

72



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“COMUNICACIONES.  
ENLACE DE REDES LAN CON FIBRA OPTICA”

**TRABAJO DE SEMINARIO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

**MIGUEL ANGEL PALMA RODRIGUEZ**

ASESOR: ING. VICENTE MAGAÑA GONZALEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2000

287178



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
**DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN**  
**PRESENTE**

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones. Enlace de redes Lan con fibra óptica.

que presenta el pasante Miguel Angel Palma Rodríguez

con número de cuenta: 9019685-8 para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 14 de septiembre de 2000

**MODULO**

**PROFESOR**

**FIRMA**

I Ing. Jorge Ramírez Rodríguez

II Ing. Vicente Magaña González

III Ing. Rodolfo López González

*[Firma manuscrita]*  
Vicente Magaña  
*[Firma manuscrita]*

*Gracias:*

*Papa y Mama por la confianza,  
esfuerzo y el apoyo incondicional que  
me brindaron siempre.*

*A todas las personas que me apoyaron  
en la realización de este triunfo.*

*Miguel Ángel.*

---

## INTRODUCCION

En el ámbito de las comunicaciones de datos, una red esta definida como un sistema de equipos de datos los cuales se conectan o enlazan por medio de canales de comunicación, para cumplir con el propósito principal de las redes, la transferencia de datos entre usuarios. Uno de los muchos usos que puede tener una red, es transferir datos que provienen de oficinas regionales a una oficina central donde los datos serán procesados y se les asignará el formato necesario para transformarse en reportes. Los reportes podrán entonces reenviarse a diferentes oficinas regionales. Otros usos podrían ser, el acceso a Internet, él poder acceder a servidores remotos para la obtención de información que es necesaria en ese momento sin tener que ir a buscar físicamente, todo este trabajo se realiza sin moverse de su computadora personal.

Actualmente un gran número de redes están funcionando en todo el mundo. algunas de ellas son redes públicas (como es el caso de Internet), otras son privadas y algunas están dedicadas a la investigación.

Más adelante se revisarán algunas topologías y protocolos de redes, así como su forma de implementación para poder ser incorporadas a redes públicas

Las redes, por lo general, tienen diferencias en cuanto a historia, administración, servicio que ofrecen, su diseño técnico y usuarios.

Aunque las redes sean diferentes en su estructura interna, todas ellas utilizan el modelo OSI y los estándares que proporcionan los distintos comités encargados de esto

El resto del trabajo consiste en la conexión de dos redes LAN utilizando, un enlace físico de Fibra Óptica, tomando en cuenta, los factores que afectarían este tipo de enlace, así como el ancho de banda que se necesita, el tiempo de vida, el tipo de fibra, los empalmes necesarios y por último algunos cálculos de potencia que se deben tener en cuenta para saber, que fibra es la correcta para hacer el enlace.

## PROLOGO.

El presente trabajo es referido a los tipos de redes de computadoras y sus medios físicos más comunes que son utilizados para los enlaces de comunicación entre redes.

En el capítulo 1 se da una introducción a los tipos de redes que existen, sus formas de conexión (topologías físicas), y por último los equipos de comunicación que son utilizados para enlazarlas, completando el sistema de comunicación entre redes de datos

En el segundo capítulo se encuentra un proyecto de enlace de redes con fibra óptica. La idea de este proyecto se genera a partir de que, en una empresa es necesario contar con una red de datos eficiente y rápida, sin problema de tráfico (ancho de banda grande), ni con una inversión muy grande

Todo lo anterior es para dar una idea de los elementos que se necesitan para la construcción de una red, así como algunas normas que son necesarias y se deben tener en cuenta si es que la red necesita ser certificada.

## INDICE GENERAL.

| <b>Tema</b>                                   | <b>pagina</b> |
|---|---------------|
| 1 Introducción a las redes.....               | 1             |
| 1.1 Redes de comunicación.....                | 2             |
| 1.1.1 Redes MAN.....                          | 2             |
| 1.1.2 Redes WAN.....                          | 3             |
| 1.1.3 Redes LAN.....                          | 3             |
| 1.2 Topologías de Red.....                    | 5             |
| 1.2.1 Ethernet.....                           | 6             |
| 1.2.2 Fast Ethernet.....                      | 8             |
| 1.2.3 Token ring.....                         | 9             |
| 1.2.4 FDDI.....                               | 10            |
| 1.3 Equipos para implementación de Redes..... | 12            |
| 1.3.1 Repetidores.....                        | 12            |
| 1.3.2 Puentes.....                            | 13            |
| 1.3.3 Ruteadores.....                         | 13            |
| 1.3.4 Switches.....                           | 14            |
| 2 Enlace de Redes LAN con Fibra Óptica.....   | 16            |
| 2.1 Requerimientos.....                       | 17            |

| Tema  | pagina |
|---|--------|
| 2.2 Tipo de señal.....                                  | 18     |
| 2.2.1 Muestreo.....                                     | 18     |
| 2.2.2 Cuantización.....                                 | 20     |
| 2.2.3 Codificación.....                                 | 20     |
| 2.3 Tasa de Error.....                                  | 22     |
| 2.4 Ancho de Banda.....                                 | 22     |
| 2.5 Requerimientos.....                                 | 23     |
| 2.5.1 Características de Fibras Ópticas.....            | 24     |
| 2.5.2 Fibras Multimodo de índice escalonado.....        | 27     |
| 2.5.3 Fibras Multimodo de índice gradiente gradual..... | 28     |
| 2.5.4 Fibras Ópticas Monomodo.....                      | 29     |
| 2.5.5 Tipo de cable.....                                | 29     |
| 2.6 Transmisor.....                                     | 30     |
| 2.7 Receptor.....                                       | 30     |
| 2.8 Conexión y empalmes.....                            | 30     |
| 2.9 Cálculos de potencia.....                           | 31     |

| Tema                            | pagina |
|---------------------------------|--------|
| A Anexo.....                    | 35     |
| A.1 Modelo OSI .....            | 36     |
| A.1.1 Capa física .....         | 37     |
| A.1.2 Capa de enlace .....      | 37     |
| A.1.3 Capa de red.....          | 38     |
| A.1.4 Capa de transporte.....   | 38     |
| A.1.5 Capa de sesión.....       | 39     |
| A.1.6 Capa de presentación..... | 39     |
| A.1.7 Capa de aplicación.....   | 39     |
| A.2 Protocolos de redes.....    | 40     |
| A.2.1 CSMA/CD.....              | 40     |
| A.2.2 Token passing.....        | 42     |
| A.2.3 X.25.....                 | 42     |
| A.2.4 Frame Relay .....         | 44     |
| A.2.5 ATM.....                  | 45     |
| A.3 Estándares y Normas.....    | 47     |
| A.3.1 EIA/TIA-568.....          | 47     |
| A.3.2 ISO/IEC IS 11801.....     | 55     |
| A.3.3 CENELEC EN 50173 .....    | 57     |
| 4 Conclusiones.....             | 58     |
| 5 Glosario.....                 | 59     |

## INDICE DE FIGURAS.

| <b>Figuras</b>  | <b>Pagina</b> |
|---|---------------|
| Figura 1 2.1 Bus lineal Ethernet.....   | 6             |
| Figura 1.2.2 Bus lineal modificado.....   | 8             |
| Figura 1.2.3 Anillo modificado.....   | 9             |
| Figura 1.2.4 Anillo doble redundante.....                                       | 11            |
| Figura 2 1 Enlace de Fibra Óptica.....  | 17            |
| Figura 2.2.1 Señal muestreada.....  | 19            |
| Figura Modulación por división de tiempo.....                                   | 21            |
| Figura Código Manchester.....   | 23            |
| Figura 2.5.1 Tipos de fibra Óptica.....   | 24            |
| Figura 2.5.2 Modo de propagación de F.O.<br>multimodo de índice escalonado..... | 27            |
| Figura 2.5.3 Modo de propagación de F.O.<br>de índice gradiente gradual.....    | 28            |
| Figura 2.8.1 Estructura de un conector de F O.....                              | 30            |
| Figura 2.8.2 Puntos de empalme.....   | 31            |
| Figura A.2.1 Protocolo CSMA/CD.....   | 41            |
| Figura A.2.2 Protocolo Token passing.....                                       | 43            |
| Figura A.2.5 Aplicaciones ATM.....  | 46            |
| Figura A.3.1 Subsistema horizontal.....   | 49            |
| Figura A.3.2 Gabinete de datos y patch panel.....                               | 50            |
| Figura A.3.3 Subsistema Dorsal o Backbone.....                                  | 51            |
| Figura A.3.4 Subsistema de puesto de trabajo.....                               | 52            |

## **1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES.**

## 1.1 REDES DE COMUNICACIÓN.

Los factores que han impulsado el uso de redes de área local son la disminución en cuanto a inversión hacia las computadoras, el gran desarrollo tecnológico, manejo de transacciones y procesamiento de base de datos en ambiente cliente servidor

Es por estos factores que nos lleva a los incremento de computadoras concentradas en un mismo sitio, las cuales requieren interconectarse para compartir e intercambiar datos entre sistemas (equipos de video, dispositivos de almacenamiento, impresoras, etc.)

### 1.1.1 Redes MAN.

Una MAN es básicamente una versión más grande que una LAN y normalmente se basa en una tecnología similar. Podría abarcar una serie de oficinas cercanas o en una ciudad, puede ser publica o privada, una MAN puede manejar voz y datos, e incluso podía estar relacionada con una red de televisión por cable local. Una MAN no tiene elementos de conmutación, los cuales debían los paquetes por una de varias líneas de salida.

La principal razón para distinguir las MAN como una categoría especial es que se adoptado un estándar especial para ellas, y este se llama (bus dual de cola distribuida) El DQDB consiste en dos buses (cables) unidireccionales, a los cuales están conectadas todas las computadoras. Cada bus tiene una cabeza terminal (head-end), un dispositivo que inicia la actividad de transmisión. El tráfico destinado a una computadora situada a la derecha del emisor usa el bus superior, el tráfico hacia la izquierda usa el bus inferior.

### 1.1.2 Redes WAN.

Una WAN se extiende sobre un área geográfica amplia, a veces un país o un continente; contiene una colección de maquinas dedicadas a ejecutar programas de usuario. Estas máquinas se llaman host. Los host están conectados por una subred de comunicación. El trabajo de una subred es conducir mensajes de un host a otro.

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 mueven los 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 por una línea de entrada, el elemento de conmutación (ruteadores) debe escoger una línea de salida para evitarlos

### 1.1.3 Redes LAN.

Las redes de área local (**LAN'S**) son redes de comunicación privadas que son instaladas en edificios o campus que están delimitadas a no más de 3 Km, y son utilizadas para interconectar computadoras personales, estaciones de trabajo y equipo periférico, para el propósito de compartir recursos e intercambiar información a través de un medio de transmisión de datos.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS.

- Transportan mensajes a altas velocidades entre las computadoras conectadas al medio de transmisión (fibra óptica, cable coaxial, UTP o STP)
- Las velocidades de transferencia de datos que ofrecen las redes **LAN** actuales están en el rango de 0.2 a 100Mbps
- La latencia en redes LAN es baja excepto cuando el tráfico de mensajes es alto.

Algunas características de redes LAN:

- Tiene confinación geográfica.
- Operan en ella protocolos por encima del nivel 3 del modelo OSI.
- La operación es controlada por un sistema operativo que reside en un equipo de red.
- El medio de transmisión es compartido por todas las estaciones.
- La transmisión es en banda base.

El diseño de una red de computadoras es bastante complejo, es por eso que las redes se organizan en conjunto de capas o nivel, cada una de estas capas tiene el propósito de ofrecer ciertos servicios a la capa inmediata superior es por ese motivo que el estándar que se sigue en el diseño de una red es el modelo **OSI**.

## 1.2 TOPOLOGIAS DE RED.

Las topologías más destacadas por su rápida implementación, velocidad, flexibilidad y su tolerancia a fallas.

Así las más utilizadas son:

- Bus lineal (**ETHERNET 10Mbps**).
- Bus lineal modificado (**ETHERNET 10Mbps O FAST-ETHERNET 100Mbps**).
- Anillo modificado (**TOKEN RING**)
- Anillo doble redundante (**FDDI**).

