

01126
39



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

REDISEÑO DE LA RED LOCAL DE VOZ, DATOS
Y VIDEO PARA EL MUSEO DE LAS CIENCIAS
UNIVERSUM

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA ELECTRICA ELECTRONICA)

PRESENTAN

EVARISTO LOPEZ TEJEDA
JOSE HUMBERTO HERNANDEZ ORTIZ



DIRECTOR DE TESIS:

M. I. JUAN FERNANDO SOLORZANO PALOMARES

MEXICO, D. F.

2003

A



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.

PAGINACION DISCONTINUA

**TESIS
FALLA
DE
ORIGEN**

Agradecimientos

A mis Padres

Lucio y Paz, Por haberme regalado la oportunidad de estudiar, por el amor incondicional que he recibido de ustedes, por los principios y valores que me han inculcado. Gracias a todo lo que me han proporcionado a lo largo de mi vida he logrado alcanzar esta meta de la cual ustedes son parte importante, recuerden que los quiero mucho.

A mis Hermanos

Luisa, Luis, Susana, Josefina, Francisco, Ángel, Rosario, por todo el respaldo y el cariño que me han ofrecido, todos de alguna manera me motivaron a continuar, muchas gracias a cada uno de ustedes, deseo que permanezcamos unidos por siempre como hasta ahora hemos estado.

A mis Sobrinos

Verónica, Walter, Gerardo, David, Hugo, Francisco, Daniel, Lucía, Eduardo, gracias por regalarme los muchos momentos de alegría que he disfrutado con ustedes.

A la UNAM, Por permitir formarme profesionalmente en sus instalaciones, me siento orgulloso de pertenecer a una de las Instituciones de educación más importantes del país, agradezco también a mis Profesores por permitirme aprender de ellos y a mis amigos por dejarme conocerlos.

A Evaristo mi mejor amigo y compañero de Tesis.

Humberto

B

Agradecimientos

A mi madre que me dio el apoyo económico y moral para que realizaré mi meta de ser profesionista. Ella que fue parte de mis desvelos y sacrificios. Quien estuvo siempre cerca de mí en los mejores momentos y cuando tuve necesidad de ser escuchado por alguien ella fue mi mejor amiga. Toñita te quiero mucho. Gracias.

A mis hermanos Ivonne y Raúl que contribuyeron siempre a que yo sobresaliera. Espero que cuando pase por momentos de enojo, incertidumbre y desaliento no les haya causado daño y si lo hice me disculpen. Los quiero mucho, no lo olviden. Que sean siempre felices con su pareja.

A mis sobrinos Jonatan y Cristian que llegaron en el mejor momento a darle vida y esperanza a toda la familia. Besos.

A la UNAM que me dio la oportunidad de estar en sus aulas, dame el conocimiento y la oportunidad de crecer como persona. Ahora me toca en lo profesional y en lo personal darle día a día a mi Universidad el reconocimiento ante México de que sus aulas generan conocimientos y beneficios a favor de todos.

Gracias a mis amigos, familiares y todos aquellos que personas que hicieron posible mi meta y que no puedo poner su nombre por falta de espacio. Hay algunas personas en especial que saben que su nombre esta en mi mente y corazón presente siempre.

Y por último a Humberto que es mi mejor amigo. ¡Hasta que terminamos!

Atte.

Evaristo

Índice

Introducción	I	
Capítulo 1	Marco Teórico	1
	Introducción a Redes	2
	Protocolos y Arquitectura	8
	Medios de Transmisión	14
	Redes de Área Amplia (WAN)	33
	Tecnologías LAN (Local Area Network)	44
	Telefonía	76
	Videoconferencia	92
Capítulo 2	Sistemas de Cableado Estructurado	97
	Normas Internacionales	99
	Normas Mexicanas	134
	Normas Universitarias	137
Capítulo 3	Equipos Electrónicos de Comunicaciones	146
	Convertidores de Medio y Velocidad	147
	Switches de Datos	148
	Equipo Inalámbrico para LAN	152
	Equipo Telefónico	161
	Equipo para Videoconferencia	190
Capítulo 4	Propuesta de Diseño de la Red de Voz, Datos y Video	198
	Recopilación de Información	199
	Necesidades del Usuario	204
	Análisis de la Información	205
	Elaboración de Propuesta de Rediseño	206
	Resultados	221
	Conclusiones	223
Anexo A	Planos	224
	Casita de las Ciencias Planta Baja	225
	Casita de las Ciencias Planta Alta	227
	Universum Planta Baja	229
	Universum Primer Nivel	231
	Universum Segundo Nivel	233
	Universum Tercer Nivel	235
Bibliografía		237

D

Introducción

Las telecomunicaciones dentro de la UNAM están en continua evolución y crecen a una gran velocidad, el incremento de la demanda para tener acceso a Internet, a los servicios de Intranet, de videoconferencia y la necesidad de compartir información, sigue promoviendo la adaptación de implementaciones y desarrollos en telecomunicaciones.

El museo de las ciencias Universum como parte de la UNAM en su continua evolución y con apego a su compromiso -con la sociedad- de difundir la ciencia, necesita renovarse continuamente, es así, que es necesario una reestructuración de su sistema de comunicaciones para poder continuar con su labor y no caer en estancamientos tecnológicos que limiten sus objetivos.

El intercambio de información entre dos entidades es el objetivo básico de las comunicaciones, esto se logra a través de diferentes formas, estructuras, condiciones y consideraciones, el estudio de estos parámetros, es fundamental para el desarrollo de cualquier sistema de comunicaciones, Marco teórico (Capítulo 1), tiene como objetivo mostrar los fundamentos de los diferentes sistemas de comunicaciones existentes.

Los elementos que proporcionan la conectividad necesaria para poder realizar la integración de los diferentes servicios de comunicaciones especificados como los Sistemas de Cableado Estructurado (Capítulo 2), deben cumplir con estándares establecidos por organizaciones internacionales y/o locales.

En el desarrollo de una red de comunicaciones, es necesario establecer las características específicas de la forma de comunicación y convivencia que tendrá externa e internamente con otras redes para así, poder determinar los equipos electrónicos necesarios. En los equipos electrónicos de comunicaciones (capítulo 3) se enfoca al análisis de los diversos dispositivos electrónicos existentes y la operabilidad que puede existir entre los diferentes equipos, todo esto necesario para poder desarrollar el diseño de la red requerida

La propuesta de rediseño de la red de comunicaciones del Universum (Capítulo 4), se lleva cabo basándose en las consideraciones analizadas en los anteriores capítulos y sumando a estos, las características y necesidades particulares del Universum, para así, poder proponer una red integral que soluciona los problemas actuales y contar a futuro con la infraestructura que se adapte a tecnologías emergentes sin necesidad de grandes inversiones, todo esto considerando la mejor opción costo - beneficio.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

- 1.1. Introducción a Redes**
- 1.2. Protocolos y Arquitectura**
- 1.3. Medios de Transmisión**
- 1.4. Redes de Área Amplia (WAN)**
- 1.5. Tecnologías LAN (Local Area Network)**
- 1.6. Telefonía**
- 1.7. Videoconferencia**

1.1. Introducción a Redes

Un modelo para las comunicaciones

El objetivo principal de todo sistema de comunicaciones es intercambiar información entre dos entidades. La figura 1.1 muestra el modelo sencillo de un sistema de comunicación, en la que se propone un diagrama de bloques.



