

METODOLOGIA PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA RED ETHERNET INDUSTRIAL

- 1) Conocer las características de las **Aplicaciones** a utilizar, ya que de esta depende la selección del medio de transmisión y de los equipos.

Por lo que habrá que conocer las características de los estándares Ethernet de los equipos y los medios de transmisión a utilizar.

- 2) Definir la **Topología** de la red: Bus, Anillo, **Estrella**

Para las redes Ethernet la Topología de estrella es la más comúnmente utilizada.

- 3) Definir la **Arquitectura**

Arquitectura de Backbone: Centralizada o **Distribuida**

La arquitectura distribuida es generalmente la mejor opción, esto debido a que la utilización de una arquitectura centralizada generalmente representa una mayor inversión tanto para la instalación como para la tecnología a utilizar.

Arquitectura Horizontal: Home Run o **Zonal**

Actualmente la arquitectura horizontal zonal es la mayor utilizada ya que te brinda una mayor flexibilidad para la realización de cambio o adiciones.

- 4) Selección de **Espacios**

En base al área a cubrir definir la Cantidad de cuartos, las Dimensiones y las Ubicaciones.

Un punto importante a considerar es que entre menos cuartos existan los posibles puntos de falla serán menores.

La utilización de puntos de distribución permitirá flexibilidad en el momento en que se requiera la realización de movimientos o cambios.

5) Planificación de **Rutas**

Las rutas de distribución generalmente siguen a los pasillos para no perturbar labores en las áreas de trabajo.

Se debe conocer el entorno para tratar de evadir ambientes hostiles o proteger el medio de transmisión.

Selección del medio de distribución: Canal, Escalera, Fondo Solido, Fondo Ventilado, Espina, Ducto Cerrado, **Malla Electro soldada.**

La charola de malla electro soldada es la más fácil de manejar y la que mayores ventajas tiene actualmente.

6) **Sistema de tierras**

Dependiendo de la existencia y del estado de este se podrá seleccionar la utilización del cableado blindado o sin blindaje.

7) Selección del **medio de transmisión**

Siempre se tratara de utilizar la categoría más elevada hablando en términos de cableado de cobre, buscando obtener los mejores resultados y que la duración de la infraestructura sea mayor.

Para el caso de la fibra óptica dependerá de la tasa de transmisión que se desee y de la distancia entre los puntos de conexión.

8) Selección de equipos

Depende de las características de las aplicaciones utilizadas por la empresa, así como del medio de transmisión seleccionado.

Para el caso en el que el cableado seleccionado sea superior a la tecnología del equipo, esta no afectará en el funcionamiento, sino que servirá para garantizar el funcionamiento futuro de la misma infraestructura de red.

Para el caso de la fibra óptica, si importa qué tipo de fibra se va a utilizar por lo que es recomendable la utilización de un equipo que pueda ser configurado mediante la utilización de dispositivos que puedan intercambiarse dependiendo del medio seleccionado.

Los equipos seleccionados para la utilización en una red industrial deben de cumplir con las siguientes características:

- Capacidades de ruteo
 - Listas de acceso
 - Acceso Remoto
 - Prioridad de Tráfico

Estas características están relacionadas con la seguridad, el acceso remoto y la prioridad al tráfico del proceso.

- Administrable

- Redes Virtuales

Permite la segmentación de la red en diferentes áreas de procesos o subprocesos.

- Redundancia

Permite la utilización de estrategias en caso de fallas de equipos de recuperación inmediata.

9) Administración y verificación

Una vez realizada la instalación es necesaria la realización de una verificación del funcionamiento de los medios instalados, así como su identificación. El contar con una documentación confiable ayudara a la solución rápida de los posibles problemas que puedan llegar a implementarse.

Caso Práctico

A continuación se planteará un caso práctico el cual contemplará los diferentes aspectos que hay que considerar en el diseño e implementación de una Red Ethernet, basado en la metodología propuesta, los requerimientos de un edificio real y las características funcionales de equipos y materiales seleccionados.

Parte 1 - Distribución de Cableado

Se muestra el plano de un edificio de dos pisos, es un edificio de forma irregular cuyas medidas van de los 80 m de largo por 40 de ancho (en sus lados más largos respectivamente). El plano de este edificio hace referencia a un centro de investigación en el cual se realizarán varias actividades por parte de los diferentes departamentos que lo conforman. La demanda de tomas de red es de 175 en primer piso y 276 en segundo piso.

Como primera actividad se comenzará la selección de la Topología de la red

1) Definir la Topología

La topología que se piensa utilizar es una topología en estrella.

2) Definir la Arquitectura de la red

Esta será del tipo distribuida en el backbone, es decir, se manejarán conexiones de backbone del equipo principal (Core) ubicado en el Distribuidor del Edificio (BD) a los diferentes (FD). Como se muestra en la siguiente figura:



Figura 1.- Arquitectura de Red Distribuida

Arquitectura Horizontal - Zonal

Hoy en día la flexibilidad para la realización de cambios o adiciones es un aspecto importante dentro de una empresa, ya que te permite el reacomodo de personas, equipos o servicios en cortos periodos de tiempo y con costos poco significativos. Para cubrir los requerimientos de servicio en las diferentes oficinas se propondrá la utilización de un punto de consolidación por cada 10 m^2 dentro del edificio, el cual permitirá la realización de 18 conexiones dentro de ese espacio.

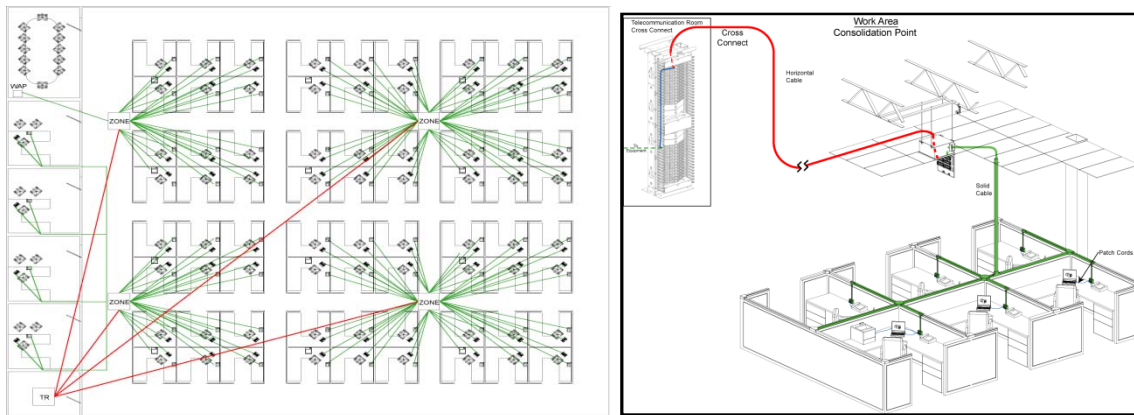


Figura 2.- Punto de Consolidacion

3) Selección de Espacios

Cuarto de Entrada de Facilidades

Se requiere la selección de un área que servirá para la recepción de los servicios del edificio (Cuarto de Entrada). Este cuarto deberá cumplir con los

requerimientos de cada proveedor de servicio como son: control de acceso, utilización del piso falso, control de temperatura, dimensiones del cuarto y diámetros y longitudes de los tubos por donde se introducirá el servicio dentro del edificio.