### 1.2.1 Bus lineal (Ethernet 10Mbps).

Consiste de una línea troncal (o bus) a la que están conectados todos los nodos. La señal viaja en ambas direcciones del cableado y es terminado en los extremos por medio de una resistencia (terminador.) Todas las estaciones pueden recibir las transmisiones emitidas por cualquier estación. El problema de esta topología es que si el cable se daña en cualquier punto, ninguna estación podrá transmitir. Puede cablearse por medio de coaxial, par trenzado o fibra óptica (utilizando concentradores en las últimas dos opciones.) la velocidad de comunicación es aproximadamente de 10 mbps (ver figura 1 2.1)

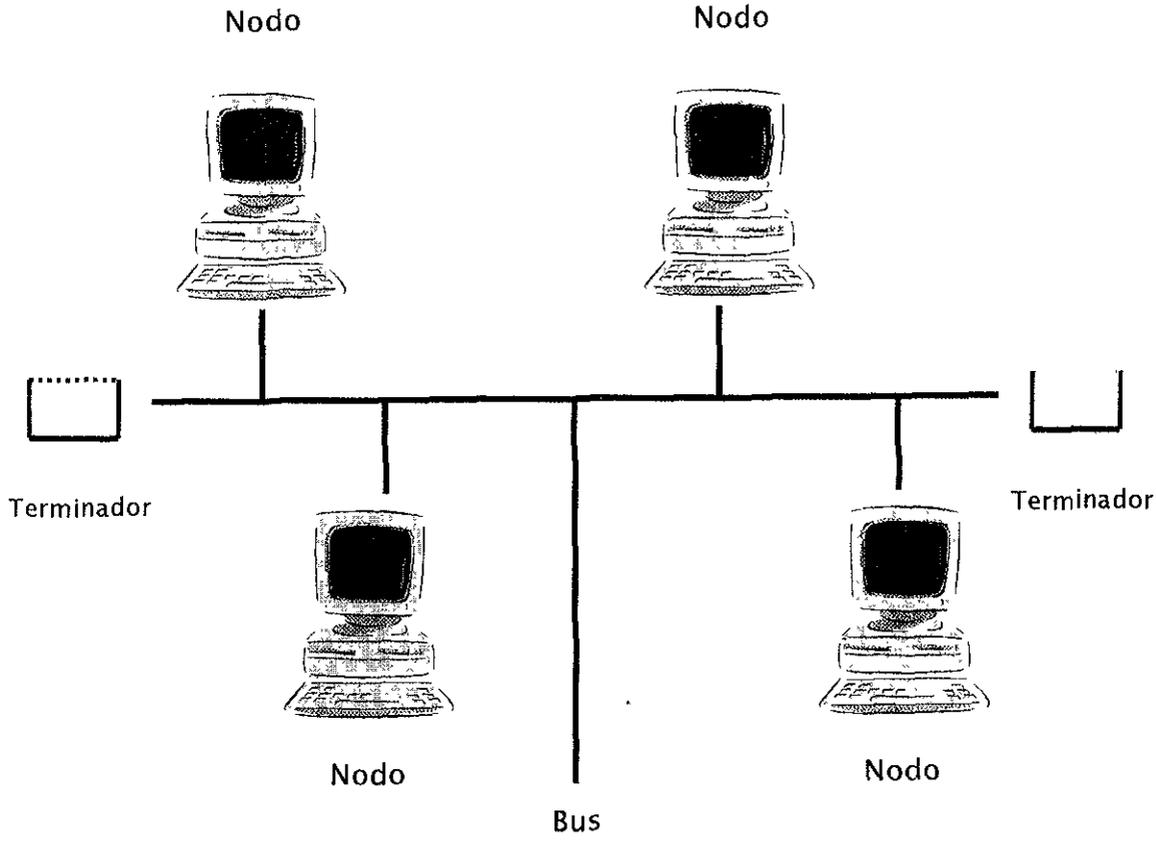


Fig. 1.2.1 Bus Lineal Ethernet (Ethernet 10 Mbps.)

En este esquema, todas las estaciones están conectadas por un cable a un modulo central (hub), y como es una conexión punto a punto, necesita un cable desde cada PC al modulo central. Una ventaja de usar una red de estrella es que ningún punto de falla inhabilita a ninguna parte de la red, solo a la porción en donde ocurre la falla, y la red se puede manejar de manera eficiente. Un problema que si puede surgir, es cuando a un modulo le ocurre un error y entonces todas las estaciones se ven afectadas. En la topología física se requiere de la utilización de cable par trenzado (UTP o STP), siendo utilizado en redes ETHERNET a 10 Mbps o FAST-ETHERNET a 100 Mbps, dependiendo de la tecnología que maneje el dispositivo.

Su principal ventaja en esta topología es que si una estación falla o se desconecta, el concentrador reestablece el bus lineal, evitando así la caída de la red (ver figura 1.2.2)

### **1.2.3 Anillo modificado (Token ring)**

Conocido también como estrella-anillo El anillo se encuentra dentro de un ruteador de señal (mau, unidad de acceso de multiestacion), que hoy en día se sustituyen por concentradores inteligentes, los cuales se conectan nodos uno a uno formando una estrella. La señal siempre pasa por el ruteador. Utiliza cable par trenzado (UTP o STP) a una velocidad de 4 o 16 Mbps.

La ventaja de esta topología y no el anillo físico es que si una estación falla o se desconecta, el concentrador de inmediato cierra el anillo evitando la caída de la red (ver figura 1.2.3.)

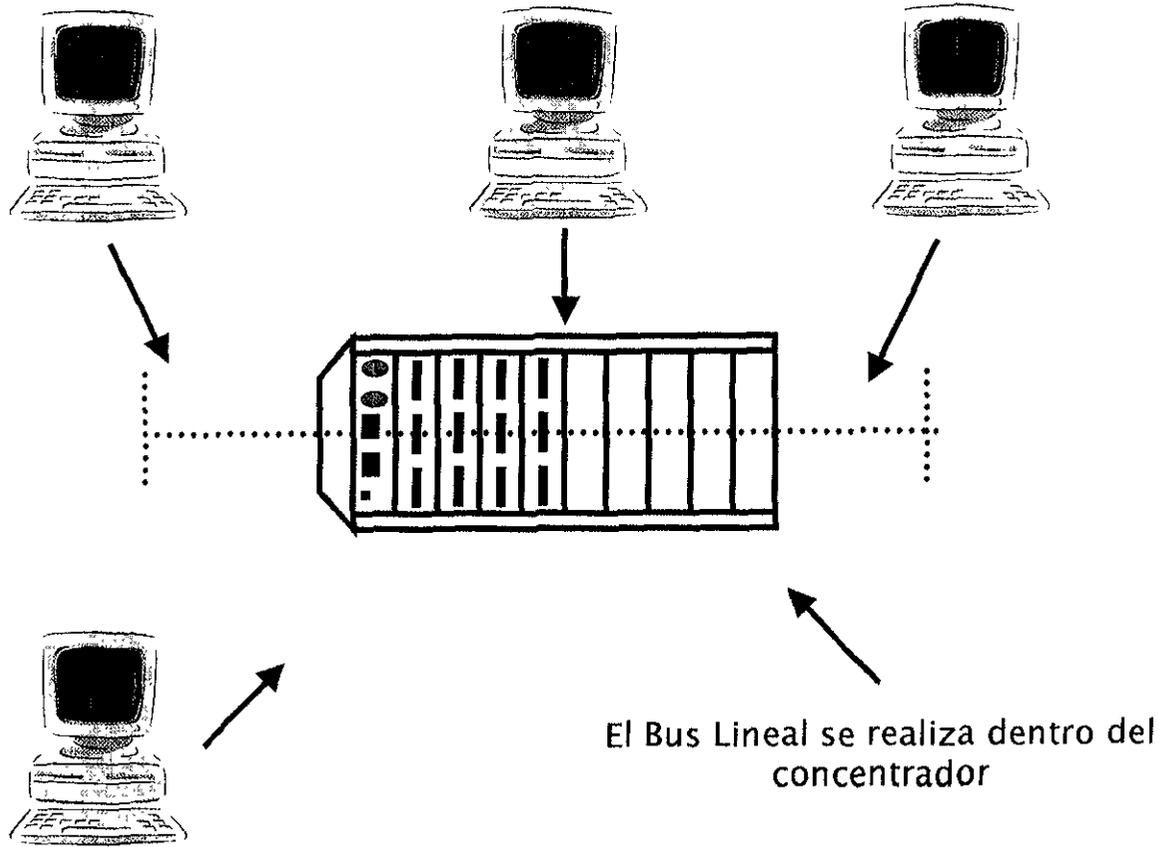


Fig. 1.2.2 Bus Lineal Modificado (Fast-Ethernet 100Mbps.)

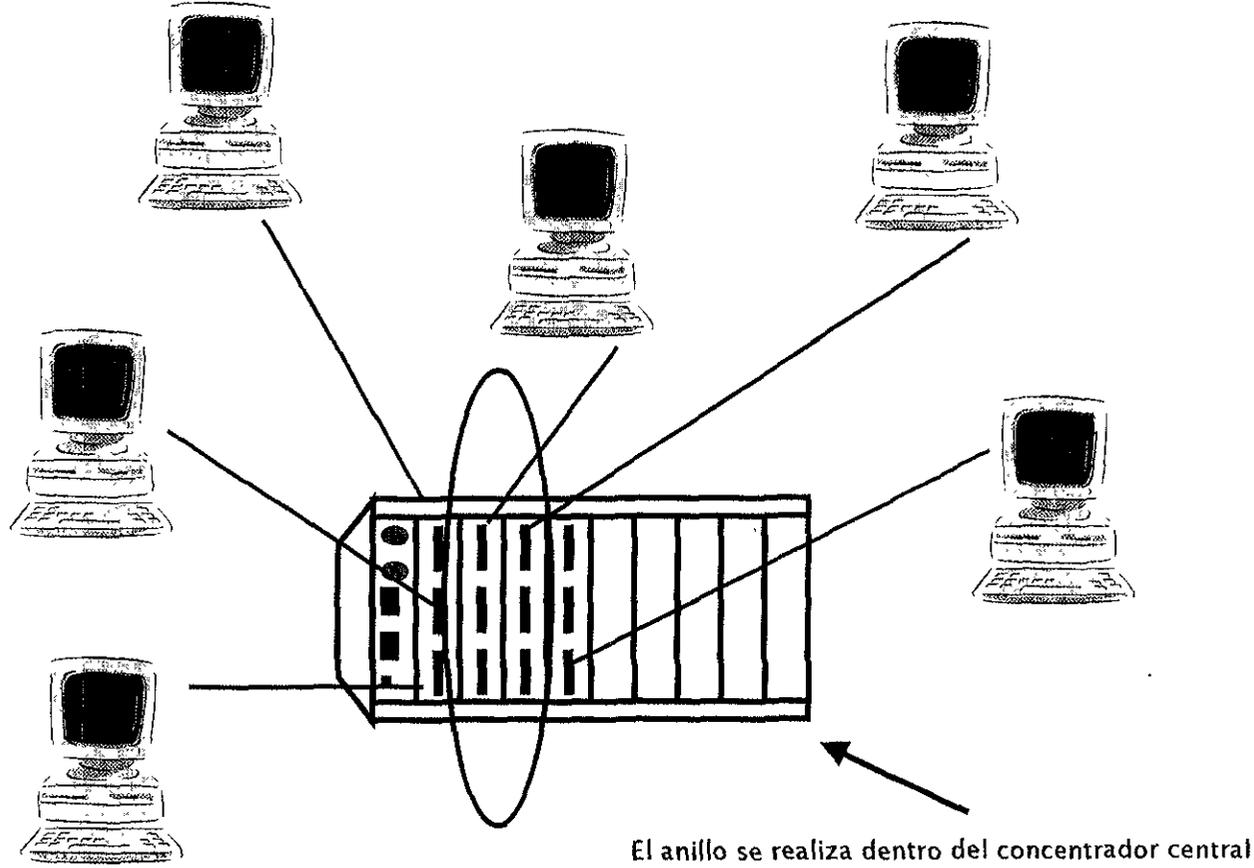


Fig. 1.2.3 Anillo Modificado.