Figura 1.1 Diagrama general de bloques

¿Qué es una red?

En términos generales se define como: Un grupo de terminales, en general, interconectados a través de uno o varios caminos o medios de transmisión. Si se analiza el concepto anterior, los elementos básicos de una red son los equipos terminales (Computadoras personales, teléfonos, videocámaras, etc.), los medios de transmisión y los dispositivos que permitan interconectarlos.

En telecomunicaciones se define como: la infraestructura completa para la comunicación, esto incluye, medios de transmisión, nodos de conmutación, nodos de enrutamiento, equipo terminal o de usuario, etc. Existen redes de voz (red telefónica), de datos (LAN, MAN y WAN) si se integra una red para soportar voz, datos y otros tipos de información (vídeo por ejemplo) esta red se convierte en lo que se conoce bajo el concepto de "red corporativa".

Topología

Con el termino topología se hace referencia a la disposición física de las estaciones en el medio de transmisión. Si hay sólo dos estaciones (es decir, una terminal y una computadora, o dos computadoras), el enlace es punto a punto. Si hay más de dos estaciones, entonces se trata de una topología multipunto. Históricamente, los enlaces multipunto se han utilizado cuando se disponía de una computadora (estación principal) y un conjunto de terminales (estaciones secundarias). Actualmente, las topologías multipunto son típicas de las redes de área local.

Las topologías tradicionales multipunto son sólo útiles cuando los terminales transmiten durante una fracción del tiempo. En la Figura 1.2 se muestran las ventajas de la configuración multipunto. Si cada terminal tuviera un enlace punto a punto hasta su computadora central, éste debería tener un puerto de E/S para cada terminal conectado. También se necesitaría una línea desde cada una de las terminales a la computadora central. En una configuración multipunto, la computadora central sólo necesita un puerto de E/S y una única línea de transmisión, ahorrando así los correspondientes costos.

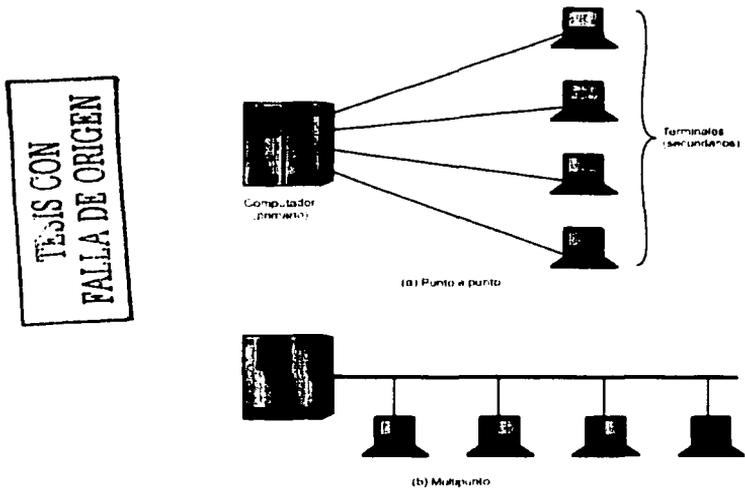
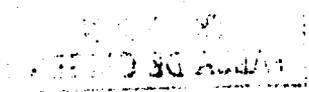


Figura 1.2 Configuraciones tradicionales computadora central y terminal.

Full-Duplex y Semi-Duplex

El intercambio de datos a través de una línea de transmisión se puede clasificar como full-duplex o semi-duplex. En la transmisión semi-duplex cada vez sólo una de las dos estaciones del enlace punto a punto puede transmitir. Este modo también se denomina en dos sentidos alternos, aludiendo al hecho de que las dos estaciones pueden transmitir alternativamente. Esto es comparable a un puente que tuviera un solo carril y con circulación en los dos sentidos. Este tipo de transmisión se usa a menudo en la interacción entre los terminales y el computador central. Mientras que el usuario introduce y transmite datos, el computador central no podrá enviar datos al terminal, ya que si no, éstos aparecerían en la pantalla del terminal provocando confusión.



En la transmisión full-duplex las dos estaciones pueden simultáneamente enviar y recibir datos. Este modo se denomina dos sentidos simultáneos y es comparable a un puente que tuviera dos carriles con tráfico en ambos sentidos. Para el intercambio de datos entre computadoras, este tipo de transmisión es más eficiente que la transmisión semi-duplex.

Para la señalización digital, en la que se requiere un medio guiado, la transmisión full-duplex normalmente exige dos caminos separados (por ejemplo, dos pares trenzados), mientras que la transmisión semi-duplex necesita solamente uno. Para la señalización analógica, dependerá de la frecuencia: si una estación transmite y recibe a la misma frecuencia, utilizando transmisión inalámbrica se deberá operar en modo semi-duplex, aunque para medios guiados se puede operar en full-duplex utilizando dos líneas de transmisión distintas. Si una estación emite en una frecuencia y recibe a otra, para la transmisión inalámbrica se deberá operar en full-duplex. Para medios guiados se deberá optar por full-duplex usando una sola línea.

En realidad es factible transmitir simultáneamente en ambas direcciones sobre una única línea de transmisión utilizando la técnica denominada cancelación de eco.

Clasificación de las tecnologías de red

El objetivo principal de las redes de cómputo es permitir la comunicación de datos entre sistemas computacionales de una organización. Considerando las distancias existentes entre estos sistemas, las tecnologías para redes se clasifican de acuerdo al área de cobertura para la que fueron diseñadas (figura 1.3) como se indica a continuación:

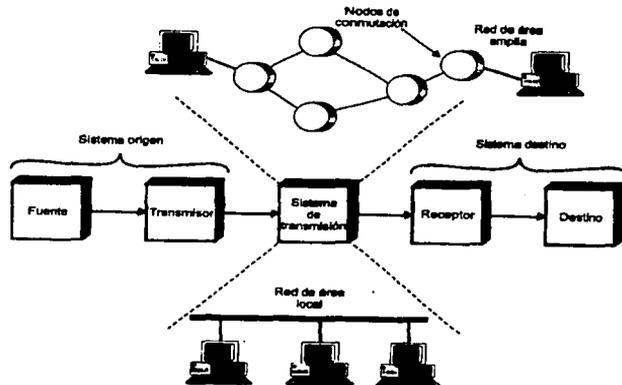


Figura 1.3 Modelos simplificados de redes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- **Redes de Área amplia (Wide Area Network)**

Las primeras redes instaladas emplearon medios de transmisión públicos que permitieron a los sistemas de cómputo comunicarse a través de grandes distancias. Generalmente, se considera como redes de área amplia a todas aquellas que cubren una extensa área geográfica, requieren a través rutas de acceso público, y utilizan parcialmente circuitos proporcionados por una entidad proveedora de servicios de telecomunicación. Típicamente, una WAN consiste en una serie de dispositivos de conmutación interconectados. La transmisión generada por cualquier dispositivo se encaminará a través de estos nodos internos hasta alcanzar el destino. A estos nodos (incluyendo a los situados en los contornos) no les concierne el contenido de los datos, al contrario, su función es proporcionar el servicio de conmutación, necesario para transmitir los datos de nodo en nodo hasta alcanzar su destino final.