La recomendación es que el cuarto solo contenga los equipos de los diferentes proveedores de servicio de tal forma que se pueda limitar el acceso a los Cuartos de Equipos o Telecomunicaciones a personal externo a la empresa.

Las dimensiones del Cuarto de Entrada pueden variar dependiendo del número de servicios y/o proveedores que se piensen tener. Una medida estándar sería de 3 m x 3 m.

La ubicación de este cuarto debe estar de preferencia del lado por el que los servicios son distribuidos en esa área. Generalmente los servicios de un proveedor pasan por una calle que coincide con uno de los lados de empresa, siendo este la mejor opción para su ubicación, ya que en caso de alguna remodelación o saturación no es necesaria la remodelación de todo el tramo que recorren los servicios dentro del edificio, sino solo de la parte exterior.



Figura 3.- Ubicación del cuarto de entrada

Definir el número y la ubicación de los Cuartos de Telecomunicaciones

El área del edificio es de 3,255 m por lo que siguiendo con la recomendación del estándar se necesitarían de la utilización de 3 Cuartos de Telecomunicaciones. Sin embargo este número solo debe de servir como referencia ya que el número de cuartos utilizados depende también de la cantidad de servicios que sean necesarios y la distribución que estos tengan, es decir, un edificio puede estar dividido en dos secciones pero esto no significa que necesariamente la sección 1 deba de tener el mismo número de servicios que la sección 2, por lo cual los requerimientos de espacio para proveer los servicios pueden ser diferentes. El número de ubicaciones también puede variar dependiendo del tamaño de los cuartos, por lo que se pueden reducir la cantidad de cuartos necesarios mediante la ampliación de uno o más ellos (siempre y cuando se cumpla con las longitudes permitidas para el cableado).

Cabe señalar que la distancia máxima para un cableado tanto de cobre como de fibra es de 100 de punta a punta. Esto es debido a que la potencia de transmisión de los equipos de red a equipos finales es diferente a la que se cuenta en un enlace de equipo de red a equipo de red.

Por lo que analizando las distancias del edificio, se propondrá la implementación de 2 Cuartos de Telecomunicaciones, con los cuales se planificara para cubrir el 100% del edificio.

La ubicación de los Cuartos de Telecomunicaciones (TR) será en extremos opuestos, de tal manera que cada closet sea capaz de abarcar la mitad de los servicios de cada piso.

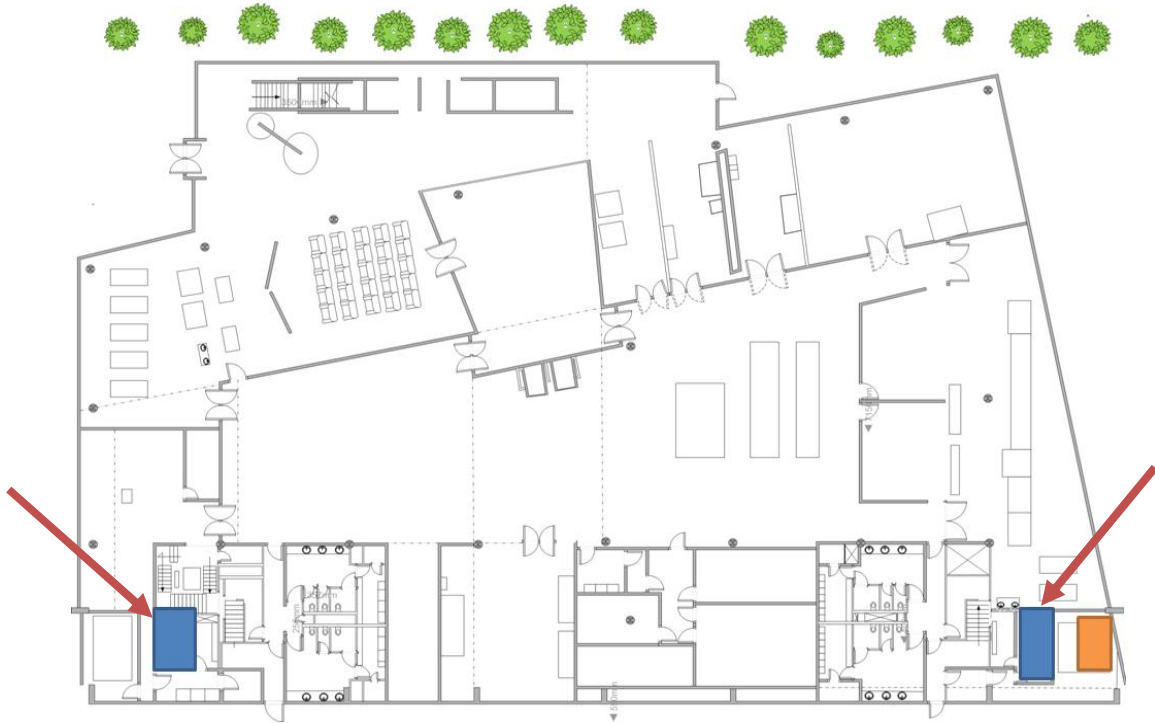


Figura 4.- Ubicación de los Cuartos de Telecomunicaciones

El espacio requerido para los Cuartos de Telecomunicaciones será de 3 m x 2 m mientras que para el cuarto principal (CD/BD) deberá de ser mayor debido a que en este se encontrar un mayor número de equipos y de dimensiones mayores siendo la recomendación de 4 m x 3m.

Los TR's no deberán ser ubicados cerca de los baños del edificio, ni deberán pasar por ellos tubería de agua o drenaje, ya que cualquier reparación por la tapadura de alguno de los caños podría ocasionar la deshabilitación de servicios de red en parte o el edificio completo.

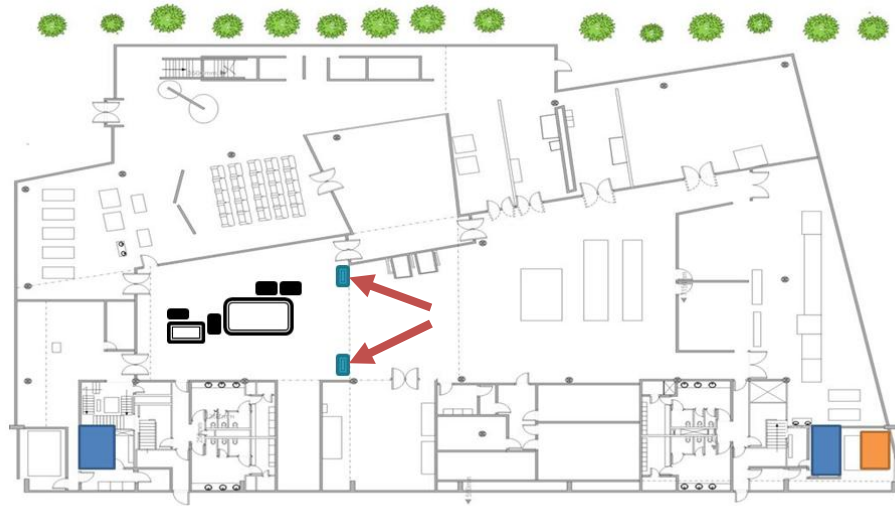


Figura 5.- Ubicación de Gabinetes de Telecomunicaciones (Industriales)

Control Distribuido

El edificio contará con diferentes áreas de procesos industriales (celdas de manufactura, procesamiento de alimentos, áreas bioquímicas) en los que se utilizarán gabinetes de tipo industrial que protegerán al equipo de red, la ubicación de estos gabinetes permitirá la utilización de cables industriales para la conexión de los diversos dispositivos o maquinarias que se utilicen en dichas áreas. La distribución del cableado en estas zonas se realizará por medio de ganchos J.