### 1.2.4 Anillo doble redundante ( FDDI.)

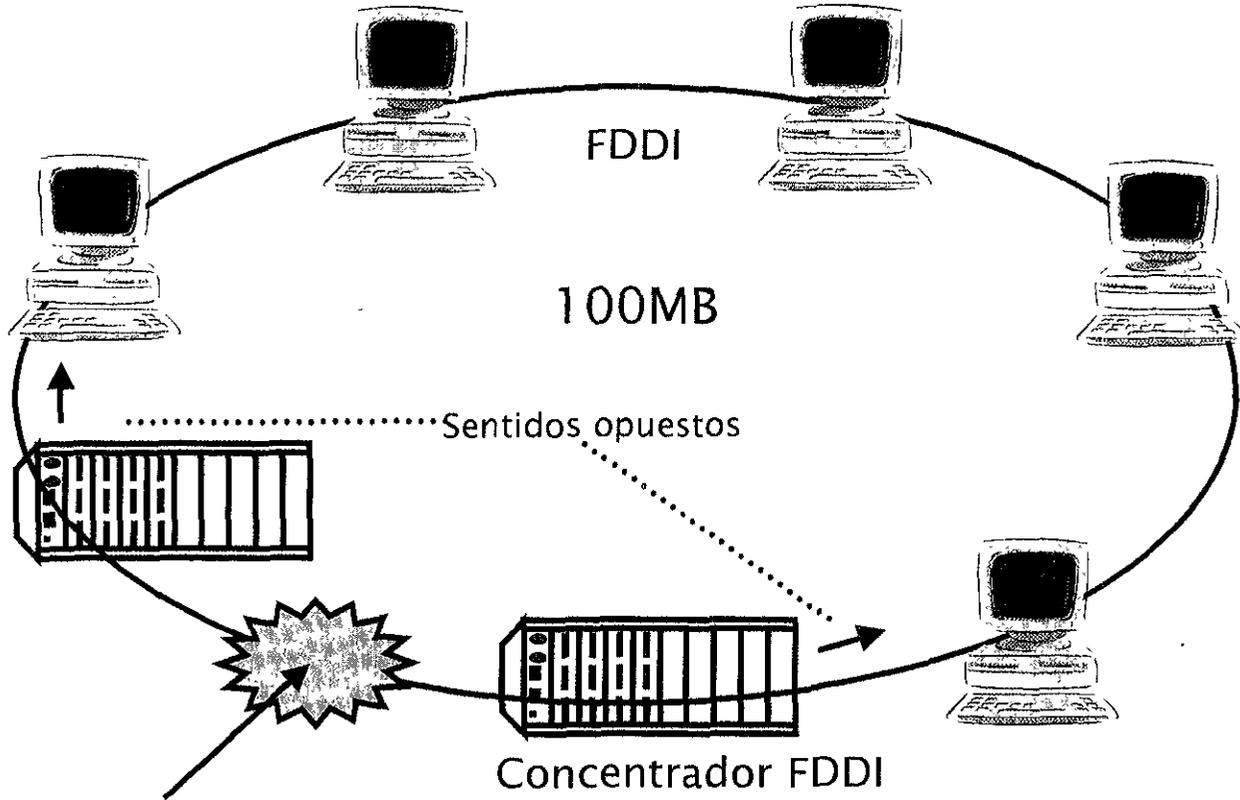
La tradicional entre las redes de 100Mbps, esta topología fue diseñada para redes FDDI (fiber distributed data interfase) en donde se requiere de alta velocidad.

Las redes FDDI consisten en dos anillos de transmisión en contrasentido. El anillo primario es utilizado como canal principal. Si por alguna razón este anillo es interrumpido, el secundario reestablece la continuidad del primario en forma automática, actuando como redundancia o anillo de respaldo.

El anillo lógico se puede construir sobre una estrella física con un concentrador, y los concentradores se pueden encadenar en árbol para aumentar el número de estaciones en la red. Las dos topologías se pueden en el anillo dual de árboles, que mantienen redundancia en el núcleo de la red

Como enlace físico se utiliza el cableado de fibra óptica y recientemente el cable UTP categoría 5.

Con esta topología se pueden alcanzar velocidades de 100 mbps compartidas entre cada uno de los dispositivos conectados al doble anillo redundante (ver figura 1.2.4.)



\*En caso de ruptura, incluso de ambos anillos no se cae el anillo FDDI.

Fig. 1.2.4 Anillo Doble redundante.

## 1.3 EQUIPOS DE CONEXIÓN ENTRE REDES LAN.

Como el crecimiento de las redes fue necesario para que las empresas puedan tener una comunicación más rápida y transmitir mayor cantidad de información (voz, datos y video) , para esto se necesita entre otras cosas un mayor ancho de banda y la necesidad de contar con redes más grandes.

Debido a esta necesidad algunas formas para conectar redes son

- Repetidores
- Bridge (puentes)
- Routers (encaminadores)
- Conmutadores.

### 1.3.1 Repetidores

Los repetidores son dispositivos que amplifican y reconfiguran la forma de la señal en una red y la pasan a otra.

Conectan redes idénticas al nivel más bajo de hardware.

El repetidor recibe la señal, la amplifica y la retransmite al siguiente segmento sin analizar o cambiar información.

- Un repetidor es un dispositivo que opera en la capa 1 del modelo OSI (**físico**).
- Sirve para conectar distintos segmentos, incrementando el tamaño de la **LAN**.
- Interconecta segmentos con diferencia física como UTP y fibra óptica.
- Contienen led's indicadores de colisiones, recepción de datos

### 1.3.2 Puentes

El puente es un dispositivo para interconectar redes de área local (**LAN**) que usan protocolos idénticos para los niveles físicos y de acceso al medio.

- Trabajan en la capa 2 del modelo OSI (**enlace de datos**).
- En base a la dirección **MAC** de destino pasan tramas de un segmento a otro (estas son funciones de filtrado y transparencia).
- Las direcciones en ambas redes tienen que ser únicas y con el mismo formato.
- Sirven para aislar mensajes de una red con otra a menos que se quiera lo contrario, con lo cual se segmenta el tráfico.
- No realiza modificaciones al contenido o forma de las tramas que recibe.
- Debe contener suficiente espacio de almacenamiento (en un periodo corto de tiempo, las tramas pueden llegar más rápido que la velocidad en que puedan ser retransmitidas).
- Debe tener inteligencia para el direccionamiento y ruteo.

### 1.3.3 Ruteadores.

El ruteador es un dispositivo de comunicación que nos permite conectar redes diferentes y que operan en la capa 3 del modelo OSI (**capa de red**)

Son equipos similares a los puentes, solo que operan a un nivel diferente. Los ruteadores requieren por lo general que cada red tenga el mismo sistema operativo, para la ejecución de funciones más avanzadas de las que podría permitir un puente, como conexión de redes de topologías lógicas diferentes como ETHERNET y TOKEN RING.

Los ruteadores suelen ser inteligentes para determinar la ruta más eficiente para el envío de datos, en caso de haber más de una ruta.

Su función se basa en sus tablas de ruteo, donde se encuentran identificadas otras redes, las trayectorias para llegar a ellas y la eficiencia relativa de las trayectorias.

Los ruteadores no usan las tablas para encontrar la dirección específica de un dispositivo en otra red (como lo hacen los puentes), sino para seleccionar la mejor ruta para cada paquete.

El ruteador solo recibe paquetes disecionados a el, ya sea una estación final, o por un ruteador.

### **1.3.4 Switches.**

Resulta obvio que las tecnologías de concentradores y ruteo desarrolladas anteriormente no fueron diseñadas para funcionar con cargas de información tan grandes (manejo de imágenes, paginas web, capacitación con video, etc.) como lo es ahora. Donde el camino momentáneo resultaba ser, dividir segmentos y anillos. Pero esta solución no escalaba lo suficiente para soportar aplicaciones con grandes requerimientos de ancho de banda. Una mejor solución es el switcheo, ya que el switch soporta conexiones de más alta velocidad.

Básicamente el switch se divide en 2 grandes grupos.

**NO MODULARES:**

Estos se utilizan para pequeños grupos de trabajo cuyo crecimiento es limitado.

**MODULARES .**

Estos son switches que nos permiten integrar en un solo chasis uno o varios módulos de interfaz que nos permiten interactuar con el backbone y los diferentes dispositivos de la red

## **2 ENLACE DE REDES LAN CON FIBRA OPTICA.**

**2.1. Requerimientos.**

Se enlazarán dos redes LAN ubicadas a una distancia estimada de 3.5 Km, Cada red LAN tiene su gabinete de datos, ubicados en PB del edificio 1 y 2do piso del edificio 2 respectivamente (Ver Fig. 2.1) Cada gabinete cuenta con patch panel para Fibra Óptica y Patch panel para cable UTP.

Las redes utilizan la topología ETHERNET a 10 Mbps (10baseT), para el cableado se determino utilizar la norma EIA/TIA 568 A.

La primera red cuenta con 15 usuarios y la segunda con 25 usuarios.

La instalación de la Fibra Óptica se realizara subterránea utilizando Fibra del tipo GASLTLV la cual se discutirá más adelante.

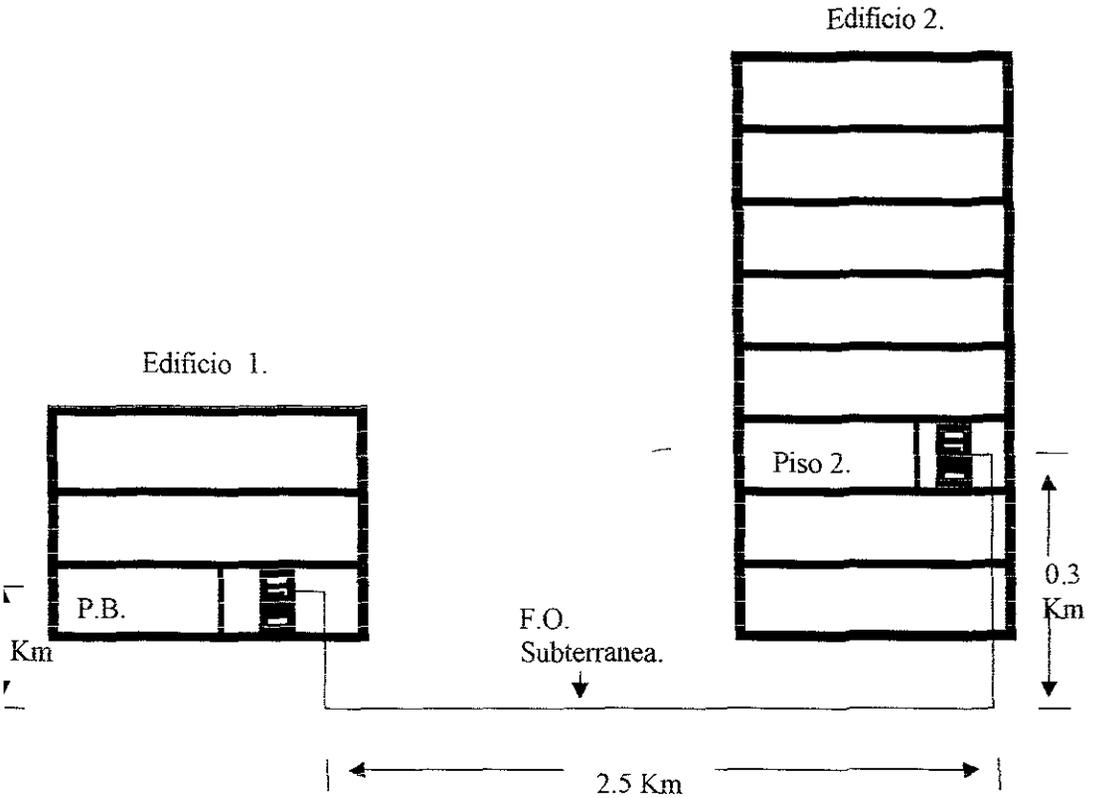


Figura 2.1 Enlace de fibra óptica.

## 2.2 Tipo de Señal

Se eligió una Señal digital a una velocidad de 2 048 Mbps (E1) para la conexión entre redes.

Hay distintos procesos para la digitalización de las señales analógicas pero la más conocida es PCM que es como sigue:

Para la digitalización de una señal analógica (voz) se necesita de un proceso el cual se llama PCM (Modulación por Codificación de Pulsos) el cual se divide en los siguientes pasos:

- Muestreo
- Cuantización
- Codificación

### 2.2.1 Muestreo.

Consiste en tomar suficientes lecturas de muestras de la curva de voz; para determinar la velocidad de muestreo suficiente se hace uso del teorema de muestreo el cual dice:

La frecuencia de muestreo ( $f_s$ ) será el doble que la más alta frecuencia de la señal original ( $F_{max}$ ) esto es:

$$f_s = 2F_{max}$$

Para nuestro problema se tomará el ancho de banda de nuestra voz  $B_w = 300-3400$  Hz.

Por lo tanto tenemos

$$f_s = 2 (3400) = 6800 \text{ hz}$$

Pero para la frecuencia de muestreo apropiada son de 8000 muestras / seg. (Según la CCITT.) Esto se debe a los requerimientos de seguridad para no perder información.