Las WANs han evolucionado; actualmente los dispositivos conectados a estas redes pueden ser terminales inteligentes, PCs, estaciones de trabajo, minicomputadoras e incluso LANs.

- **Redes de Área Metropolitana (Metropolitan Area Network)**

Las MANs se encuentran entre las LANs y WANs, con una cobertura que comprende desde unos kilómetros hasta decenas de kilómetros conectando redes de un mismo usuario en una ciudad a una velocidad de transmisión de unos cuantos Kbps a Gbps, sirve como el backbone que interconecta varias LANs distribuidas o puede proveer acceso a la red metropolitana o a una red pública de cobertura amplia.

- **Redes de Área Local (Local Area Network)**

Una LAN provee una comunicación de alta velocidad y corta distancia (de algunos metros a pocos kilómetros) entre dispositivos inteligentes como PCs, que permite a los usuarios intercambiar archivos o mensajes y compartir el uso de dispositivos como impresoras, plotters, servidores de archivos o de comunicaciones.

Tecnologías de procesamiento en la red

Otro aspecto importante de una red de cómputo es el tipo de procesamiento que se efectúa en los sistemas que la integran. El tipo de procesamiento requerido por una organización en particular influye en la selección de la tecnología de red a utilizar, por lo que se clasificaron las redes de acuerdo al tipo de procesamiento soportado.

- **Procesamiento centralizado**

Es el utilizado en los mainframes y mini computadoras. Los usuarios se conectan a las máquinas mediante terminales tontas incapaces de procesar información. Las aplicaciones residen en el sistema de cómputo central, el cual se hace cargo de los requerimientos generados por las terminales y el proceso del programa. Algunos de los problemas de este tipo de redes es la degradación del servicio al aumentar el número de terminales conectadas al sistema.

▪ **Procesamiento distribuido**

Se utiliza en las LANs donde los sistemas de cómputo son PCs capaces de efectuar un procesamiento local. Básicamente, el procesamiento distribuido consiste en ejecutar partes de una aplicación en varios sistemas de cómputo de la red. Existen diversas maneras de manejarlo en las aplicaciones; la tendencia actual es la arquitectura cliente-servidor.

Conectividad en redes de cómputo

Uno de los retos más importantes en el diseño de la infraestructura de telecomunicaciones de una organización es comunicar a las distintas redes de cómputo sin limitaciones de marca, para lograrlo se desarrolla la tecnología de conectividad para LANs y WANs.

Como se menciona en la definición de red, los dispositivos de conectividad forman parte relevante de la red, por lo que la comprensión de su funcionamiento y características permitirán seleccionar el equipo más adecuado al tipo de red existente en una organización.

Uno de los objetivos de la conectividad, es proporcionar un mecanismo confiable para el intercambio de datos y extender los servicios de cómputo que son presentados en el ámbito local hacia los usuarios remotos.

Normalizaciones

En la industria de las telecomunicaciones desde hace tiempo se ha aceptado que los estándares son necesarios para definir las características físicas, mecánicas y de procedimiento de los equipos de comunicación. En el pasado, este punto de vista no ha sido compartido por la industria de las computadoras. Mientras que los productores de equipos de comunicación reconocían que sus equipos deberían en general de interconectarse y comunicarse con equipos de terceros, es decir, las computadoras de diferentes fabricantes deben comunicarse unas con otras, y dada la evolución actual en la normalización de protocolos, los clientes no admitirán la necesidad de software para la conversión de protocolos.

Hay una serie de ventajas y desventajas en el proceso de estandarización. A continuación se citan las más relevantes.

Las principales ventajas son:

- Un estándar asegura un gran mercado. Esto estimula la producción masiva y, en algunos casos, el uso de integración a gran escala (LSI) o integración a muy gran escala (VLSI), reduciéndose así los costos.
- Un estándar permite que los productos de diferentes fabricantes se comuniquen, dotando al comprador de mayor flexibilidad en la selección y uso de equipos.

Las principales desventajas son:

- Los estándares tienden a congelar la tecnología. Mientras que un estándar se desarrolla, se revisa y se adopta, se habrán desarrollado otras técnicas más eficaces.
- Hay muchos estándares para la misma función. Este problema no es atribuible a los estándares en sí, sino a la manera en que se hacen las cosas. Afortunadamente, recientemente las diversas organizaciones para el establecimiento de estándares han comenzado a cooperar más estrechamente. No obstante, todavía hay áreas donde coexisten varios estándares en conflicto.

Organizaciones de Normalización

En el siguiente capítulo se describen los estándares más importantes relacionados con las comunicaciones y las computadoras. Se consideran aquellos que en la actualidad están en uso, como los que están en fase de desarrollo. Para la promoción o desarrollo de estos estándares han participado decisivamente varias organizaciones. Enseguida se presenta una breve descripción de las organizaciones más importantes de normalización.

- **La organización internacional para la normalización (ISO)**

La ISO (International Organization for Standardization) es una agencia internacional para el desarrollo de normalizaciones que abarcan un amplio abanico de materias. Es una organización sin ánimo de lucro, de voluntariado, cuyos miembros son organismos de estandarización de las naciones participantes además de una serie de organizaciones observadoras sin voto. Aunque ISO no es gubernamental, más del 70% de los miembros son instituciones gubernamentales. La mayoría de los miembros restantes tienen relaciones muy estrechas con las administraciones públicas de los respectivos países.

ISO se fundó en 1946 y desde entonces ha especificado, más de 12,000 normalizaciones en una gran cantidad de áreas de diversa índole. Su objetivo es proporcionar el desarrollo de normalizaciones y de actividades relacionadas para facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, así como desarrollar la cooperación en la esfera intelectual, científica, tecnológica y económica. ISO ha definido estándares para todo, desde el paso de los tornillos hasta cuestiones de energía solar. Un área importante dentro del campo de las normalizaciones se encarga de la arquitectura de comunicaciones para la interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open System Interconnection), así como de la definición de estándares para cada una de las capas de la arquitectura OSI.