Figura 6.- Cableado de Cuarto de Telecomunicaciones a Gabinete Industrial

4) Planificación de Rutas

La información del funcionamiento que tendrá el edificio en sus diferentes áreas es esencial para una buena planificación de rutas, esta podrá ser utilizada para la detección de áreas que puedan afectar el desempeño del cableado o que requiera de la implementación de una estrategia de distribución diferente. Estas rutas deben de permitir que los cableados puedan cubrir el 100% del edificio. También es fundamental para la selección del cableado a utilizar ya que permitirá saber las áreas por donde pasara el cableado y dependiendo la zona se podrá elegir el más conveniente.

La selección de las rutas principales se centrara en los pasillos que recorren el edificio, esto es con el fin no entorpecer la operación para el caso en el que se necesite realizar alguna adición o modificación en el cableado.

Para casos donde las solicitudes de servicio sean fijas o en ambientes hostiles se recomienda que las bajadas de los servicios sean mediante la utilización de tubería. Para este caso se deberá de tener en cuenta el diámetro de la tubería y del cableado que planea implementar, ya que no debe de excederse más del 60% de utilización de alguna canalización. Esto es con el fin de facilitar tanto la instalación de futuros cableados como la de su desinstalación.

Se deben de cuidar los mínimos diámetros de curvatura del cableado, tanto en charolas, tuberías, canaletas, ganchos, etc. debido a que cada deformación que pueda sufrir el cable en su trayecto incrementara la atenuación de la señal y que el desempeño del cable no sea el óptimo.

Distribución de Cableado

Para la distribución del cableado horizontal se propondrá la utilización de la bandeja de malla electro soldada. La elección de este tipo de charola se basa en la rápida disposición del material, facilidad para el manejo y flexibilidad que brinda en su instalación, su costo es menor y pose aditamentos para el manejo de tierra física. Las dimensiones varían según el número de cableados a distribuir

Parte 2 - Selección de Materiales

Una vez definida la ubicación de los TR's se procederá a la selección del medio de transmisión, la categoría y el tipo de forro del cableado.

1) Sistema de Tierras

Un sistema importante dentro de un edificio es el Sistema de Tierras, ya que de la existencia de este y del estado en el que se encuentre se podrá tener la opción de utilizar cableado blindado, y equipo activo con terminal de tierra, con lo que se complementaría el sistema de tierras de manera global, permitiendo así un mejor funcionamiento de la red, tanto en ambientes hostiles como en la implementación de tecnología 10gigabit.

2) Medio transmisión

El medio de transmisión se debe elegir de acuerdo a las características de los equipos utilizados, a la distancia del cableado, las funcionalidades deseadas y la velocidad de transmisión requerida.

Los equipos que se piensa utilizar poseen puertos de red para entrada RJ-45(Cobre) y GIBIC/GLC (Fibra), por lo que las opciones para el cableado son el UTP y la Fibra Óptica.

Para las conexiones del cableado vertical o de backbone se tiene como opción la utilización del UTP Riser, el cual puede cumplir con las distancias para la distribución vertical, pero no así con la distancia hacia los closet del lado opuesto. Por lo que la opción más viable es la utilización de la Fibra Óptica.

La distancia máxima de conexión entre el BD y el FD más lejano es de 140 m. Revisando los alcances en distancia de la Fibra podemos observar que todas las fibras pueden cumplir con esta distancia, por lo que la definición del tipo a implementar deberá de basarse en la velocidad de transmisión deseada.

Las velocidades que actualmente se están manejando en los equipos personales son de 1 Gbps por lo que al estar hablando de un backbone de fibra la velocidad de transferencia de datos que debe manejar es de 10Gbps, la cual puede ser proporcionada por una fibra multimodo de tipo OM3. Cabe mencionar que la elección adecuada de la fibra a utilizar puede representar un gran beneficio para la empresa, ya que el costo de los dispositivos electrónicos y el costo provocado por la operación de los mismos pueden acrecentar innecesariamente el costo de una instalación. Este comentario está basado en la creencia de que la fibra monomodo es ideal para cualquier instalación, sin embargo el empleo de este tipo de fibra para esta instalación generaría un costo extra en la electrónica utilizada para el manejo de este tipo de fibra, además de que el consumo de energía de estos dispositivos es superior a los que utiliza una fibra multimodo para su operación en los mismos rangos de desempeño.

La cantidad de hilos de fibra que se desea ocupar para la comunicación con cada cuarto de telecomunicaciones serán 12, esto con base a la cantidad de equipos que se pueden utilizar en cada piso (cada equipo utiliza 2 hilos para su conexión).

Para la distribución del cableado horizontal, es decir, del cableado que sale del TR' y va hasta el punto de consolidación ubicado en las áreas de trabajo, se considerara el uso del cableado LSZH, debido a que se trata de un edificio cerrado, en el cual la propagación de humo en caso de incendio puede ser fatal para la gente que labora en el inmueble.

El cableado utilizado para la conexión del punto de consolidación con el área de trabajo seleccionaremos el mismo tipo de cableado.

Los cables que se entregaran al usuario final para la conexión de sus equipos a las salidas de red en el área de trabajo serán cableados del tipo multifilar, ya que estos será de un tamaño aproximado a los 3 m y le permitirán una mayor flexibilidad de manejo para su conexión.

La categoría del cableado será elegida de acuerdo con las aplicaciones que se desee que soporte la red, en este caso al tratarse de un centro de investigación se espera que la red soporte aplicaciones de trabajo colaborativas, video de alta calidad,

CAD/CAM y la fusión de voz, datos y video. Por lo que la categoría del cable deberá ser 6A.

El tipo de cable trenzado elegido será el UTP, esto debido a que en comparación con el FTP es más fácil su manejo, es más barato, no se tiene que considerar el manejo de materiales ni equipos con características especiales para el manejo de tierras físicas.

Al definir el cableado todos los componentes que lo integran deben de ser elegidos acordes con él, es decir, los paneles de parcheo (en el TR), los cables de interconexión (entre paneles y equipos), los jacks(en el área de Trabajo) y los cables de interconexión que utiliza el usuario deberán de ser de la misma categoría e incluso preferentemente de la misma marca que el cableado(esto es debido a las propiedades del cableado que maneja cada fabricante son diferentes).

El cableado que se utilizaran para la conexión de los equipos de control con las maquinas CNC, Robots, etc. serán cables de área de trabajo industrial, los cuales son cables multifilares que brindan flexibilidad para su manejo, además de que estos cuentan con protección contra polvos, líquidos, aceite, residuos de soldadura, entre otros (IP67).