El resultado del muestreo es una señal PAM (modulación por amplitud de pulsos) es la grafica siguiente:

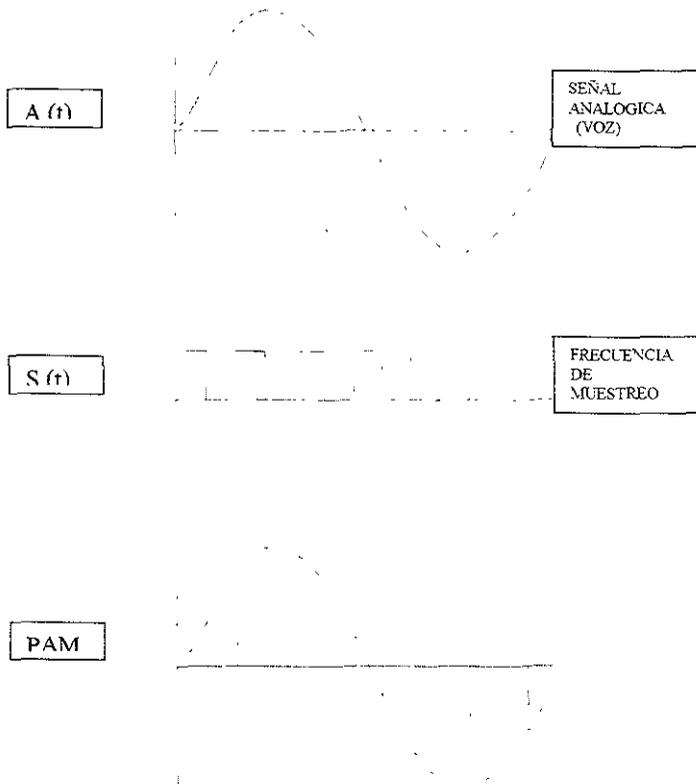


Fig. 2.2.1 Señal muestreada

### **2.2.2 Cuantización.**

A la muestra se le asigna un número finito de valores de amplitud, a cada intervalo de cuantización se le asigna un nivel de cuantización (uno de 256 valores)

Existen 2 modelos para resolver el balance correcto entre el número de intervalos de cuantización y la calidad de transmisión:

- La ley A (Europea, México) en 15 segmentos la máxima amplitud codificada en 0.
- La ley  $\mu$  (EU.) 15 segmentos la máxima amplitud se codifica en 1.

Estos métodos son ocupados en la parte de la codificación.

### **2.2.3 Codificación.**

Es el método en el cual se le asigna valores binarios en forma apropiada para transmitirlos y es el último paso de este proceso de digitalización de voz por medio de modulación por amplitud de pulso (PAM).

La velocidad de un canal de PCM es de 64 kbps o un E0; una palabra PCM corresponde a una muestra, como la velocidad de muestra es de 8000Hz se obtendrán 8000 palabras PCM por segundo.

Para cada conversación la velocidad de transferencia de bits en un enlace digital es de:

$$8 * 8000 = 64000 \text{ bits por segundos.}$$

Después del proceso de digitalización mediante PCM, para obtener la velocidad de transmisión de un E1:

Como se multiplexan las palabras PCM de 32 canales el espacio dado a cada canal PCM en la línea TDM (modulación por división de tiempo) se llama time slot.

Juntos forman lo que se le conoce como una trama, una trama contiene 30 canales de conversación y los time slot 0 y 16 son utilizados para sincronización y señalización respectivamente.

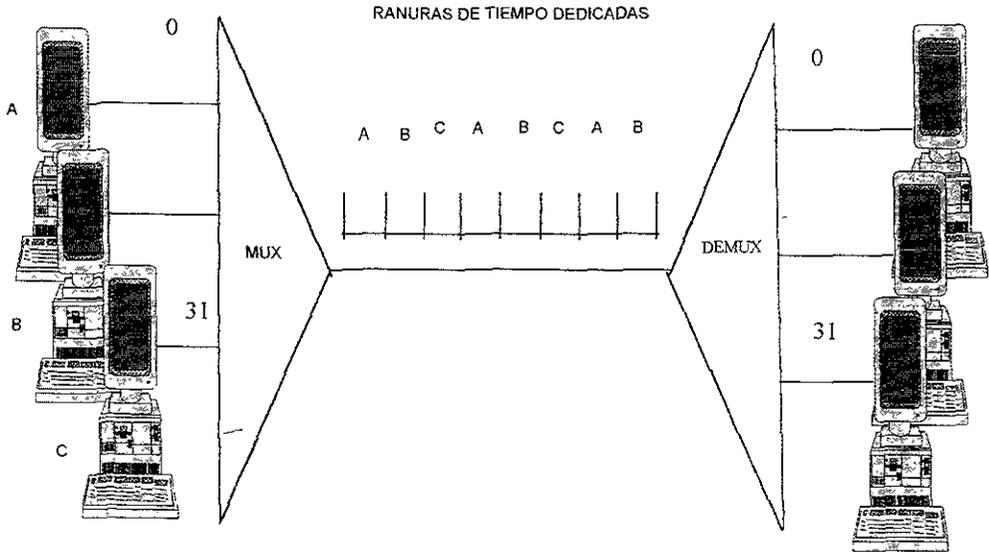


Figura 2.2.3. Modulación por División de Tiempo.

### 2.3 Tasa de error

De acuerdo a las especificaciones del equipo tenemos lo siguiente:

Receptor Óptico 50/125 F.O.

BER =  $10^{-12}$  (que por cada  $10^{12}$  datos enviados uno de estos de estos contendrá un error)

P min. = -31 dbm

P max. = -6 dbm

Bw = 100Mbps

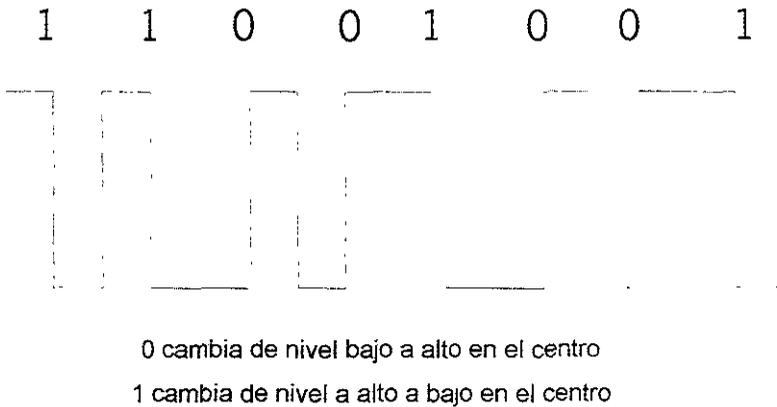
### 2.4 Ancho de banda (Bw)

Para un ancho de banda se toman en cuenta factores como el código de línea (depende del equipo), la distancia y la velocidad de transmisión.

En este caso como se requiere transmitir a una velocidad de 2.048 Mbps. Para el ancho de banda se tiene que :

Hz = Ciclo/seg

El ancho de banda depende mucho del código de línea utilizado (Manchester):



**Figura 2.4 Código Manchester.**

En el código Manchester existen 2 cambios por bit, entonces tenemos la relación siguiente

**1 bit – 1 ciclo**

**1 bps – 1 Hz**

Por consiguiente si se requiere transmitir una velocidad de 2 048 Mbps (E1), el ancho de banda mínimo que se debe tener es de **2.048 Mhz.**

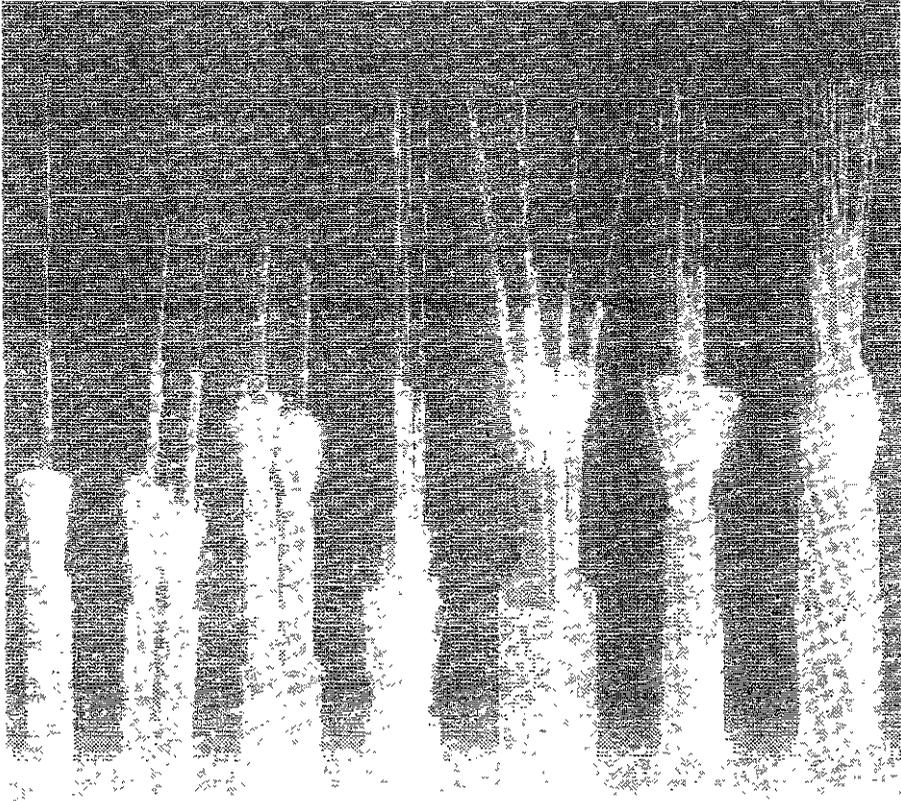
## 2.5 Requerimientos

Distancia estimada de 3.5 Km de Fibra Optica del gabinete del edificio 1 al gabinete del edificio 2 por instalación subterránea

El tipo de cable se escogió debido a los requerimientos necesarios para ancho de banda y las características mecánicas de la fibra

### **2.5.1 Características de Fibras ópticas.**

Generalmente, las fibras ópticas se agrupan para formar cables ópticos de 2, 4, 6,144 o 900 fibras. Se trata de un soporte particularmente eficaz para enlaces digitales punto a punto. Los enlaces multipunto realizados mediante acopladores o estrellas ópticas se puede transmitir en banda base (la información es transmitida por presencia o ausencia de intensidad luminosa) o en analógica (por modulación de la amplitud de la intensidad luminosa) A continuación vemos una tabla que resume las características de los diferentes tipos de fibras.



**Fig. 2.5.1 Tipos de Fibra Ópticas.**

La fibra óptica tiene muchas ventajas:

- Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del Ghz),
- Pequeño tamaño, por tanto ocupa poco espacio;
- Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita la instalación enormemente;
- Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional,
- Una inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas.
- Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por él  
Debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además. no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad,
- No produce interferencias;
- Insensibilidad a los parásitos, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados (por ejemplo. en los túneles del metropolitano.) Esta propiedad también permite la coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica;
- Un aislamiento galvánico natural del cable;

- Una atenuación lineal no muy pequeña, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios;
- Una pequeña atenuación e independiente de la frecuencia;
- Gran resistencia mecánica (resistencia a la tracción, lo que facilita la instalación);
- Resistencia al calor, frío, corrosión;
- Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría, lo que permite detectar rápidamente el lugar y posterior reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.

Sin embargo presenta algunos inconvenientes:

- No presenta difusión natural (se trata de un soporte unidireccional);
- Equipos terminales aún demasiado costosos,
- La especialización del personal encargado de realizar las soldaduras y empalmes.

Pero entre la fibra existen tipos de fibras dependiendo de sus características y por lo mismo de aquí de penderá su uso, y son:

- Fibra multimodo de índice escalonado,
- Fibra multimodo de índice de gradiente gradual;
- Fibra monomodo.

### 2.5.2 Fibras multimodo de índice escalonado.

Las fibras multimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio, con una atenuación de 30 dB/km, o plástico, con una atenuación de 100 dB/km. Tienen una banda de paso que llega hasta los 40 Mhz por kilómetro. En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta lleva por tanto una variación brutal del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

Si se considera un rayo luminoso que se propaga siguiendo el eje de la fibra y un rayo luminoso que debe avanzar por sucesivas reflexiones,  $n_1$  que decir tiene que a la llegada, esta segunda señal acusará un retardo, que será tanto más apreciable cuanto más larga sea la fibra óptica. Esta dispersión es la principal limitación de las fibras multimodo de índice escalonado. Su utilización a menudo se limita a la transmisión de información a cortas distancias, algunas decenas de metros y flujos poco elevados. Su principal ventaja reside en el precio más económico.