- **El sector de normalización de la UIT para las telecomunicaciones**

El sector de estandarización UIT para las Telecomunicaciones (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones que es a su vez una agencia especializada de la Organización de las Naciones Unidas. Por tanto los miembros del UIT-T son gobiernos. El objeto de la UIT-T es "estudiar y definir recomendaciones de cuestiones

técnicas, tecnológicas, de operación y tarificación para así normalizar las telecomunicaciones a escala mundial". Su objetivo central es la estandarización, tanto como sea necesario, de técnicas y de modos de operación en telecomunicaciones para llevar a cabo una compatibilidad extremo a extremo en las conexiones internacionales de telecomunicación, independientemente de los países origen y destino.

La UIT-T fue creada el 1 de marzo de 1993 como consecuencia del proceso de reforma dentro de la UIT. Este organismo sustituye al Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telégrafos (CCITT) que en esencia tenía los mismos estatutos y objetivos que el nuevo UIT-T.

1.2 Protocolos y Arquitectura

En el estudio de las comunicaciones entre computadoras y redes de computadoras, son especialmente relevantes los dos conceptos siguientes:

- Los protocolos
- Las arquitecturas para comunicaciones entre computadoras

Para la comunicación entre dos entidades situadas en sistemas diferentes es necesario la definición y utilización de un protocolo. Nótese que los términos «entidad» y «sistema» se están usando en un sentido muy general. En general, una entidad es cualquier cosa capaz de enviar y recibir información, y un sistema es un objeto físico que contiene a una o más entidades. Para que dos entidades se comuniquen con éxito, se requiere que «hablen el mismo idioma». Qué se comunica, cómo se comunica, y cuándo se comunica debe seguir una serie de convenciones mutuamente aceptadas por las entidades involucradas. Este conjunto de convenios se denominan protocolos, que se pueden definir como el conjunto de reglas que gobiernan el intercambio de datos entre dos entidades. Los puntos clave que definen o caracterizan aun protocolo son:

- La **sintaxis**: incluye aspectos tales como el formato de los datos y los niveles de señal.
- La **semántica**: incluye información de control para la coordinación y el manejo de errores.
- La **temporización**: incluye la sintonización de velocidades y secuenciación.

Tras haber introducido el concepto de protocolo, se está en disposición de definir el concepto de arquitectura para las comunicaciones entre computadoras. Es claro que debe haber un grado alto de cooperación entre las computadoras. En lugar de implementar toda la lógica para llevar a cabo la comunicación en un único módulo, dicha tarea se divide en subtarefas, cada una de las cuales se realiza por separado. Así, en vez de disponer de un solo módulo que realice todas las tareas involucradas en la comunicación, se considera una estructura consistente en un conjunto de módulos que realizarán todas las funciones. Esta estructura se denomina arquitectura de protocolos.

Protocolos

Los protocolos se caracterizan fundamentalmente por ser:

- Directos / indirectos
- Monolíticos / estructurados
- Simétricos / asimétricos
- Estándares / no estándares

La comunicación entre dos entidades puede ser **directa** o **indirecta**. En este sentido, en la Figura 1.4 se describen algunas situaciones posibles. Si los dos sistemas que se van a comunicar comparten una línea punto a punto, las entidades de estos sistemas se podrán comunicar directamente; es decir, los datos y la información de control pasarán directamente entre las entidades sin la intervención de un agente activo. Esta misma idea es aplicable a configuraciones multipunto, aunque en este caso las entidades deberán solucionar el problema del control del acceso, complicando así el protocolo. Si los sistemas se conectan a través de una red conmutada no se podrá aplicar un protocolo directo. El posible intercambio de datos, entre dos entidades dependerá a su vez del buen funcionamiento de otras entidades. Un caso algo más complejo será cuando las dos entidades no compartan la misma red conmutada, aunque eso sí deberán estar conectadas a través de dos o más redes. A un conjunto de este tipo de redes interconectadas se les denomina Internet.

Otra característica de los protocolos es su carácter **monolítico** o **estructurado**. En la aproximación monolítica, una modificación en cualquiera de los detalles implicaría que toda la aplicación debería modificarse, con el riesgo de introducir errores difíciles de localizar.

Como alternativa se puede optar por una técnica de diseño e implementación estructurada. En lugar de un único protocolo, en este caso habrá un conjunto de protocolos organizados con una estructura por capas o jerárquica. Las funciones básicas se implementarán en las entidades de los niveles inferiores, las cuales proporcionarán servicios a las entidades de los niveles superiores. Nótese que esto introduce una nueva forma de dependencia: al intercambiar datos las entidades de los niveles superiores dependerán de las entidades de los niveles inferiores.

Cuando se opta por un diseño estructurado, a todo el conjunto de hardware y software que se utiliza para la implementación de las funciones de comunicación se denomina arquitectura.

Un protocolo puede ser **simétrico** o **asimétrico**. La mayoría de los protocolos serán simétricos. Es decir, involucran entidades pares. En ciertas situaciones la simetría vendrá impuesta por la naturaleza del intercambio (por ejemplo, un proceso «cliente» y un «servidor»), o por la necesidad expresa de reducir la complejidad de las entidades o de los sistemas. Normalmente, este modo implica que una computadora sondea una serie de terminales. La lógica en el extremo de la terminal es muy sencilla.

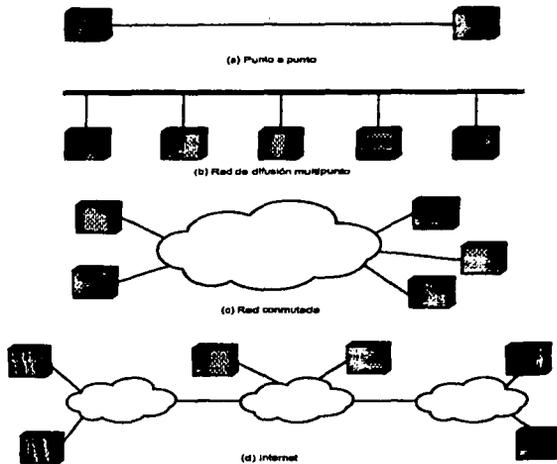


Figura 1.4 Tipos de conexión en un sistema de comunicación

Por último, un protocolo puede ser **estándar** o **no estándar**. Un protocolo no estándar es aquel que se diseña y se implementa para una comunicación particular, o al menos para una computadora con un modelo particular. El uso creciente de sistemas de procesamiento distribuido junto con la tendencia decreciente por parte de los clientes a depender de un único fabricante, han forzado a que los fabricantes implementen protocolos que obedezcan a estándares bien establecidos. Véase figura 1.5.