3) Tipos de Conectores

Para el cableado de UTP se utilizara el conector estándar RJ-45, la utilización de este tipo de conector es recomendada puesto que la mayoría de equipos con interfaz Ethernet lo maneja como estándar. Otra ventaja de este tipo de conector es que en caso de presentarse alguna falla este puede ser reemplazado rápidamente y su costo es muy bajo. Por lo que para la conexión con los equipos ubicados en gabinetes industriales se utilizaran conectores RJ-45 aislados.

Para las interconexiones de fibra óptica se recomienda la utilización del conector LC por ser el que presenta menor pérdida por inserción, además de ser el más compacto de los conectores estándar.

Los jumpers de fibra utilizados en el BD deberán ser LC-SC, mientras que en los FD serán LC-LC.

Parte 3 - Selección de Equipos

1) Según Funcionalidad

La funcionalidad de un equipo está relacionada con la capacidad del mismo, sin embargo es importante resaltar ambas debido a que un aspecto es la función que puede realizar un equipo y otra la capacidad que tiene para ejecutar varias de estas funciones al mismo tiempo.

La capacidad de un equipo de ser administrable brinda al usuario muchas más ventajas que el contar con un equipo que no lo es.

Velocidad.- al contar con un backbone de 10Gbps los puertos de los equipos solicitados deberán de ser de 1 Gbps, la velocidad del puerto puede ser regulada en el equipo de 10/100/1000 Mbps.

Los puertos de los equipos de acceso (para usuarios finales) utilizan salidas para conectores RJ-45. Los puertos que son utilizados como troncales generalmente son SFP (Conectores de Factor Pequeño) por lo que utilizan GLC para la conexión de enlaces de fibra.

Un punto importante de los equipos principales, es que estos generalmente son modulares y manejan tarjetas con una cantidad variable en el número de puertos. Un aspecto a cuidar es la velocidad que maneja este equipo por tarjeta, ejemplo: una tarjeta posee 6 puertos GBIC's y existe otra versión que te brinda 48 puertos SFP, a primera vista la segunda tarjeta te brinda mayor densidad en menos espacio, pero la realidad es que en funcionamiento la primera trabajara mucho mejor, esto es debido a que la segunda tarjeta trabaja con 8 puertos el mismo ancho de banda que la primera en tan solo un puerto.

Modo de Trasmisión.- Se pueden manejar transmisiones en modo full dúplex o half dúplex. El hecho de trabajar en modo full dúplex aplica directamente en la velocidad y mejor desempeño del puerto utilizado, pero para los casos en los que se utilice un MUTO o un Hub en alguno de los puertos será necesaria la configuración en half dúplex, esto debido a que las tecnologías full dúplex no utilizan métodos de acceso al medio.

VLAN.- Los puertos de un equipo pueden ser asignados a diferentes VLAN's delimitando así el dominio de broadcast. Además de esto permite la implementación de la VLAN de voz.

RSTP.- Pueden utilizarse técnicas de redundancia rápida que permitan la operación de la red aun y cuando se lleguen a presentar fallas en ella (en tiempo real).

ACL's.- Se pueden crear listas de acceso que nieguen el acceso al uso de aplicaciones, direcciones o puertos no autorizados.

CoS.- Puede habilitarse el uso de la calidad en el servicio, el cual garantiza un ancho de banda específico para el uso de una aplicación y que el tráfico marcado como importante siempre tenga prioridad sobre el resto.

PoE.- Permite la conexión de dispositivos como teléfonos IP sin la necesidad de que estos estén conectados a la línea eléctrica.

Otro aspecto a considerar son las características físicas funcionales de los equipos, es decir, en qué condiciones pueden trabajar (temperatura, humedad, niveles de ruido, variaciones de voltaje, corriente, etc).

Los equipos seleccionados para brindar servicio a los usuarios fueron los modelos 3560 de Cisco con 48 puertos, con energía sobre Ethernet (10/100/1000).

Para las áreas de procesos industriales se eligió el modelo 3000 de Cisco ya que cuenta con las características lógicas tanto físicas funcionales necesarias para las aplicaciones.

2) Según Capacidad

Es importante considerar las capacidades funcionales de un equipo, así como la función que se le dará en su implementación, ya que esto permitirá la selección del equipo más adecuado para la empresa.

Las capacidades a considerar en un enrutador son:

Número máximo de conexiones, número máximo de solicitudes de traslación de direcciones, número máximo de direcciones simultáneas de IP que pueden ser otorgadas, número de VPN's, número de conexiones de telefonía IP, número de listas de acceso y tablas de ruteo que pueda soportar el equipo. Otros puntos importantes son la capacidad de procesamiento (número de procesadores), la cantidad de memoria que este posee y los módulos de expansión que el equipo posea ya que esto permitirá al equipo que pueda incrementar la capacidad de servicio.

Las capacidades también pueden ser menores dependiendo de las funciones de las que este encargado el enrutador, es decir, si dentro de la red existen otros enrutadores que realizan funciones que le quitan carga de trabajo las capacidades de los enrutadores pueden ser menores.

Las capacidades a considerar en conmutador son:

Número de VLAN's soportadas, número de listas de acceso soportadas, capacidad de procesamiento (número de procesadores), cantidad de memoria y módulos de expansión. Otro punto importante es la capacidad de manejar energía sobre Ethernet, actualmente los equipos manejan el PoE tipo 1 y la potencia que maneja el equipo es insuficiente para brindar este servicio a todos sus puertos, por lo que si la demanda de este tipo de servicio es muy alta es recomendable la utilización de dispositivos de energización externos como lo son los power injector o midspan.

El número de puertos del equipo será seleccionado de acuerdo a los servicios solicitados siendo estos de 24, 48 o modulares.

Otra capacidad importante en los equipos es que estos sean administrables, es decir, que posean diversas características de configuración que pueden ser personalizadas dependiendo las necesidades del usuario.

Es importante que las empresas medianas a grandes comprendan que es indispensable contar con una red segura y confiable que permita la comunicación entre las diversas locaciones, esto no puede lograrse mediante la contratación de servicios convencionales de red y menos con la utilización de equipos caseros, es necesaria la contratación de enlaces dedicados que garanticen el nivel de funcionalidad requerido por la empresa, al igual que un equipo perfectamente dimensionado que le permita a la empresa obtener el máximo provecho de este recurso.

3) Selección de Transceptores

Para lograr la comunicación entre el equipo principal (CORE) y los diferentes equipos distribuidos en el edificio es necesaria la utilización de transceptores tanto en el equipo principal como en el equipo final. La selección del tipo de transceptor depende del tipo de puerto que poseen los equipos y del tipo de fibra implementado.

En el equipo principal se utilizarán puertos GBIC y en los equipos de Acceso SPF, las características de sus puertos se verán más adelante por lo que en este punto solo especificaremos que el tipo de transceptor necesario para el manejo de la fibra óptica multimodo OM3 es el Cisco SFP-10G-SR.

Parte 4 – Seguridad

Una vez realizada y verificada la instalación será importante considerar los siguientes aspectos de seguridad:

Física

Es importante contar con un buen sistema de seguridad en todas las empresas, ya que este te permitirá no solo detectar posibles ataques o amenazas sino además el resolver problemas que se puedan presentar en los cambios, mantenimientos o adiciones a la infraestructura de la red.