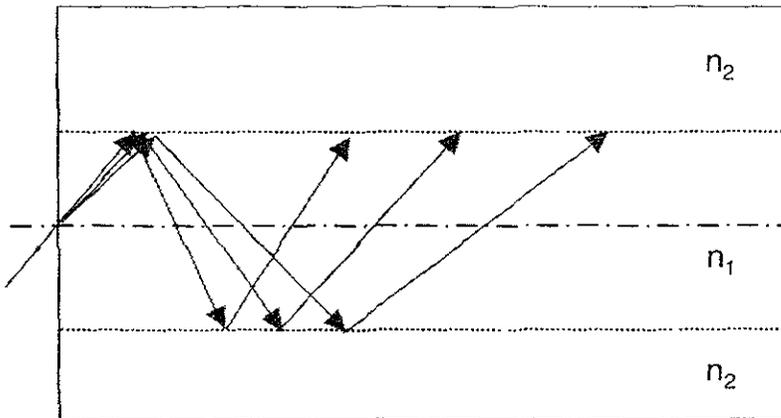


Fig. 2.5.2 Modo de Propagación F.O. Multimodo de índice escalonado.

### 2.5.3 Fibras multimodo de índice de gradiente gradual.

Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz por kilómetro. Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra, como se puede ver en el dibujo. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra.

La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125  $\mu\text{m}$  (diámetro del núcleo /diámetro de la cubierta) está normalizada, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras:

- multimodo de índice escalonado 100/140  $\mu\text{m}$ ;
- multimodo de índice de gradiente gradual 50/125  $\mu\text{m}$ ;
- multimodo de índice de gradiente gradual 85/125  $\mu\text{m}$ .

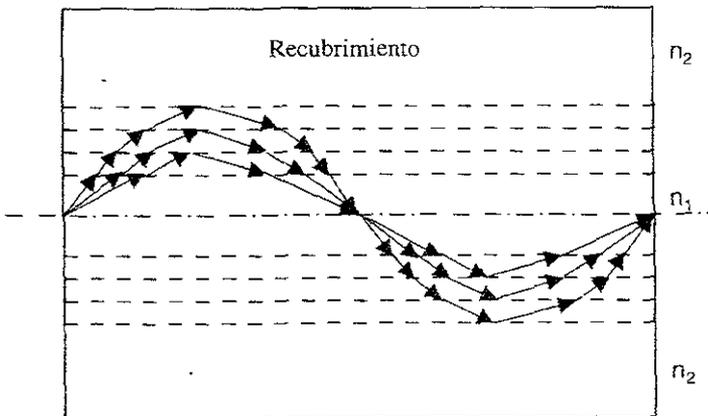


Fig. 2.5.3 Modo de propagación, fibra óptica de índice gradiente gradual.

### **2.5.4 Fibras ópticas monomodo.**

Potencialmente, este último tipo de fibra ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar. El dibujo muestra que sólo puede ser transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, por lo que se ha ganado el nombre de "monomodo" (modo de propagación, o camino del haz luminoso, único). Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 8  $\mu$ m. Si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado. Los elevados flujos que se pueden alcanzar constituyen la principal ventaja de las fibras monomodo, ya que sus pequeñas dimensiones implican un manejo delicado y entrañan dificultades de conexión que aún se dominan mal.

### **2.5.5 Tipo de cable**

Fibra Óptica MG05-40095-04

$\phi_n = 50\mu\text{m}$

$\phi_{\text{Ext}} = 125\mu\text{m}$

Atenuación = 4 db/Km

N.A. = 0.20

Bw = 200 Mhz / Km

## 2.6 Transmisor:

transmisor óptico 50/125  $\phi$  F.O

A N. = 0.21

P min. = -20 dbm

P max. = -16 dbm

Bw = 100MHz

V1 = -09v

## 2.7 Receptor:

Receptor óptico 50/125  $\phi$  F.O.

A.N. = 0.21

P min = -31 dbm

P max. = -6 dbm

Bw = 100MHz

BER =  $10^{-12}$

## 2.8 Conexión y Empalmes:

La atenuación típica de los conectores es de 0.2 y 1 db.

- 8 conectores (Atenuación Típica de 0.2 y 1 db)
- 5 empalmes

La atenuación de los empalmes varia; pero los valores típicos son 0.05 y 0.2 db.

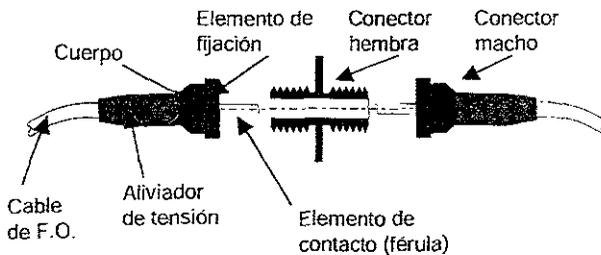


Fig. 2.8.1 Estructura de un conector de F.O.

Los puntos de empalme son los siguientes:

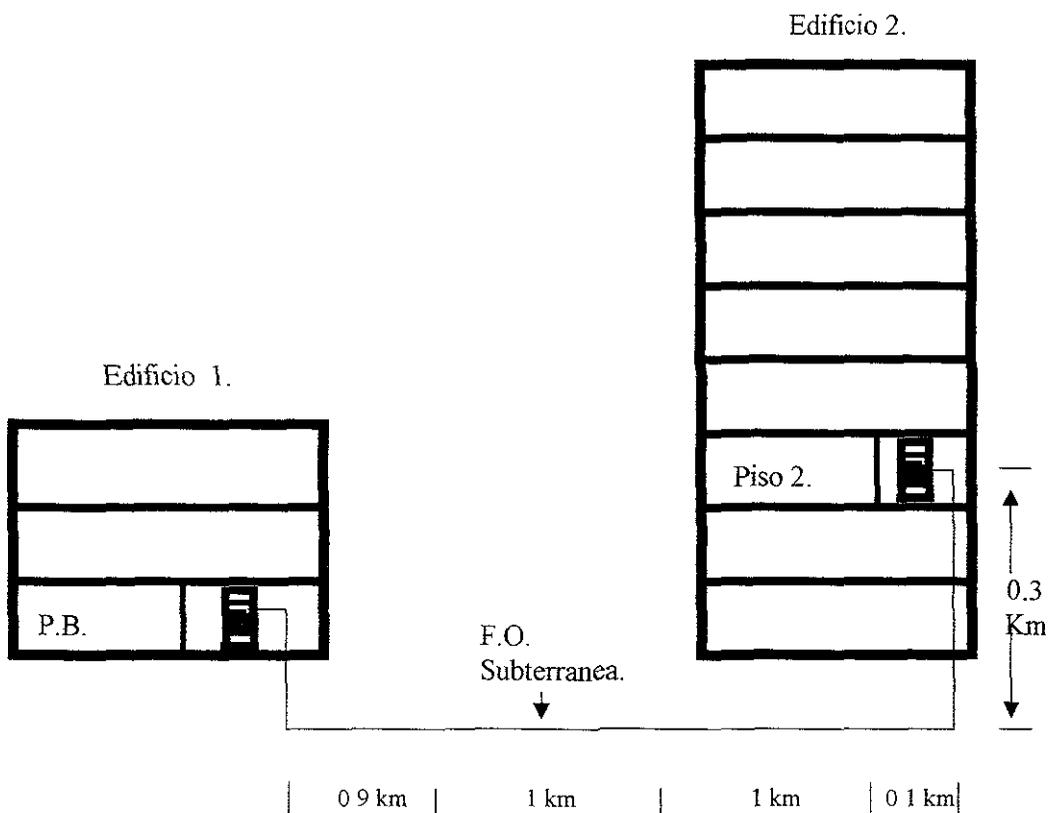


Fig. 2.8.4 Puntos de empalme.

## 2.9 Cálculos de potencia en el enlace de F.Ó.

|    |   |            |
|----|---|------------|
| X1 | Potencia óptica proporcionada por el transmisor = | -16 dBm    |
| X2 | Pérdidas en las terminales del transmisor =       | 1 dB       |
| X3 | Atenuación del cable =                            | 4 dB/Km    |
| X4 | Máxima longitud del cable =                       | 3.5 Km     |
| X5 | Atenuación del enlace =                           | 14 db      |
| X6 | Máximo número de empalmes = para TX               | 5 empalmes |

|     |  |                     |
|-----|--|---------------------|
| X7  | Pérdida por empalme =  | 0.2 db              |
| X8  | Pérdida total debido a los empalmes =                        | $5 * (0.2) = 1$ dB  |
| X9  | Pérdida en conector del receptor =                           | 1 db                |
| X10 | Mínima sensibilidad en el receptor =                         | -31 dBm             |
| X11 | Variación de potencia debido a la temperatura =              | -3 dB               |
| X12 | Formato de señal NRZ: -3dBm; RZ: -6 dBm =                    | -6 dbm (Manchester) |
| X13 | Pérdidas por envejecimiento = como la F.O. es nueva          | 0 dB                |
| X14 | Margen de potencia de vida útil del transmisor =             | 1 dB a 80%          |
| X15 | Requerimientos de SNR ___ dB o BER =                         | $10^{-12}$          |
| X16 | Incremento de potencia durante la vida útil del transmisor = | 3 dB                |
| X17 | Pérdidas diversas =  | 1 dB                |
| X18 | Pérdida Total debido a acoplamientos =                       | 19 dB               |

|  |       |
|--|-------|
| Perdidas en el conector del transmisor = | 1 db  |
| Atenuación total del enlace de F.O. =    | 14 db |
| Perdidas totales por empalme =           | 1 db  |
| Perdidas en conector del receptor =      | 1 db  |
| Pérdidas por temperatura =               | 1 db  |
| Pérdidas por envejecimiento =            | 0 db  |
| Pérdidas diversas =                      | 1 db  |

---

Total perdidas = 19 db

X19 Ajuste de la potencia de salida = -18 dBm

|  |                   |
|--|-------------------|
| Potencia óptica del transmisor =           | -16 dbm           |
| Perdidas debido al formato de señal =      | 6 db (Manchester) |
| potencia Vida útil del transistor al 80% = | 1 db              |
| Incremento de potencia durante             |                   |
| Vida útil del transistor =                 | 3 db              |
|  | <hr/>             |
|  | = -18 dbm         |

X20 Margen de potencia total disponible = - 37 dB

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Total de pérdidas del enlace de fibra | = 19 db    |
| Ajuste de la potencia de salida       | = -18 dbm  |
|                                       | = - 37 dbm |

X21 Margen de potencia aceptada por el receptor = Como el receptor tiene una sensibilidad máxima de **-31dB** y las perdidas totales en el enlace son de **37 db** el enlace no es aceptado

Se instalara un repetidor a una distancia de **1.76 km** del punto inicial del enlace.

Como:

|             |          |
|-------------|----------|
| 31 db ----- | 100 %    |
| 37 db ----- | 119.35 % |

entonces:

|               |          |
|---------------|----------|
| 3.5 km -----  | 119.35 % |
| 1.76 km ----- | 60 %     |

Sacando cálculos, antes del repetidor (repetidor igual al anterior) los cálculos solo tienen algunas variaciones:

X.4 Máxima longitud del cable = 1 76 km

X.5 Atenuación total del enlace = 1.76 km (4 db/km) = 7 04 db

X.6 Máximo numero de empalmes = 2 empalmes

X.8 Perdida total debido a empalmes = 2(.02 db) = 0.4 db

X.9 Perdidas en conector del receptor = 1 db

X.18 Perdidas totales debido a acoplamientos = **11.44 db**

X.19 El ajuste de potencia es el mismo debido a que se usa un transmisor idéntico al inicial y los parámetros son los mismos. = **-18 dbm**

X.20 Margen de potencia total disponible en el receptor del repetidor = 1 56 db

Perdidas totales debido a acoplamiento = 11 44 db

Ajuste de la potencia de salida = -18 dbm

-----  
= 29 44 dbm

Como el receptor tiene una sensibilidad de **-31 db** y el total de perdidas es de **29.44 dbm**, entonces tenemos un margen de potencia disponible de **1.56 db**, por lo tanto el enlace esta en el rango de aceptación.

Sacando los márgenes de potencia después del repetidor:

X.4 Máxima longitud del cable = 1.74 km

X.5 Atenuación total del enlace = 1.74 km (4 db/km) = 6.96 db

X.6 Máximo numero de empalmes = 3 empalmes

X.8 Perdida total debido a empalmes = 3(0.2 db) = 0.6 db

X.9 Perdidas en conector del receptor = 1 db

X.18 Perdidas totales debido a acoplamientos = **11.56 db**

X.19 El ajuste de potencia es el mismo debido a

que se usa un transmisor idéntico al inicial

y los parámetros son los mismos — = **-18 dbm**

X.20 Margen de potencia total disponible en el receptor del repetidor = **1.44 db**

Perdidas totales debido a acoplamiento = 11 56 db

Ajuste de la potencia de salida = -18 dbm

-----  
= 29.56 dbm

Como el receptor tiene una sensibilidad de **-31 db** y el total de perdidas es de **29.56 dbm**, entonces tenemos un margen de potencia disponible de **1.44 db**, por lo tanto el enlace esta en el rango de aceptación.