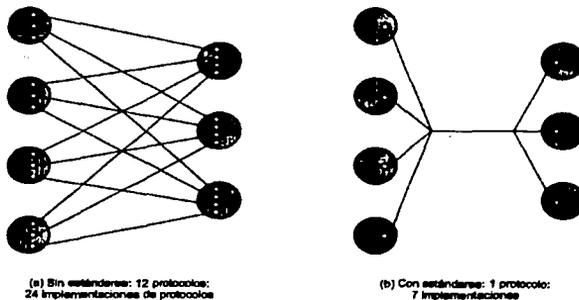


Figura 1.5 Uso de protocolos estandarizados

OSI (Open Systems Interconnection)

Los estándares son necesarios para facilitar la interoperatividad entre equipos de distintos fabricantes y para estimular la economía de gran escala. Es evidente que una sola normalización no es suficiente, ya que las tareas en las comunicaciones son muy complejas. Es más, las funciones se deberían realizar en tareas más manejables y deberían organizarse como una arquitectura de comunicaciones. La arquitectura constituiría así un marco de referencia para la normalización.

El Modelo

Una técnica de estructuración muy utilizada, y elegida por ISO, es la jerarquización en capas. En esta técnica, las funciones de comunicación se distribuyen en un conjunto jerárquico de capas. Cada capa realiza un conjunto de funciones relacionadas entre sí, necesarias para comunicarse con otros sistemas. Cada capa se sustenta en la capa inmediatamente inferior, la cual realizará funciones más primitivas, ocultando los detalles a las capas superiores. Una capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior. Idealmente, las capas deberían estar definidas para que los cambios en una capa no implicaran cambios en las otras capas. De esta forma, el problema se descompone en varios subproblemas más abordables.

La especificación de ISO consistió en definir el conjunto de capas y los servicios que cada una de ellas debería realizar. La división resultante debería agrupar a las funciones que fueran conceptualmente próximas, y a su vez, debiera implicar el suficiente número de capas como para que su complejidad fuera pequeña, pero por otro lado, este número no debiera ser muy elevado de forma que el procesamiento de la información suplementaria impuesta por la colección de capas fuera muy costoso. Los principios que guiaron el diseño se resumen en la *Tabla 1.1*. El modelo de referencia resultante tiene siete capas. En la *Tabla 1.2* se da la explicación argumentada por el ISO para la selección de las siete capas.

Tabla 1.1 Principios utilizados en la definición de las capas de OSI (ISO 7498)

1. No crear demasiadas capas de forma que la descripción e integración de las capas sea más difícil de lo estrictamente necesario.
2. Definir separaciones entre capas tal que la descripción de servicios sea pequeña y el número de interacciones entre capas sea mínimo.
3. Definir capas separadas para funciones que sean claramente diferentes, en lo que respecta al servicio ofrecido como a la tecnología aplicada.
4. Definir funciones similares en la misma capa.
5. Seleccionar los límites o separación entre capas de acuerdo con lo que la experiencia previa aconseje.
6. Definir las capas tal que las funciones se puedan localizar fácilmente de forma que la capa se pueda rediseñar completamente y tal que sus protocolos se puedan modificar para adaptarse a las innovaciones en la arquitectura, la tecnología hardware o en el

software sin necesidad de cambiar los servicios que se usan o proporcionan en las capas adyacentes.
7. Definir una separación entre capas ahí donde pueda ser útil tener la interfaz correspondiente normalizada.
8. Crear una capa donde exista la necesidad de un nivel diferente de abstracción en el procesamiento de los datos.
9. Permitir modificaciones de funciones o protocolos dentro de una capa, siempre que no afecten a otras capas.
10. Crear para cada capa límites o separaciones sólo con su capa superior e inferior.
Principios similares han sido aplicados para la creación de subcapas.
11. Crear subgrupos y organizaciones adicionales de funciones en subcapas dentro de una capa sólo en los casos donde se necesiten servicios distintos de comunicación.
12. Crear, donde sea necesario, dos o más subcapas con una funcionalidad común y por lo tanto mínima para permitir la operación de la interfaz con capas adyacentes.
13. Permitir la no-utilización de todas las subcapas.

Tabla 1.2 Justificación de las capas OSI (ISO 7498)

<p>1. Es esencial que la arquitectura permita la utilización de una realización realista de medios físicos para la interconexión con diferentes procedimientos de control (por ejemplo, V.24, V.25, etc.). La aplicación de los principios 3, 5 y 8 (Tabla 1.1) nos conduce a la identificación de la Capa Física como la capa más baja en la arquitectura.</p>
<p>2. Algunos medios de comunicación físicos (por ejemplo, la línea telefónica) requieren técnicas específicas para usarlos al transmitir datos entre sistemas, a pesar de sufrir una tasa de error elevada (inaceptable para la gran mayoría de las aplicaciones). Estas técnicas específicas se utilizan en procedimientos de control del enlace de datos que han sido estudiados y normalizados durante varios años. También se debe de reconocer que los nuevos medios de comunicación (como la fibra óptica) requerirán diferentes procedimientos de control del enlace de datos. La aplicación de los principios 3, 5 y 8 nos conduce a la identificación de la Capa del Enlace de datos situada encima de la capa física en la arquitectura.</p>
<p>3. En la arquitectura OSI, algunos sistemas serán (actuarán como) el destino final de los datos. Algunos sistemas abiertos podrían actuar solamente como nodos intermedios (reenviando los datos a otros sistemas). La aplicación de los principios 3, 5 y 7 conduce a la identificación de la Capa de Red encima de la capa de enlace de datos. Así, la capa de red proporcionara un camino de conexión (conexión de red) entre un par de entidades de transporte incluyendo el caso en el que estén involucrados nodos intermedios.</p>
<p>4. El control del transporte de los datos desde el sistema final origen al sistema final destino (que no se lleva a cabo en nodos intermedio) es la función que realiza el servicio</p>

de transporte así, la capa superior situada justo encima de la capa de red es la **Capa de Transporte**. Esta capa libera a las entidades de capas superiores de cualquier preocupación sobre el transporte de datos entre ellas.

5. Existe una necesidad de organizar y sincronizar el diálogo, y controlar el intercambio de datos. La aplicación de los principios 3 y 4 nos conduce a la identificación de la **Capa de Sesión**, situada sobre la capa de transporte.

6. El conjunto restante de funciones de interés general son aquellas relacionadas con la representación y la manipulación de datos estructurados para el beneficio de los programas de aplicación. La aplicación de los principios 3 y 4 nos conduce a la identificación de la **Capa de Presentación** situada sobre la capa de sesión.

7. Finalmente, están las aplicaciones que llevan a cabo el procesamiento de la información **Capa de Aplicación**, que es la más alta de la arquitectura, aborda parcialmente este procesamiento junto con los protocolos involucrados.