El primer paso es contar con control de acceso, esto es un sistema que solo permita el acceso del personal autorizado y que además lleve registro de las fechas y horas a las que determinada persona entro a esa ubicación. Estos accesos electrónicos pueden ser a través de tarjetas, huella digital, claves, entre otras.

Para prevenir que la obtención de información sea equivocada, ya sea por préstamo de tarjetas, por la entrada de varias personas a la vez mientras el registro solo marca una se sugiere la utilización de cámaras de seguridad en los BD, FD o puntos de distribución de red. Este sistema de monitoreo debe estar integrado preferentemente a la red Ethernet con el fin de sacar el mejor provecho del mismo ya que el tener este tipo de servicio en red permite el envío de correos e incluso de mensajes SMS a celular para el aviso de fallas en equipos, accesos no autorizados, entre otros.

Lógica

El contar con una red que permita el acceso para el monitoreo de estos procesos puede representar una ventaja muy importante para la toma de decisiones en el momento adecuado, pero hay que cuidar que esta ventaja no se vuelva una desventaja al dejar desprotegida nuestra red. Ya que la seguridad informática es muy importante dentro de una empresa, sobre todo cuando se no solo se tiene en peligro la información sino el control de los procesos de producción.

El primer punto es la creación de VLAN's dentro de nuestra red, las VLAN's se pueden establecer por zonas, por departamentos o funciones. La recomendación es que se realicen por zonas debido a que esto permitirá que el tráfico generado sea local y no afecte al desempeño global de la red otro punto importante es que todos los recursos que se encuentren en el área puedan ser utilizados por los usuarios que están ubicados en esa zona, como pueden ser impresoras, multifuncionales, etc.

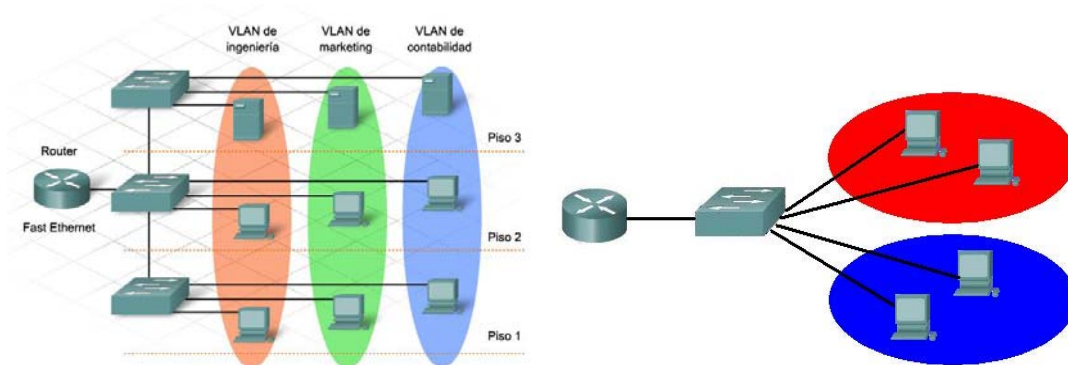


Figura 7.- VLAN por Departamentos vs VLAN por Zona

La utilización de listas de acceso es una herramienta importante en la seguridad de la red, ya que limita las conexiones que se pueden realizar de un punto a otro de la red. Un ejemplo puede ser el departamento de ingeniería, a este departamento le es otorgado un rango de direcciones IP, tanto para el personal como para los diferentes dispositivos del área (Maquinas CNC, PLC, Robots, etc) pero se ha detectado que personal del Departamento de Administración a intentado realizar la conexión a alguno de los dispositivos antes mencionados, por lo que esta acción puede traer como consecuencia una problemática muy grande para la empresa, para prevenir esto se implementara una ACL, que no permita la conexión de ese Departamento.

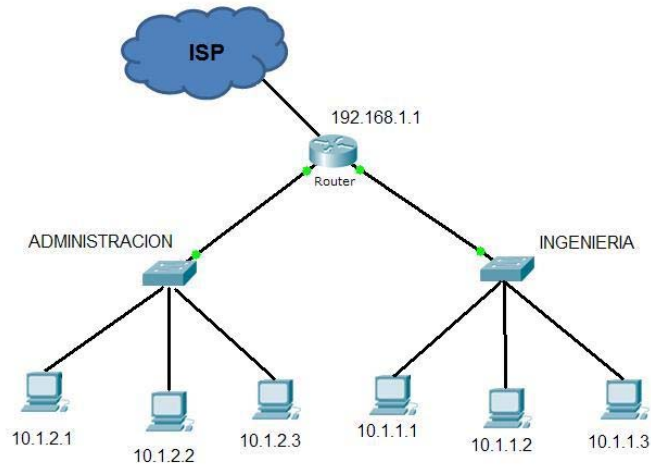


Figura 8.- Representación de una red

La configuración de la lista de acceso sería como la siguiente:

```
Router(config)#access-list 1 permit 10.1.1.0 0.0.0.255
```

```
Router(config)#line vty 0 4
```

```
Router(config)#access-class 1 in
```

Con esta pequeña secuencia de comandos se está asegurando que solo el personal que está ubicado en el área de Ingeniería sea el único que puede acceder a esa red.

CONCLUSIONES

Hoy en día las industrias de todos los tamaños y sectores se encuentran con la necesidad de incrementar su eficiencia. Por lo que requieren de una solución que les permita manejar bien sus recursos, que utilice un buen ancho de banda, que brinde flexibilidad, que posea resistencia y la manejabilidad que las operaciones industriales requieren.

Así como los sistemas de automatización industriales requieren de una planificación cuidadosa, también lo requieren los sistemas de cableado ya que es a través de este que nuestro sistema podrá comunicarse y mediante el cual podremos obtener información valiosa para nuestra empresa.

De tal manera el hecho de contar con la información no es suficiente. Es necesario tener la capacidad de accederla, integrarla y distribuirla, y que además se pueda obtener de ella un beneficio. Es por ello que el contar con una infraestructura confiable y robusta como la que se puede obtener con la implementación de una red Ethernet Industrial.

Las redes industriales requieren de flexibilidad que permitan a los usuarios realizar movimientos o cambios sin tener que para el servicio, además de contar con una tecnología que sea de fácil mantenimiento y rápida corrección de fallas. Ventajas que solo una red Ethernet puede otorgar.

Los beneficios ofrecidos por este tipo de tecnología son muchos teniendo el conocimiento necesario para utilizarla, por lo que es crítico obtener toda la información del proyecto antes de comenzar el diseño para lograr finalmente una implementación funcional y exitosa, de tal forma que esta represente una ventaja laboral para la empresa.

En esta Tesis se mencionan las características funcionales de cada uno de los diferentes materiales que se pueden utilizar, medios de transmisión y sus conectores más comunes (genéricos), así como las características funcionales y de interconexión

que deben de manejar los equipos con los que se operara la red Ethernet Industrial buscando así cumplir con el objetivo de este tipo de redes que es el funcionamiento de una red multi-producto.

Cabe mencionar que a pesar de que este tipo de red es la que mayor fuerza está teniendo para colocarse como el estándar de comunicaciones en la industria, actualmente ya cuenta varios “tipos” de Ethernet Industrial entre los que se encuentran: Profinet, EthernetCAT, Powerlink, Eterneth/IP.