**A. ANEXOS.**

## A.1. MODELO OSI.

El modelo OSI sirve como una guía o una serie de lineamientos para las tareas de comunicación, mas no especifica un estándar de comunicación.

Siempre se ha dicho que para resolver un problema grande es mejor dividirlo en partes más pequeñas y resolver cada una de estas partes. Esto es lo que hace el modelo **OSI**, divide el problema de la comunicación en 7 partes o capas, cada una de las capas destinada a una tarea específica.

|   |                 |
|---|-----------------|
| 7 | aplicación      |
| 6 | presentación    |
| 5 | sesión          |
| 4 | transporte      |
| 3 | red             |
| 2 | enlace de datos |
| 1 | física          |

Las capas del modelo **OSI** se pueden agrupar en categorías de acuerdo a su funcionalidad :

- Conexiones física (capas 1 y 2): Estas capas proveen la conexión física a la red y son responsables de mover la información sobre el medio de transmisión.
- Comunicaciones (capas 4 y 3): Estas capas son responsables de que la información sea transportada de manera confiable desde el dispositivo transmisor hasta el receptor, independientemente del medio físico.

- Servicios (capas 7,6 y 5): Estas capas tienen como responsabilidad ofrecer servicios de red al usuario.

- Cada capa ofrece y solicita servicios de las capas adyacentes.

El modelo **OSI** no define protocolo ni servicios, estos dependen de la implementación específica a cada arquitectura de red. Lo que el modelo define es la función que debe realizar cada capa.

Sobre la capa de aplicación es con la que interactúan los usuarios en la red.

### **A.1.1 Capa 1; Medio físico.**

La capa física se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación. Esta capa debe asegurar que cuando un nodo envía un BIT con valor de 0, este se reciba exactamente como un BIT con ese valor en el otro extremo y no como un BIT con valor de 1

### **A.1.2 Capa 2; Capa de enlace.**

La capa de enlace se encarga de que a partir de un medio de transmisión, este se convierta en una línea sin errores de comunicación para la capa de red.

Esto se realiza a partir de la transformación del flujo de datos entre las computadoras en tramas de datos

Las tramas de datos se constituyen por cientos de bytes, que se transmiten en forma secuencial. Estas tramas se deben procesar desde el nodo que origina el mensaje y una vez recibidas se procesarán las tramas de asentamiento las cuales informan al nodo que esta transmitiendo información que ésta ha llegado a su destino.

### **A.1.3 Capa 3; Capa de red**

Esta capa es la encargada del control de la subred. Su función principal consiste en como encaminar los paquetes de origen a destino.

Algunas de las aplicaciones relacionadas con esta capa son:  
direccionamiento, servicios de conexión, servicios de gateway, etc

### **A.1.4 Capa 4; Capa de transporte.**

Su función principal consiste en aceptar datos de la capa de sesión, dividirlos, en unidades tan pequeñas como sea necesario para pasarlos a la capa de red y asegurarse de que lleguen al otro extremo sin algún error

La capa de transporte es una capa del tipo origen-destino o extremo a extremo, formando entre los nodos un canal virtual.

Algunas aplicaciones:

Direccionamiento, desarrollo de segmentos, servicios de conexión

### **A.1.5 Capa 5; Capa de sesión.**

La capa de sesión permite a usuarios en distintas máquinas poder establecer sesiones entre ellos. Una permitirá a un usuario acceder a un sistema de tiempo compartido a distancia, o transferir un archivo entre dos máquinas

Las sesiones permiten que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o bien, en una dirección en un instante dado.

Sus aplicaciones:

Control de diálogos (simples, half-duplex, full duplex), Administración de la sesión.

### **A.1.6 Capa 6; Capa de presentación.**

Se ocupa de los aspectos de semántica y sintaxis de la información que se transmite.

Los programas de usuario, no intercambia tramas entre si, sino códigos, nombres, llamadas a funciones, etc

### **A.1.7 Capa 7; Capa de aplicación.**

La capa de aplicación contiene una variedad de protocolos los cuales se necesitan para resolver los problemas de la incompatibilidad que surgen durante

la comunicación (no todos los nodos tienen los mismos protocolos de comunicación.)

También tiene la función de transferir archivos.

El modelo **OSI** es un estándar que se adopta para el diseño de una red de computadoras.

Algunas ventajas del diseño de redes por capas:

- Independencia, modularidad y ocultamiento de información.
- Flexibilidad.
- Separación física de las capas.
- Mayor simplicidad de implementación y mantenimiento.

## **A.2. PROTOCOLOS DE RED.**

### **A.2.1 CSMA/CD.**

Sus siglas significan *carrier sense multiple access with collision detection*. Este protocolo es utilizado junto con la arquitectura de bus lineal, en redes ethernet (10 base t) o fast-ethernet (100 base t.)

En este protocolo los nodos escuchan continuamente a la línea para saber si esta ocupada o no, y cuando esta se desocupa el nodo envía sus paquetes. En el caso de que dos nodos transmitan su señal simultáneamente, se presenta una colisión que será detectada por los nodos, que esperan un tiempo aleatorio para reintentar su transmisión (figura A.2.1.)

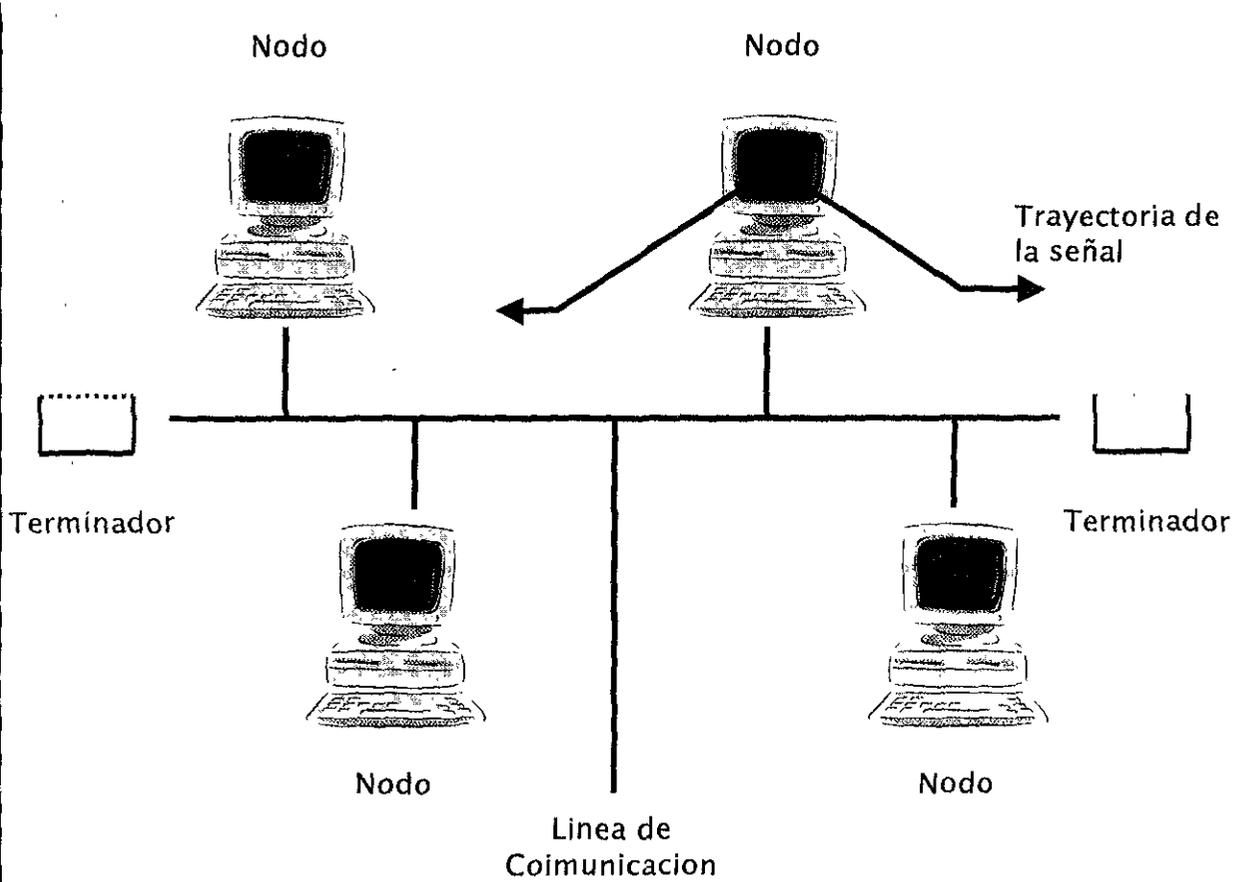


Fig. A.2.1 Protocolo CSMA/CD

### **A.2.2 Token passing.**

Este protocolo se utiliza en arquitectura de anillo modificado y doble anillo redundante, en el no se gana el acceso cuando se requiere, ya que los nodos desde su lugar esperan su turno para recibir la estafeta (token), la cual se intercambia en forma de anillo.

Cuando un nodo obtiene el token cambia el primer BIT para identificarlo como un paquete de datos, añade los datos y una dirección envía la señal hacia la corriente. Cada nodo del anillo checa si el paquete esta direccionado a el, si no es así, el nodo retransmite el paquete. Cuando el nodo direccionado recibe el paquete, verifica que la información sea correcta. Copia los datos, marca el paquete como recibido y regresa el paquete original al anillo

El nodo transmisor remueve el paquete original y añade un token nuevo (figura A.2.2.)

Otro tipo de LAN se construye con líneas de punto a punto. Las líneas individuales conectan una máquina específica a otra.

### **A.2.3 X.25.**

La recomendación X.25, se había, desarrollado principalmente, para conectar terminales remotos sin inteligencia a computadoras centrales. X.25 es una interfaz orientada a conexión para una red de área extensa de conmutación de paquetes que trabaja con circuitos virtuales tanto conmutados como permanentes. Un circuito virtual conmutado se crea cuando una computadora

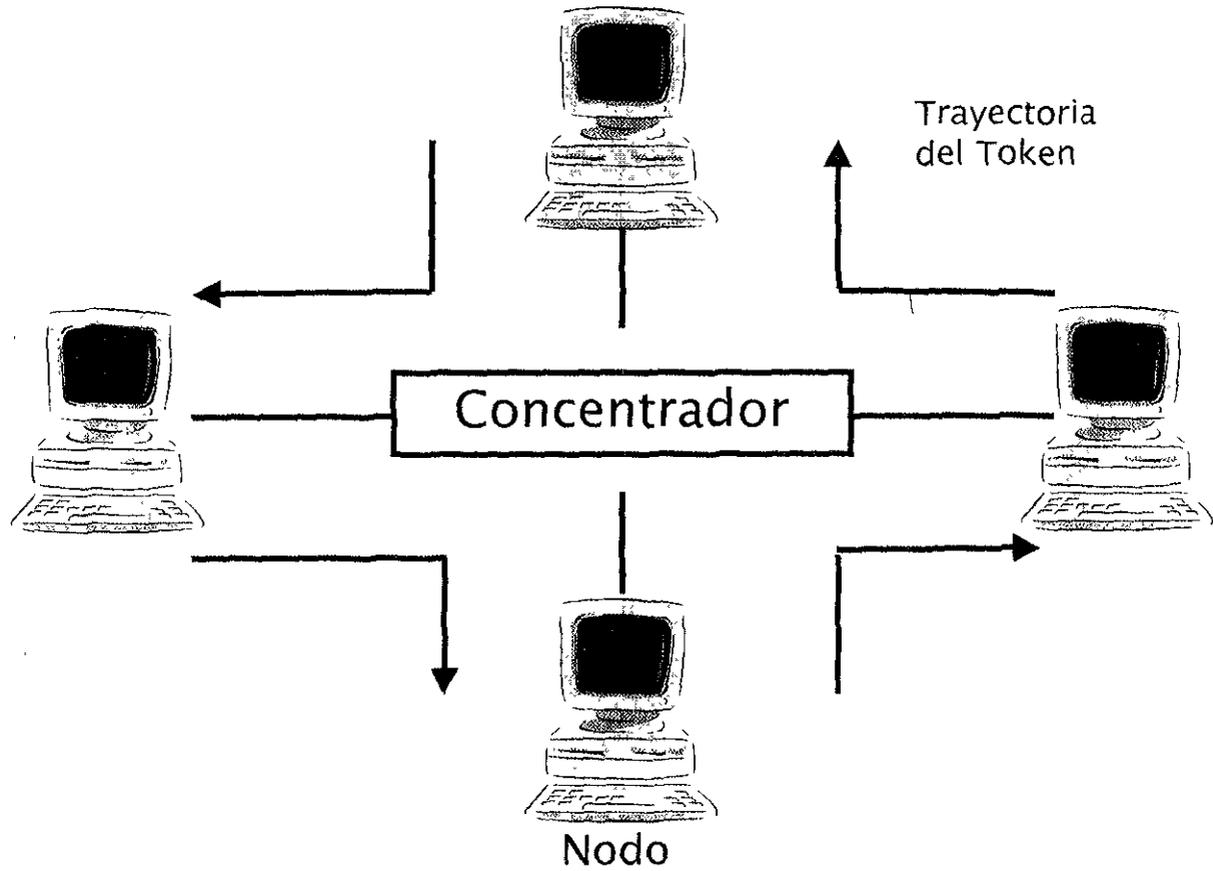


Fig. A.2.2 Protocolo Token Passing.

envía un paquete de datos a la red y pide que se haga una llamada a una computadora remota. Una vez establecida la conexión, los paquetes se pueden enviar por ella y siempre llegan en orden X.25 proporciona un control de flujo para asegurar que un emisor rápido no pueda saturar a un receptor lento u ocupado.