En la Figura 1.6 se muestra la arquitectura OSI. Cada sistema contiene las siete capas. La comunicación se realiza entre las aplicaciones de dos computadoras denominadas en la Figura aplicaciones X e Y. Si la aplicación X desea enviar un mensaje a la aplicación Y, invoca a la capa de aplicación (capa 7). La capa 7 establece una relación paritaria con la capa 7 de la computadora destino, utilizando un protocolo de la capa 7 (protocolo de aplicación). Este protocolo necesita los servicios de la capa 6, por lo tanto las dos entidades de la capa 6 utilizan un protocolo propio, y así hacia abajo hasta la capa física, que transmite realmente los bits a través del medio de transmisión.

TEJIS
FALLA DE
IN

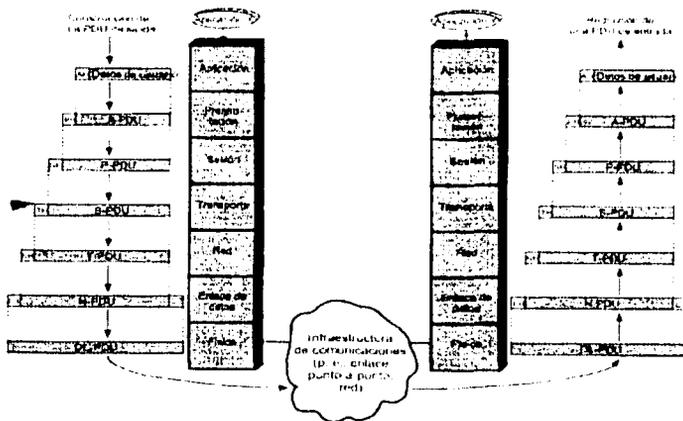


Figura 1.6 El entorno OSI

Obsérvese que, exceptuando la capa física, no existe una comunicación directa entre capas paritarias. Esto es, por encima de la capa física cada entidad de protocolo pasa los datos hacia la capa inferior contigua, para que ésta los envíe a su entidad par. Es más, el modelo OSI no requiere que los dos sistemas estén conectados directamente, ni siquiera en la capa física. Por ejemplo, para proporcionar el enlace de comunicación se puede utilizar una red de conmutación de paquetes o de conmutación de circuitos.

Normalización dentro del modelo de referencia OSI

La principal motivación para el desarrollo del modelo OSI fue proporcionar un modelo de referencia para la normalización. Dentro del modelo, en cada capa se pueden desarrollar uno o más protocolos. El modelo define en términos generales las funciones que se deben realizar en cada capa y simplifica el procedimiento de la normalización ya que:

- Como las funciones de cada capa están bien definidas, para cada una de las capas, el establecimiento de normas o estándares se pueden desarrollar independiente y simultáneamente. Esto acelera el proceso.
- Como los límites entre capas están bien definidos, los cambios que se realicen en los estándares para una capa dada no afectan el software de las otras. Esto hace que sea más fácil introducir nuevas normalizaciones.

1.3 Medios de Transmisión

En los sistemas de transmisión de datos (o cualquier otra señal), el medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Los medios de transmisión se clasifican en guiados y no guiados. En ambos casos, la comunicación se lleva a cabo con ondas electromagnéticas. En los medios guiados las ondas se confinan en un medio sólido; esto se denomina **transmisión alámbrica**. La atmósfera o el espacio exterior son ejemplos de medios no guiados, que proporcionan un medio de transmisión de las señales pero sin confinarlas; esto se denomina **transmisión inalámbrica**.

Las características y la calidad de la transmisión están determinadas tanto por el tipo de señal, como por las características del medio. En el caso de los medios guiados, el medio en sí mismo es lo más importante en la determinación de las limitaciones de la transmisión.

En los medios no guiados, el ancho de banda de la señal emitida por la antena es más importante que el propio medio a la hora de determinar las características de la transmisión. Una propiedad fundamental de las señales transmitidas mediante antenas es la directividad.

En el diseño de sistemas de transmisión es deseable que tanto la distancia como la velocidad de transmisión sean lo más grandes posibles. Hay una serie de factores relacionados con el medio de transmisión y con la señal que determinan tanto la distancia como la velocidad de transmisión:

- **El ancho de banda:** si todos los otros factores se mantienen constantes, al aumentar el ancho de banda de la señal, la velocidad se puede incrementar
- **Dificultades en la transmisión:** las dificultades, como, por ejemplo, la atenuación, limitan la distancia. En los medios guiados, el par trenzado sufre mayores adversidades que el cable coaxial que a su vez, es más vulnerable que la fibra óptica.
- **Interferencias:** las interferencias resultantes de la presencia de señales en bandas de frecuencias próximas pueden distorsionar o destruir completamente la señal. Las interferencias son especialmente relevantes en los medios no guiados, pero a la vez son un problema a considerar en los medios guiados.
- **Número de receptores:** un medio guiado se puede usar tanto para un enlace punto a punto como para un enlace compartido, mediante el uso de múltiples conectores. En este último caso, cada uno de los conectores utilizados puede atenuar y distorsionar la señal, por lo que la distancia y/o la velocidad de transmisión disminuirán.

En la figura 1.7 se muestra el espectro electromagnético, así como la frecuencia a la que operan diferentes técnicas de transmisión sobre medios guiados y no guiados. En esta sección se mencionarán las diferentes alternativas tanto para medios guiados como para no guiados.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

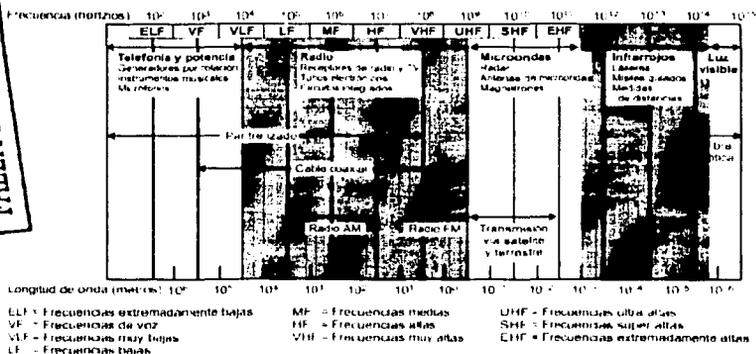


Figura 1.7 Espectro electromagnético para las telecomunicaciones.

Medios de transmisión guiados

En los medios de transmisión guiados, la capacidad de transmisión en términos de velocidad de transmisión o ancho de banda, depende drásticamente de la distancia y de si el medio se usa para un enlace punto a punto o por el contrario para un enlace multipunto, como, por ejemplo, en redes de área local.

Los tres medios guiados más utilizados para la transmisión de datos son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica (véase figura 1.8). A continuación se explicarán detalladamente cada uno de ellos.