Estos tipos de Ethernet Industrial siguen con el funcionamiento sobre la capa de red de Ethernet sin embargo incorporan protocolos que funcionan en las capas superiores del modelo OSI, por lo que soluciones como MODBUS/TCP o Ethernet/IP incorporan a los protocolos Modbus y CIP respectivamente para trabajar sobre la capa de red Ethernet. Así mismo otra de las soluciones como PROFINET ha incorporado al mercado hasta tres versiones de sus soluciones:

- Solución Estándar basada en TCP/IP la cual puede manejar aplicación en tiempo real con ligeros retrasos.
- Solución media la cual necesita la configuración de los enrutadores para el manejo de prioridades de tráfico en la red.
- Solución synchronous real-time la cual requiere una configuración más profunda en el hardware que conforma la red para garantizar un gran nivel de determinismo en las comunicaciones.

Otras soluciones como EtherCAT o PowerLink siguen la tendencia de PROFINET de ofrecer soluciones que trabajen con un tiempo real más estricto para la aplicación de control de ejes o servo-posicionamiento entre otras.

El objetivo de los diferentes tipos de Ethernet Industrial que existen actualmente es la rápida y sencilla implementación de los dispositivos, ya que estos pueden ser configurados mediante una interface grafica por cualquier persona, sin necesidad de contar con un experto en el área de redes para su implementación. Sin embargo, debe de contarse con equipo y personal de redes capacitado para la correcta instalación de este tipo de tecnología y la obtención de los mayores beneficios de la misma.

En esta tesis se manejan las principales características funcionales que deben de considerarse en los equipos de red, para que pueda soportar el funcionamiento lógico propuesto.

Además los equipos propuestos son equipos estándares y configurables, es decir, que poseen puertos en los cuales se puede seleccionar el tipo de transductor que mejor convenga ya sea por medio de transmisión utilizada, distancia, velocidad manejada o hasta el costo del mismo. Este comentario se basa en que los actuales dispositivos que ofrecen las diferentes compañías de automatización ofrecen soluciones fijas, de las cuales hay que tener conocimiento antes de pensar en su implementación ya que el medio utilizado si puede llegar a influir en el funcionamiento de la red industrial.

También cabe señalar que se mencionaron los conectores estándares que se manejan tanto a nivel comercial como en la industria con el fin de brindar beneficios en los posibles casos de que pudiera presentarse una falla y esta pueda ser resuelta lo más pronto posible.

TRABAJOS FUTUROS

Se propone como trabajos futuros la aplicación de la metodología propuesta para el diseño de una red Ethernet en la Industria en casos reales para su posterior implementación.

La realización de un trabajo de investigación que permita observar las diferencias entre la utilización de una red Ethernet Industrial y los otros tipos de redes industriales.

La realización de un análisis de los diferentes tipos de Ethernet Industriales que existentes y sus aplicaciones a los diferentes tipos de procesos en la Industria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- [1] Lounsbury, Robert. Industrial Ethernet on the Plant Floor: A Planning and Installation Guide. 2008. ISA, Estados Unidos.
- [2] Castro, Manuel. Sistemas de Cableado Estructurado. 2008. Alfaomega, México.
- [3] Piedrafita, Ramón. Ingeniería de la Automatización Industrial. 2004. Alfaomega, México.
- [4] Tanenbaum, Andrew. 2003. Redes de Computadoras. Pearson, México.
- [5] Groover, Mikell. 2008. Automation. Production System and Computer-Integrated Manufacturing. Pearson, Estados Unidos.
- [6] Interconnecting Cisco Devices 2. 2007. CISCO. Canadá
- [7] Instalación de Sistemas de Cableado. 2006. AMP NETCONNECT, Estados Unidos.
- [8] Diseño de Cableado en Redes. 2006. AMP NETCONNECT, Estados Unidos.
- [9] Fiber Optic Technologies. 2008. CommScope, Estados Unidos.
- [10] Instalación de Sistemas de Cableado. 2008. Panduit, Mexico.
- [11] Huidrobo, Jose. 2006. Comunicaciones en Redes WLAN. Limusa, México.
- [12] Venegas, Denise. Metodología para la selección e integración de componentes de hardware y software para redes industriales. 2004. Tesis (Maestría en Ciencias en Manufactura con Especialidad en Automatización), ITESM Campus Monterrey.

ESTANDARES

Telecomunicaciones

TIA/EIA 568 C, TIA/EIA 569 B, TIA/EIA 606 A, J-STD 607 A, NMX-I-248-NYCE-2004

Industria

ISO/IEC 24702, IEC 61918, IP Code

ARTICULOS

Kaschel, Héctor. Análisis del Estado del Arte de los Buses de Campo Aplicados al Control de Procesos Industriales. Universidad de Santiago de Chile.

Romero, Diego. Introducción al Ethernet Industrial. 2005. IEEE, Argentina.

Ingeniería de Sistemas y Automática. Redes Locales en Entornos Industriales. 2004. Universidad de Oviedo, España. [<http://www.isa.uniovi.es>]

Rodríguez, Álvaro. Fibra de Nueva Generación. 2001. Comunicaciones World. España.

Velocidad de Transmisión y Longitud de Enlace. W3Comunicaciones. España. 2005. [<http://www.w3comunicaciones.es>]

Matesanz, Miguel. Selección de un cableado de Fibra Óptica. W3Comunicaciones. España. 2007. [<http://www.w3comunicaciones.es>]

Ferreira Fabiana. Seminario de Ethernet Industrial. Universidad de Quilmes. Argentina. 2008.

Ferreira, Fabiana. Redes de Comunicación Industrial. Universidad de Quilmes. Argentina. 2008.

Baker, Barry. Industrial Ethernet Media Selection and Installation. Estados Unidos. 2004. [<http://www.industrialnetworking.com>]

Rusell, Tom. Introduction to Industrial Ethernet. Quabbin. Estados Unidos. 2005.

PAGINAS WEB

Allen Bradley Ethernet Industrial [<http://www.ab.com/networks/devicenet.html>]

AMP NetConnect [<http://www.ampnetconnect.com/>]

Actor Sensor Interface (AS-i) [<http://www.as-interface.net/>]

Belden [<http://www.belden.com>]

Biblioteca Digital ITESM [<http://biblioteca.itesm.mx>]

Cisco [<http://www.cisco.com>]

Cablofil [<http://www.cablofil.com.mx/>]

Charofil [<http://www.charofilmancilla.com.mx>]

CommScope [<http://www.commscope.com/company/eng/index.html>]

GridConnect [<http://www.industrialethernet.com>]

Harting [<http://www.harting.com/en/>]

Industrial Ethernet University [<http://www.industrialethernetu.com/>]

Fieldbus Foundation [<http://www.fieldbus.org/>]

MACSE [<http://www.bticino.com.mx>]

National Fire Protection Association [<http://www.nfpa.org/>]

Panduit [<http://panduit.com/index.htm>]

Radio Comunicaciones y Fibra Óptica [<http://www.radioptica.com>]

SIEMENS Ethernet Industrial [<http://www.automation.siemens.com/>]

SIEMON [<http://www.siemon.com>]

TIA [<http://www.tiaonline.org>]

Unit of Measure [<http://www.themeter.net/>]

Weidmuller [<http://www.weidmuller.com.mx/>]

ANEXOS

A1 ESTANDARES DE CABLEADO

A1.1 Cableado de Telecomunicaciones

A principios de los años 90, la industria de telecomunicaciones reconoció la necesidad de establecer lineamientos para el cableado, utilizado en edificios, para voz y para datos. Estos lineamientos proveen la información para efectuar la correcta instalación de nuevos productos, la realización de movimientos, adiciones y/o cambios en una instalación existente.