Un circuito virtual permanente se usa de la misma forma que uno conmutado sólo que este tipo de enlace es permanente, sin la necesidad de requerir una petición de llamada para establecerlo.

### **A.2.4 Frame Relay.**

Frame Relay es un protocolo de comunicación que nos ofrece la integración de los distintos tipos de tráfico en una única línea que responde a las siguientes necesidades:

- Alta velocidad y bajo retardo.
- Soporte eficiente para tráficos a ráfagas
- Eficiencia.
- Transporte integrado de distintos protocolos de voz y datos
- Interfaces estandarizadas

Frame Relay, es un protocolo de conmutación de paquetes que conecta dos redes de área local a través de una red pública de conmutación de paquetes

Una trama procedente de una LAN se inserta, o se encapsula en una trama de Frame Relay. A continuación se transmite por la red Frame Relay hasta la LAN destino. Frame Relay utiliza la técnica de la multiplexación estadística para

insertar datos provenientes de diversas fuentes en las dependencias del cliente y transmitirlos en la red Frame Relay.

La multiplexación estadística proporciona el ancho de banda bajo demanda, es decir, la red tiene el ancho de banda deseado sin tener que reservarlo con anterioridad, y mantenerlo sin usar hasta que se requiera.

Cada paquete Frame Relay contiene la información de direccionamiento que la red emplea para encaminarlo a través de las centrales de conmutación de la compañía telefónica.

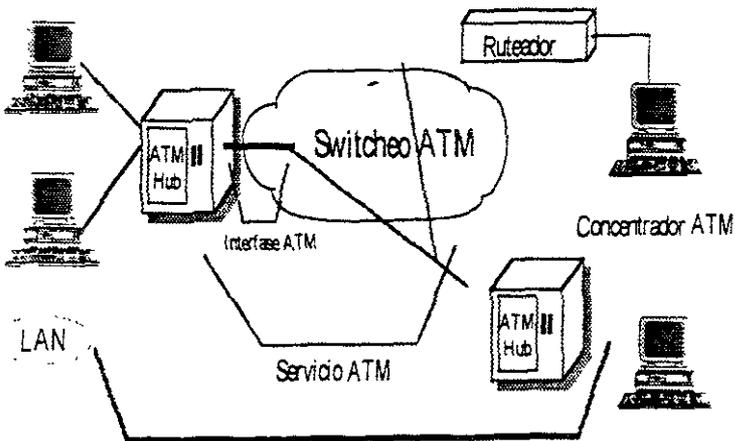
Las redes Frame Relay soportan la transferencia de datos en cables t1 (1.544 mbps con 24 canales individuales) y t3 (45 mbps con 672 canales individuales.)

### **A.2.5 ATM (Modo de transferencia asíncrono.)**

**ATM** (Asynchronous Transfer Mode) es un estándar que define técnicas de alta velocidad, tanto para redes de área local (LAN) como para redes de área amplia (WAN).

**ATM** es una técnica de red que usa un medio conmutado. se basa en el switcheo de paquetes. Puede ser instalado tanto sobre cable de cobre par trenzado, como fibra óptica **ATM** tiene la característica de transmitirse de manera asíncrona, puesto que no utiliza frames, si no que crea celdas de información de tamaño fijo de 53 bytes, que son usadas para el encabezado **ATM** aprovecha al máximo la velocidad de un medio físico, puesto que no crea frames con información de control de errores.

Es la nueva implementación, debido a que esta técnica trabaja con fibra óptica, y como se sabe la fibra óptica tiene mejores características que el cable de cobre de par trenzado, como por ejemplo, que cuenta con un mayor ancho de banda (150mbps), una velocidades mucho mayores, por motivo que la señal viaja en el núcleo rebotando dentro de su interior y al chocar con el revestimiento el rayo de luz se refleja íntegramente (se usa un revestimiento cilíndrico con índice de refracción mas bajo que el núcleo, esto permite que se refleje de regreso).



- Aplicaciones Multimedia y Videoconferencia
- Transferencia de datos a grandes velocidades

Fig 10

Fig. A.2.5 Diferentes aplicaciones ATM.

### **A.3. ESTANDARES Y NORMAS**

#### **A.3.1 EIA/TIA-568**

Se verán tres de los estándares de sistema de cableado, el EIA/TIA-568, el ISO-11801 (el primero de alcance internacional) y el europeo en-50173

El primer estándar sobre sistema de cableado fue EIA/TIA-568, una norma norteamericana publicada en 1991. El objetivo del estándar americano, es el de definir un sistema de cableado para edificios comerciales individuales o agrupados, en áreas de hasta 1,000,000 m con un límite de 3000m lineales y hasta 50,000 usuarios. La vida útil esperada del sistema es de 10 años.

El documento describe con todo detalle la estructura que debe de tener un sistema de cableado: estrella jerárquica. Cada usuario dispone de una toma doble (voz y datos) en su área de trabajo. Todas las tomas de una zona están cableadas en estrella a un armario repetidor formando el nivel inferior de la jerarquía. En un edificio de tamaño medio encontraremos un armario repartidor en cada planta y un repartidor principal de edificio la unión de todos y de cada uno de los repartidores de planta con el repartidor de edificios se hace de nuevo en estrella y constituye el segundo nivel jerárquico. Finalmente, en el caso de que tengamos varios edificios formando un campus habrá un repartidor principal del campus que se unirá, de nuevo en estrella con cada uno de los repartidores principales del edificio. La estrella del campus constituye el tercer y último nivel de la jerarquía.

Este estándar también nos describe el tipo de cable a utilizar (UTP, FTP y STP). Los tradicionales cables de cuatro cables trenzados con cubierta termoplástica de pvc o de otro material piretardante con baja emisión de humos, recibe la denominación UTP del ingles unshielded twisted pair. Su impedancia característica es de 100 ohm o de 120 ohm.

Si añadimos una capa conductora bajo la cubierta plástica, envolviendo el conjunto de conductores, tendremos un cable f-UTP o ftp (foiled UTP).

La denominación STP (shielded twisted pair) se ha venido usando para referirse al cable de dos pares que tiene un blindaje para cada par mas un blindaje alrededor de los dos pares. Al tratarse de un cable de 150 ohm con unas características diferenciadas respecto a los dos anteriores (diámetro del conductos mayor).

En EIA/TIA-568 se admitían para el cableado horizontal cuatro tipos de cable:

- Cuatro pares de 100 ohm trenzados sin blindaje (UTP).
- Dos pares de 150 ohm trenzados y blindados (STP).
- Coaxial de 50 ohm.
- Fibra óptica 62.5/125 mm.

# ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

ANEXO

El dimensionado del subsistema horizontal es muy expícito: la toma de cada puesto de trabajo debe ser doble, un conector para voz y uno para datos, y alimentado por dos cables, uno para cada conector. De los dos cables, necesariamente uno es del tipo UTP y el otro puede ser UTP, STP o coaxial. En caso de disponer de un cable de fibra óptica en el horizontal, este será el tercero para complementar pero no sustituirá a los otros dos para complementar pero no sustituirá a los otros dos

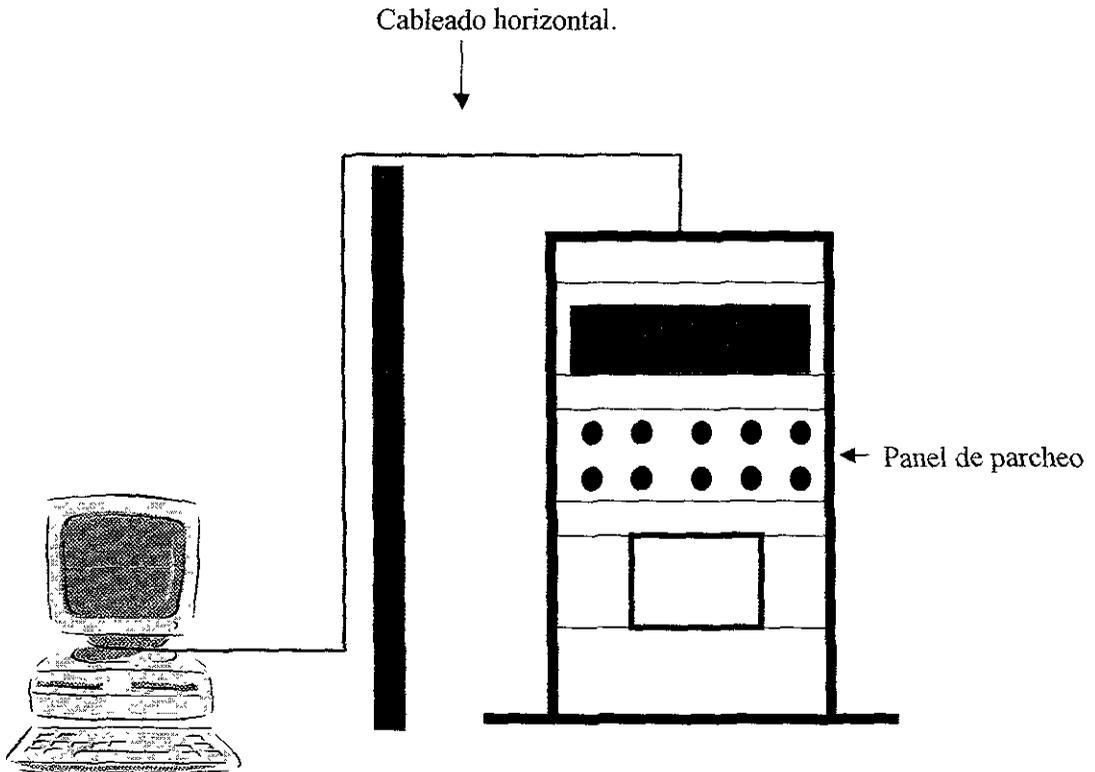


Fig. A.3.1 Subsistema horizontal

Los cables del horizontal se reúnen en los repartidores de planta que, junto a los repartidores de edificio y de campus si lo hay, constituyen el sistema de administración (administration subsystem) Su finalidad: Asignación y organización de los servicios de voz y datos distribuidos por el cableado.