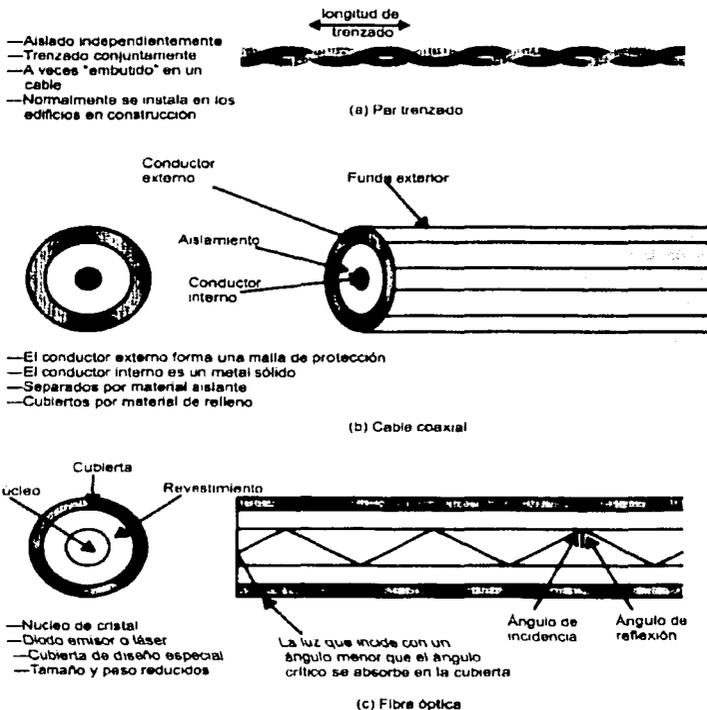


Figura 1.8 Medios de Transmisión Guiados.

Par Trenzado

Descripción física.

El par trenzado consta de dos cables de cobre embutidos en un aislante, entrecruzados en forma de espiral. Cada par de cables constituye sólo un enlace de comunicación. Normalmente, se utilizan haces en los que se encapsulan varios pares mediante una envoltura protectora. En aplicaciones de larga distancia, la envoltura puede contener cientos de pares. El uso del trenzado tiende a reducir las interferencias electromagnéticas (diafonía) entre los pares adyacentes dentro de una misma envoltura. Para este fin, los pares adyacentes dentro de una misma envoltura protectora se trenzan con pasos de torsión diferentes. Para enlaces de larga distancia, la longitud del trenzado varía entre 5 y 15 cm. Los conductores que forman el par tienen un grosor que varía entre 0.4 y 0.9 mm.

Aplicaciones

Tanto para señales analógicas como para señales digitales, el par trenzado es sin duda el medio de transmisión más usado. Por supuesto es el medio más usado en las redes de telefonía, igualmente su uso es básico en el tendido de redes de comunicación dentro de edificios.

En telefonía, el terminal de abonado se conecta a la central local, también denominada "central físal", mediante cable de par trenzado, denominado *bucle de abonado*. Igualmente, dentro de los edificios de oficinas, cada teléfono se conecta a la central privada (PBX, Private Branch Exchange) mediante un par trenzado.

En señalización digital, el par trenzado es igualmente el más utilizado. Generalmente, los pares trenzados se utilizan para las conexiones al conmutador digital o a la PBX digital, con velocidades de 64 Kbps. El par trenzado se utiliza también en redes de área local dentro de edificios para la conexión de computadoras personales. La velocidad típica de configuración está en torno a los 10 Mbps. No obstante, recientemente se han desarrollado redes de área local entre 100 Mbps y 1 Gbps mediante pares trenzados, aunque estas configuraciones están bastante limitadas por el número de posibles dispositivos conectados y extensión geográfica de la red. Para aplicaciones de larga distancia, el par trenzado se puede utilizar a velocidades de 4Mbps o incluso mayores.

El par trenzado es mucho menos costoso que cualquier otro medio de transmisión guiado (cable coaxial o fibra óptica), y a la vez es sencillo de manejar. Ahora bien, comparado con los anteriores está más limitado en términos de velocidad de transmisión y de distancia máxima.

Características de transmisión

Los cables de pares se pueden usar para transmitir tanto señales analógicas como señales digitales. Para señales analógicas, se necesitan amplificadores cada 5 o 6 Km. Para transmisión digital (usando tanto señales analógicas como digitales), se requieren repetidores cada 2 o 3 Km.

Comparado con otros medios guiados (cable coaxial y fibra óptica), el par trenzado permite menores distancias, menor ancho de banda y menor velocidad de transmisión. En la figura 1.9, se muestra para el par trenzado la fuerte dependencia de la atenuación con la frecuencia. Este medio se caracteriza por su gran susceptibilidad a las interferencias y al ruido, debido a su fácil acoplamiento con campos electromagnéticos externos. El trenzado en los cables reduce las interferencias de baja frecuencia, y el uso de distintos pasos de torsión entre pares adyacentes reduce la diafonía.

Para la señalización analógica punto a punto, un par trenzado puede ofrecer hasta 1 MHz de ancho de banda, lo que permite transportar un buen número de canales de voz. En el caso de señalización digital punto a punto de larga distancia, se pueden conseguir de unos pocos Mbps; para distancias cortas, actualmente ya hay disponibles productos comerciales que alcanzan los 100 Mbps e incluso 1 Gbps.

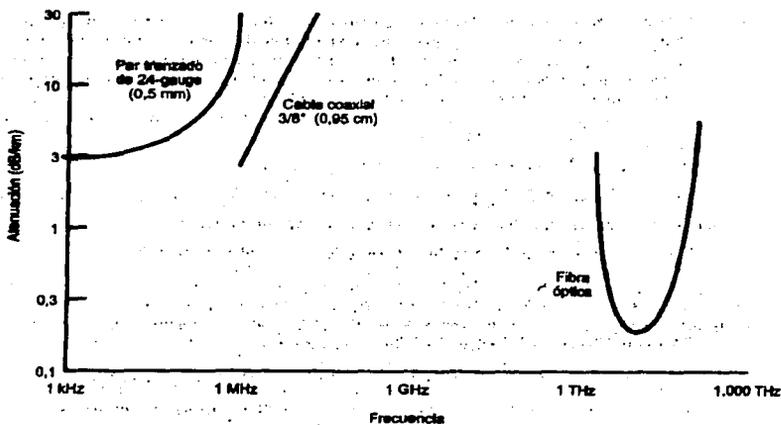


Figura 1.9. Atenuación en los medios guiados típicos.

Pares Trenzados Blindados y sin Blínder

Hay dos variantes de pares trenzados: blindado y sin blindar. El par trenzado no blindado (UTP, Unshielded Twisted Pair) es el medio habitual en telefonía. No obstante, actualmente es práctica habitual en el cableado de edificios, muy por encima de las necesidades reales de telefonía. Esto es así ya que hoy por hoy, el par sin blindar es el menos caro de todos los medios de transmisión que se usan en redes de área local, además de ser más fácil de instalar y de manipular.