Estos lineamientos buscan la estandarización de procedimientos y productos y son escritos y aprobados por comités de profesionales de la industria.

Los estándares que se establecen sobre el cableado no son obligatorios, sin embargo las empresas tienden a adoptarlos voluntariamente para hacer más atractivos sus productos o el servicio final brindado al usuario.

La utilización de estándares en los productos permite al usuario solicitar la cotización de productos sin entrar de manera detallada en la especificación de los mismos, permitiendo a su vez que el proveedor pueda ofrecerle soluciones complementarias o productos con mejor desempeño que los estándares solicitados.

Existen diversos estándares que tratan de cumplir con las normas internacionales, estos generalmente son adoptados con diferentes nombres según el nombre de la organización que se encuentra en la región pero se refieren básicamente al cumplimiento de las mismas normas. Algunas organizaciones internacionales son: CENELEC (Europea), AS/NZS (Australia/Nueva Zelanda), ANSI (Americana), IEC (Comisión Electrotécnica), CSA (Canadiense), NICE (Mexicana), entre otras.

En esta tesis se dará preferencia a los nombres utilizados en las normas ANSI (TIA/EIA), ya que las normas mexicanas están basadas en las antes mencionadas.

TIA/EIA – 568 C (ISO 11801)

Es el estándar del cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales y se ha convertido en el estándar americano en la industria.

El objetivo de este estándar es permitir la planeación e instalación de un sistema de cableado estructurado dentro de un edificio, especificando un cableado estructurado estándar que pueda soportar un ambiente multi-producto y multi-fabricante. Es decir, el proveer una estructura común para la comunicación de los diferentes sistemas dentro de un mismo edificio o entre edificios.

Las principales secciones de esta norma son:

- Definiciones, siglas y abreviaciones.
- Cableado horizontal y de backbone.
- Cuarto de Telecomunicaciones, Cuarto de equipos, Entrada de facilidades del Edificio.
- Cableados y equipo de conectividad.
- Practicas de blindaje.
- Especificaciones de enlace y pruebas.

El estándar se divide en 3 secciones:

TIA-568-C.1 Requerimientos Generales

TIA-568-C.2 Requerimientos para el Cableado de Par Tranzado Balanceado

TIA-568-C.3 Requerimientos de Componentes para el Cableado con Fibra Óptica

TIA/EIA – 569 B (ISO 18010)

Este estándar es referente a los espacios y canalizaciones de telecomunicaciones en edificios comerciales.

El objetivo de esta norma es buscar la estandarización del diseño y las practicas de construcción dentro y entre edificios, que serán el soporte para la instalación de cableados y equipos de telecomunicaciones.

En este estándar se cubren las canalizaciones (vinculación de estaciones de trabajo) y los espacios (ubicación de equipos y terminaciones) y como debería ser su diseño y utilización dentro de la infraestructura de telecomunicaciones.

Las principales secciones de esta norma son:

- Canalizaciones horizontales: Incluye lineamientos para el planificación e instalación de piso ducto, piso elevado, caños, bandejas, cable canal, cielo raso y canalizaciones perimetrales que pueden utilizarse para la distribución de cableados horizontales.
- Canalizaciones para backbone: Incluye las canalizaciones dentro y entre edificios.
- Cuartos de telecomunicaciones: Dimensiones, ubicaciones, canalizaciones y acondicionamiento.

TIA/IEA – 606 A (ISO 14763.1)

Es el estándar para la Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.

Su objetivo es promover un esquema de administración uniforme independiente de las aplicaciones, y establece lineamientos para los usuarios, fabricantes, consultores, contratistas, diseñadores y todo el personal involucrado en la administración de la infraestructura de telecomunicaciones.

Este estándar reconoce la importancia de una adecuada documentación para facilitar la administración sobre el cableado instalado durante la vida útil del edificio.

Las principales secciones de esta norma son:

- Conceptos de administración: Define 3 elementos principales identificadores, vínculos y documentación.
- Administración de canalizaciones y espacios, sistema de cableado y sistemas de tierra.

- Etiquetado y código de colores: Especifica los requerimientos del etiquetado y el código de colores como una forma de identificación del tipo de elemento de telecomunicaciones que se está observando.

TIA/EIA – 607

Este estándar define los requerimientos de tierras y anclaje para los edificios comerciales en la industria de telecomunicaciones.

Su objetivo es la planeación, diseño e instalación del sistema de tierra para telecomunicaciones con o sin conocimiento previo del sistema que se instalara.

El estándar no define la utilización de productos de tierras ni procedimientos para unir el equipo al backbone de tierra, solo menciona el lugar donde conectar los protectores al sistema de tierras.

La información acerca de la protección eléctrica de los circuitos y los métodos de instalación de tierras y anclaje pueden encontrarse en el código eléctrico nacional (NEC) y en el código de seguridad eléctrica nacional (NESC).

Las principales secciones que menciona esta norma son:

- Visión general sobre los sistemas de tierra y anclaje.
- Componentes de tierras y anclaje para telecomunicaciones.
- Entrada de facilidades, cuarto de telecomunicaciones y cuarto de equipos

A1.2 Cableado de Comunicación Industrial

ISO/IEC 24702

Este estándar está basado y hace referencia sobre los requerimientos de la ISO/IEC 11801. Este contiene requerimientos adicionales que son apropiados para los lineamientos industriales en los cuales de la distancia máxima sobre la cual corren los servicios de comunicaciones han sido distribuidos es de 10,000m. Los principios de este estándar internacional quizá sean aplicados a instalaciones que no caen en este rango.

Además de los requerimientos de la ISO/IEC 11801, este estándar especifica:

- a) Una estructura y configuración modificada para el cableado genérico dentro de los lineamientos industriales en los cuales las aplicaciones de tecnologías de información son utilizadas para soportar procesos de monitoreo y funciones de control.
- b) Opciones de implementación.
- c) Requerimientos adicionales que reflejan el rango ambiental de operación dentro de los lineamientos industriales.

Requerimientos de protección (eléctrica, fuego, etc.) y compatibilidad electromagnética (EMC) están fuera del alcance de este estándar internacional y son cubiertos por otros estándares y regulaciones. Sin embargo, la información brindada por este documento puede servir como asistente en el conocimiento de estos estándares y regulaciones.

IEC 61918

Este estándar internacional especifica los lineamientos industriales para cumplir con los requerimientos básicos en la instalación del cableado para la comunicación de redes en islas o sitios industriales. También cubre temas relacionados de cableado balanceado y de fibra óptica. Además de abordar temas relacionados con la infraestructura de cableado para los dispositivos inalámbricos, aunque no cubre el medio inalámbrico en sí.