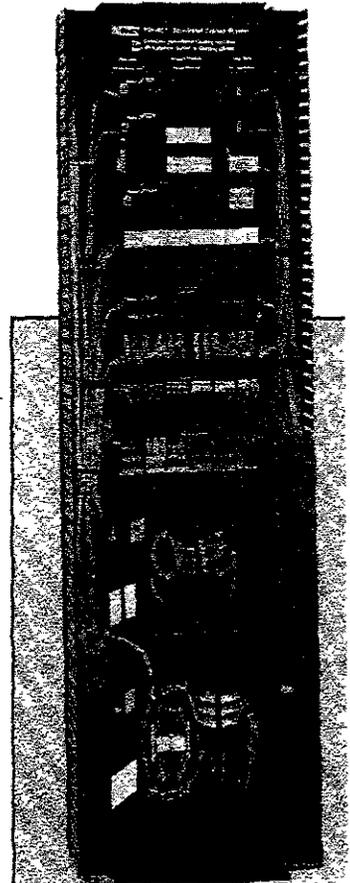
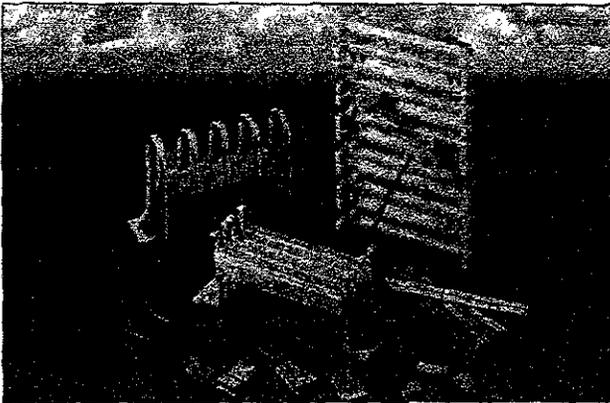
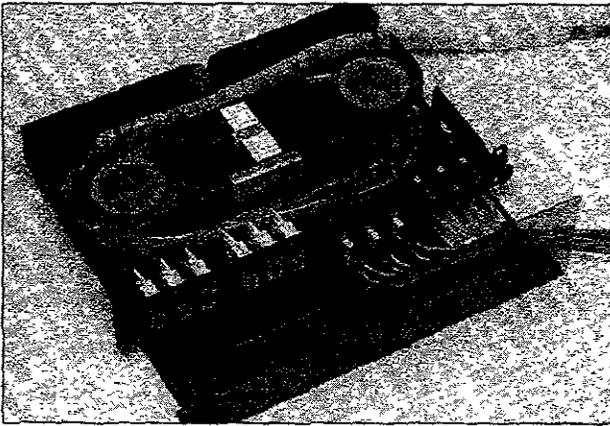


Fig. A.3.2 Gabinete de datos y patch-panel.

El cableado troncal esta formado por los cables que unen los repartidores de planta, edificio y campus unos con otros en forma de estrella. Los cables admitidos son los mismos que los del horizontal pero en configuración multipar para los trenzados. La fibra monomodo es también aceptada en caso necesario. Las distancias del cableado troncal dependen del tipo de cable utilizado pero son cientos de metros y en nada restrictivas comparadas con las del horizontal. El subsistema troncal puede ser en el edificio (lo que se denomina subsistema vertical o backbone raiser) o entre edificios (el troncal de campus o campus subsystem)

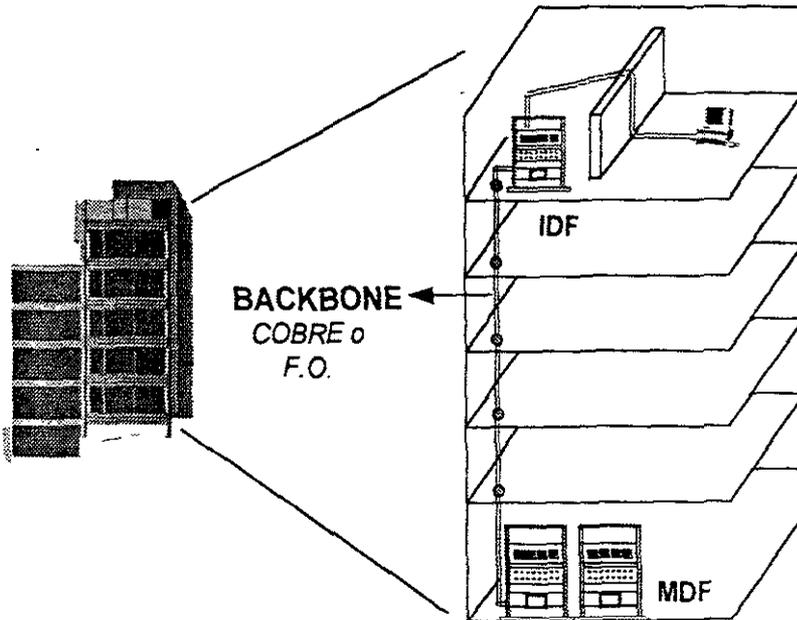


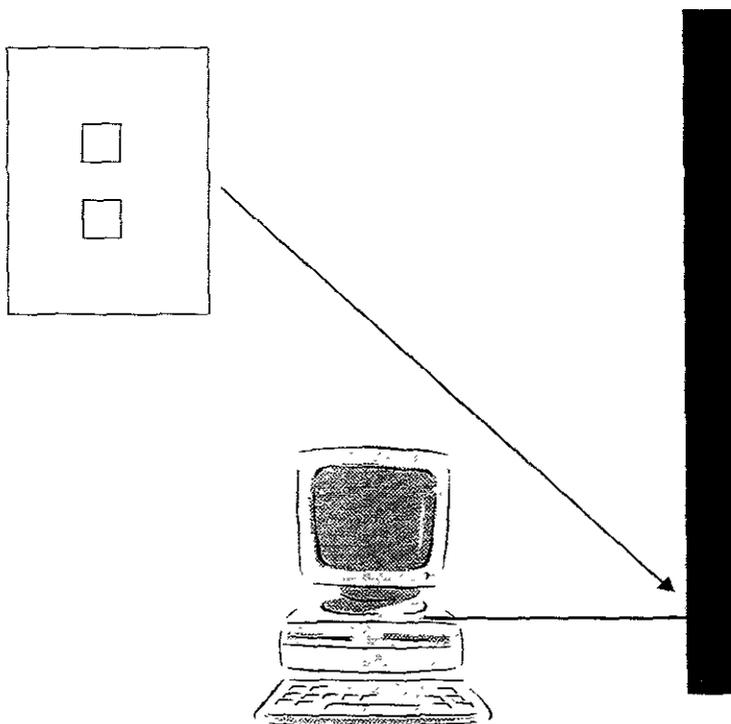
Fig.4

Fig. A.3.3 Subsistema dorsal o backbone.

Finalmente, el subsistema de puesto de trabajo, se define la sala de equipos (equipment room), cuyos componentes son necesarios pero quedan excluidos del ámbito del estándar por ser dependientes de la aplicación.

Los límites de distancia para el cableado son 90m en el horizontal mas 10m en el cable drop de puesto de trabajo, interconexión de repartidor y sala de equipos, que constituyen los 100m de distancia máxima típico de las redes LAN.

Roseta modular con 2 salidas RJ-45  
(voz y datos)



**Fig. A.3.4** Subsistema de puesto de trabajo.

## ANEXO

---

---

Para los conectores encontramos la definición del BNC para el cable coaxial, el hermafrodita data conector, típico Token Ring y de los cables IBM, especificado por ANSI/IEEE 802.5 y el conector modular rj45 que se define en EIA/TIA-570. la distribución de los cables en conector modular admite dos configuraciones

-EIA/TIA 568 a, y su norma de colores es la siguiente:

| NUMERO DE PAR | FUNCIÓN | COLOR          |
|---------------|---------|----------------|
| 3             | t3 1    | blanco-verde   |
| 3             | r3 2    | verde          |
| 2             | t2 3    | blanco-naranja |
| 1             | r1 4    | azul           |
| 1             | t1 5    | blanco-azul    |
| 2             | r2 6    | naranja        |
| 4             | t4 7    | blanco-café    |
| 4             | r4 8    | café           |

## ANEXO

---

---

- Norma EIA/TIA 568 b.

| NUMERO DE PAR | FUNCION | COLOR          |
|---------------|---------|----------------|
| 2             | t2 1    | blanco-naranja |
| 2             | r2 2    | naranja        |
| 3             | t3 3    | blanco-verde   |
| 1             | r1 4    | azul           |
| 1             | t1 5    | blanco-azul    |
| 3             | r2 6    | verde          |
| 4             | t4 7    | blanco-café    |
| 4             | r4 8    | café           |

tsb-36 y tsb-40: La definición de las categorías (para cables UTP 100 ohm y su hardware de conexión.)

### - Categoría 1 y 2

Cables de telefonía y datos a baja velocidad que no se reconocen en el estándar americano EIA/TIA-568 por no alcanzar las prestaciones mínimas definidas.

**- Categoría 3**

Cables y conectores modulares para transmisión de datos, pensados para las aplicaciones 10 base T (ETHERNET) y token ring a cuatro mbps cuyas prestaciones se definen hasta 16 Mhz para comunicación de datos hasta 10mbps.

**- Categoría 4**

Componentes para aplicaciones de datos hasta 16 mbps (token ring) cuyas especificaciones se definen hasta 20 Mhz.

**- Categoría 5**

Cables y conectores con especificaciones hasta 100 Mhz pensado para soportar aplicaciones de datos hasta 100 mbps.

**A.3.2 ISO/IEC IS 11801.**

Desarrollado por la internacional organization for standarization y la internacional electrotechnical comission a través del grupo de trabajo 3 del subcomité 25 del jtc1 (joint technical comitee), este es el estándar internacional de sistemas de cableado, generic cabling for customer premises, aprobado en 1994

El internacional standard 11801 tiene muchos puntos de coincidencia con el ya conocido EIA/TIA-568: se refiere a un ámbito de edificios comerciales, con un

alcance similar, y se basa en la misma topología en estrella jerárquica aceptada mayoritariamente por los sistemas del mercado.

Para cumplir con el estándar internacional podemos seguir la estrategia de comprar cables, conectores y paneles de categoría 5 los conectamos de acuerdo a los esquemas correspondientes en estrella y con una distancia máxima de 90m. en horizontal. De este modo obtendremos un sistema de cableado de alta velocidad garantizada hasta 100 Mhz.

**ISO 11801:** definición de las clases de enlace.

**- Clase a**

Aplicaciones de voz analógica y digital, aplicaciones de datos de baja velocidad. Especificaciones de enlace hasta 100 KHz.

**- Clase b**

Especificada hasta 1 Mhz, aplicaciones de velocidad media.

**- Clase c**

Aplicaciones de alta velocidad como las redes de área local, definición de parámetros hasta 16 Mhz.

**- Clase d**

Hasta 100Mhz: muy alta velocidad, las LAN rápidas actuales y futuras

**- Clase óptica**

Para todas las aplicaciones que acepten comunicación sobre fibra óptica No hay especificación de ancho de banda máxima

### A.3.3 CENELEC EN 50173

La nueva norma europea EN 50173 (performance requirements of generic cabling schemes) algo así como características de los sistemas genéricos de cableado, aprobada en 1995.

La recomendación para el cableado horizontal se basa en cables balanceados de 100 ohm y fibra multimodo 62.5/125 mm. Se aceptan como alternativa los cables de 120 ohm y 150 ohm, así como las fibras multimodo 50/125 mm.

La elección UTP/FTP no es un problema, no es realmente significativa en cuanto a prestaciones ni estandarización: simplemente es una cuestión de mercado.

De hecho, se empieza hablar de UTP para referirse tanto al cable sin blindar como al que añade un blindaje (f-UTP o ftp), pues los propios estándares de cableado lo tratan como un mismo tipo de cableado.

## CONCLUSIONES.

Una vez comprendido todo lo necesario para la construcción de una red sea LAN, WAN, y MAN se concluye que en todas las redes se manejan una serie de lineamientos comunes, por ejemplo, las computadoras para comunicarse entre sí necesitan de un medio eléctrico, seguido de alguna forma para que un dato llegue al otro extremo sin daño alguno, los controles de comunicación entre red y computadora y finalmente lo que se necesita para enviar el dato y llevarlo de terminal a terminal.

Todos estos lineamientos son muy importantes en la comunicación entre usuarios y de esto depende que la red funcione correctamente, para estos lineamientos se genero el modelo OSI Que es indispensable para la construcción de una red

Lo que se refiere a los enlaces con fibra óptica, en la actualidad no es muy cara, pero el único problema que surge es la instalación de ésta debido a que hay poca gente capacitada para este trabajo, y posiblemente seria el único problema en el desempeño de una red de comunicación.

## GLOSARIO:

### ANSI

Instituto de Estandarización Nacional Americano (American National Standards Institute.)

### CCITT

Comité Consultivo Internacional para Telefonía y Telegrafía. Es una organización internacional de normalización en temas de Telecomunicaciones

### F.O.

Fibra Óptica, cable especial utilizado para redes LAN, MAN y WAN

### FTP

Par trenzado con blindaje (Shielded Twisted Pair) Cable utilizado en las redes LAN.

### IEEE

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

### ISO

Organización Internacional de Normalización.

### LAN

Red de Área Local (Network area local)

### MAN

Red de Área Metropolitana (Network Area Metropolitan)

### OSI

Interconexión de sistema abierto (Open Systems Interconnect)

### STP

Par trenzado Apantallado (Foiled UTP)

### UTP

Par trenzado sin Apantallar (Unshilded Twisted Pair)

### WAN

Red de Área Amplia (Network Area Wide)