Se habla también de medios adicionales en la serie IEC 61784-5. Este que es un estándar que complementa al IEC 61918 en los temas de redes de comunicación industrial en islas de automatización y las cuales son especialmente especificadas en la serie IEC 61158 y la IEC 61784. Otro de los temas que tratan estos estándares son:

- La instalación de cableado de Telecomunicaciones genérico basado en los lineamientos industriales como se especifica en el ISO/IEC 24702.
- La conexión entre el cableado genérico de telecomunicaciones especificado en el ISO/IEC 24702 y el cableado de comunicación específico de una isla de automatización, donde una salida de automatización reemplaza a una salida de telecomunicaciones de la ISO/IEC 24702.

NOTA: Si la interface utilizada en la salida de automatización no cumple con esta especificación para la TO de la ISO/IEC 24702, el cableado no cumplirá con la ISO/IEC 24702 aunque algunas características de funcionamiento del cableado genérico quizás se conserven. Este estándar provee una guía que cumple con los aspectos críticos de las áreas de automatización industrial (topologías, condiciones ambientales, vibraciones, contaminación química, EMC, protección funcional, seguridad, etc.)

Este estándar se maneja con roles de planeación, implementación, verificación y pruebas de aceptación, administración y mantenimiento, resolución de problemas. Además de servir como guía y especifica las responsabilidades del personal.

A2 ESTADARES DE PROTECCIÓN

Código de Protección contra Intrusión (IP Code)

El código IP definido en el estándar IEC 60529 clasifica los grados de protección en gabinetes o equipo contra de objetos sólidos, polvo, contacto accidental y la presencia de agua. IP proviene de Protección Internacional (International Protection), aunque también se le puede interpretar como Protección de Ingreso (Ingress Protection). El código IP se compone de dos números a los que les pueden seguir dos letras ambas opcionales, dependiendo de las características ofrecidas por el producto.

Se habla también de medios adicionales en la serie IEC 61784-5. Este que es un estándar que complementa al IEC 61918 en los temas de redes de comunicación industrial en islas de automatización y las cuales son especialmente especificadas en la serie IEC 61158 y la IEC 61784. Otro de los temas que tratan estos estándares son:

- La instalación de cableado de Telecomunicaciones genérico basado en los lineamientos industriales como se especifica en el ISO/IEC 24702.
- La conexión entre el cableado genérico de telecomunicaciones especificado en el ISO/IEC 24702 y el cableado de comunicación específico de una isla de automatización, donde una salida de automatización reemplaza a una salida de telecomunicaciones de la ISO/IEC 24702.

NOTA: Si la interface utilizada en la salida de automatización no cumple con esta especificación para la TO de la ISO/IEC 24702, el cableado no cumplirá con la ISO/IEC 24702 aunque algunas características de funcionamiento del cableado genérico quizás se conserven. Este estándar provee una guía que cumple con los aspectos críticos de las áreas de automatización industrial (topologías, condiciones ambientales, vibraciones, contaminación química, EMC, protección funcional, seguridad, etc.)

Este estándar se maneja con roles de planeación, implementación, verificación y pruebas de aceptación, administración y mantenimiento, resolución de problemas. Además de servir como guía y especifica las responsabilidades del personal.

A2 ESTADARES DE PROTECCIÓN

Código de Protección contra Intrusión (IP Code)

El código IP definido en el estándar IEC 60529 clasifica los grados de protección en gabinetes o equipo contra de objetos sólidos, polvo, contacto accidental y la presencia de agua. IP proviene de Protección Internacional (International Protection), aunque también se le puede interpretar como Protección de Ingreso (Ingress Protection). El código IP se compone de dos números a los que les pueden seguir dos letras ambas opcionales, dependiendo de las características ofrecidas por el producto.

1° numero	2° numero	Letra (Opcional)	Letra adicional (Opcional)
0...6	0...8	A...D	H...W

Tabla A2.1.- Calificación de Protección de Ingreso [http://www.themeter.net]

Con este estándar se le da al usuario mayor información acerca de las características del producto, mas alla de los términos manejados por la mercadotecnia del producto como puede ser el término “resistente al agua” (waterproof).

A continuación se mostrara el significado de los números y las letras de las que se puede componer el código IP.

Numero	Protección de materiales	Protección Contra Objetos Sólidos
0	No protegido	
1	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 55mm.	Protección de acceso con el dorso de la mano
2	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 12mm.	Protección de acceso con los dedos
3	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 2.5mm.	Protección de acceso con una herramienta
4	Cuerpos sólidos superiores a 1mm.	Protección de acceso con herramientas o alambres
5	Protección contra polvos	Entrada limitada (no hay depósitos)
6	Totalmente protegido de polvos	Entrada limitada (no hay depósitos)

Tabla A2.2.- Primer Dígito del Código IP [http://www.themeter.net]

Numero	Protección Contra Líquidos
0	No protegido
1	Protección contra gotas de agua que caen verticalmente (condensación)
2	Protección contra salpicaduras directas de agua desde la vertical hasta una inclinación de 15°
3	Protección contra salpicaduras directas de agua desde la vertical hasta un ángulo de 60° (lluvia)
4	Protección contra atomizadores de agua, ingreso permitido limitado
5	Protección contra chorros de agua de baja presión, Ingreso permitido limitado
6	Protección contra fuertes chorros de agua
7	Protección contra efectos de inmersión entre 15cm y 1m.
8	Protección contra efectos de inmersión bajo presión por periodos extendidos

Tabla A2.3.- Segundo Numero del Código IP [<http://www.themeter.net>]

Letra	Protección de Acceso
A	Protección de acceso con el dorso de la mano
B	Protección de acceso con el dedo
C	Protección de acceso con una herramienta
D	Protección de acceso con un alambre

Tabla A2.4.- Letra Opcional del Código IP [<http://www.themeter.net>]

Letra Adicional	Protección Contra Entornos
H	Dispositivos de alta tensión
M	Dispositivo en movimiento a prueba de agua
S	Dispositivo permanente a prueba de agua
W	Aprueba de diferentes condiciones de clima (Adaptado al medio)

Tabla A2.5.- Letra Adicional del Código IP [http://www.themeter.net]

TIA 1005

Esta norma hace referencia a sistemas de cableado en ambiente industrial. Actualmente se encuentra en desarrollo y se espera sea liberada en el 2009.

Tecnología	Velocidad	Medio	Distancia	Topología
10Base2	10 Mbps	Coaxial	185 m	Bus
10Base5	10Mbps	Coaxial	500 m	Bus
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado Categoría 3 2 Pares	100 m	Estrella
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella Half Duplex Full Duplex
100BaseT2	100Mbps	Par Trenzado Categoría 3 2 Pares	100 m	Estrella Half Duplex Full Duplex
100BaseT4	100Mbps	Par Trenzado Categoría 3 4 pares	100 m	Estrella Half Duplex
100BaseTX	100Mbps	Par Trenzado Categoría 5 2 Pares	100 m	Estrella Half Duplex Full Duplex
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000Mbps	Par Trenzado Categoría 5e 4 Pares	100 m	Estrella Half Duplex Full Duplex
1000BaseCx	1000Mbps	STP	25 m	Estrella Half Duplex Full Duplex
1000BaseTX	1000Mbps	UTP Categoría 6 -4 Pares	100 m	Estrella Half Duplex Full Duplex
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica Multimodo	550 m	Estrella Full Duplex
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica Monomodo	5000 m	Estrella Full Duplex

Tabla A2.1.- Especificaciones de los Estándares Ethernet [Castro 2008]