El par trenzado sin blindar se puede ver afectado por interferencias electromagnéticas externas, incluyendo interferencias con pares cercanos y fuentes de ruido. Una manera de mejorar las características de transmisión de este medio es embutiéndolo dentro de una malla metálica, reduciéndose así las interferencias. El par trenzado blindado (STP, Shielded Twisted Pair) proporciona mejores resultados a velocidades de transmisión bajas. Ahora bien, este último es más costoso y más difícil de manipular que el anterior.

Cable coaxial

Descripción física

El cable coaxial, al igual que el par trenzado, tiene dos conductores pero está construido de forma diferente para que pueda operar sobre un rango mayor de frecuencias. Consiste en un conductor cilíndrico externo que rodea a un cable conductor (Figura 1.8b). El conductor interior se mantiene a lo largo del eje axial mediante una serie de anillos aislantes regularmente espaciados o bien mediante un material sólido dieléctrico. El conductor exterior se cubre con una cubierta o funda protectora. El cable coaxial tiene un diámetro aproximado entre 1 y 2.5 cm. Debido al tipo de blindaje realizado, es decir, a la disposición concéntrica de los dos conductores, el cable coaxial es mucho menos susceptible a interferencias y diafonías que el par trenzado. Comparado con éste, el cable coaxial se puede usar para cubrir mayores distancias, así como para conectar un número mayor de estaciones en una línea compartida.

Aplicaciones

El cable coaxial es quizás el medio de transmisión más versátil, por lo que cada vez más se está utilizando en una gran variedad de aplicaciones. Las más importantes son:

- Distribución de televisión.
- Telefonía a larga distancia.
- Conexión con periféricos a corta distancia.
- Redes de área local.
- El cable coaxial se emplea para la distribución de *TV por cable* hasta el domicilio de los usuarios. Diseñado inicialmente para proporcionar servicio de acceso a áreas remotas (CATV, Community Antenna Television), la TV por cable en un futuro muy cercano llegará probablemente a casi tantos hogares y oficinas como el actual sistema telefónico. El sistema de TV por cable puede transportar docenas e incluso cientos de canales a decenas de kilómetros.

Tradicionalmente, el coaxial ha sido fundamental en la red de telefonía a larga distancia, aunque en la actualidad tiene una fuerte competencia con la fibra óptica, las microondas terrestres y las comunicaciones vía satélite. Cuando se usa multiplexación con división en frecuencia (FDM, Frequency Division Multiplexing), el cable coaxial puede transportar más de 10,000 canales de voz simultáneamente.

El cable coaxial también se usa con frecuencia para conexiones entre periféricos a corta distancia. Con señalización digital, el coaxial se puede usar como medio de transmisión en canales de entrada / salida (E/S) de alta velocidad en computadoras.

Características de transmisión

El cable coaxial se usa para transmitir tanto señales analógicas como digitales. Como se puede observar en la Figura 1.9, el cable coaxial tiene una respuesta en frecuencias mejor que la del par trenzado, permitiendo por tanto mayores frecuencias y velocidades de transmisión. Como ya se ha dicho, por construcción el cable coaxial es mucho menos susceptible que el par trenzado tanto a interferencias como a diafonía. Sus principales limitaciones son la atenuación, el ruido térmico, y el ruido de intermodulación. Este último aparece sólo cuando se usan simultáneamente sobre el mismo cable varios canales (FDM) o bandas de frecuencias.

Para la transmisión de señales analógicas a larga distancia, se necesitan amplificadores separados entre sí a distancias del orden de pocos kilómetros, estando más alejados cuanto mayor es la frecuencia de trabajo. El espectro de la señalización analógica se extiende hasta aproximadamente 500 MHz. Para señalización digital, en cambio, se necesita un repetidor aproximadamente cada kilómetro, e incluso menos cuanto mayor sea la velocidad de transmisión.

Fibra óptica

Descripción física

La fibra óptica es un medio flexible y fino capaz de confinar un haz de naturaleza óptica. Para construir la fibra se pueden usar diversos tipos de cristales y plásticos. Las pérdidas menores se han conseguido con la utilización de fibras de silicio fundido ultrapuro. Las fibras ultrapuras son muy difíciles de fabricar; las fibras de cristal multicomponente son más económicas, aunque proporcionan unas prestaciones suficientes. La fibra de plástico tiene todavía un costo menor y se pueden utilizar para enlaces de distancias cortas, para los que son aceptables pérdidas moderadamente altas.

Un cable de fibra óptica tiene forma cilíndrica y está formado por tres secciones concéntricas: el núcleo, el revestimiento y la cubierta (Figura 1.8c). El *núcleo* es la sección más interna, está constituido por una o varias hebras o fibras muy finas de cristal o plástico y tiene un diámetro entre 8 y 100 μm . Cada fibra está rodeada por su propio *revestimiento*, que no es sino otro cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La separación entre el núcleo y el revestimiento actúa como un reflector perfecto confinando el haz de luz que de otra manera escaparía del núcleo. La capa más exterior que envuelve a uno o varios revestimientos es la *cubierta*. La cubierta está hecha de plástico y otros materiales dispuestos en capas para proporcionar protección contra la humedad, la abrasión, aplastamiento y otros peligros.

Aplicaciones

Uno de los avances tecnológicos más significativos en la transmisión de datos ha sido el desarrollo de los sistemas de comunicación de fibra óptica. No en vano, la fibra disfruta de una gran aceptación para las telecomunicaciones como es la telefonía de larga distancia, y cada vez está siendo más utilizada en aplicaciones militares. Las mejoras constantes en el diseño, junto con sus ventajas inherentes, así como la reducción en costes han contribuido decisivamente para que la fibra sea un medio atractivo en los entornos de red de área local. Las características diferenciales de la fibra óptica frente al cable coaxial y al par trenzado son:

- **Mayor capacidad:** el ancho de banda potencial, y por tanto la velocidad de transmisión, en las fibras es enorme. Experimentalmente se ha demostrado que se pueden conseguir velocidades de transmisión de cientos de Gbps para decenas de kilómetros de distancia. Compárese con el máximo que se puede conseguir en el cable coaxial de cientos de Mbps sobre aproximadamente 1 Km, y con los escasos Mbps que se pueden obtener en la misma distancia o con los 100 Mbps a 1 Gbps para pocas decenas de metros en pares trenzados.
- **Menor tamaño y peso:** las fibras ópticas son apreciablemente más finas que el cable coaxial o que los pares trenzados embutidos, por lo menos en un orden de magnitud para capacidades de transmisión comparables. En las conducciones o tubos de vacío previstos para el cableado en las edificaciones, así como en las conducciones públicas subterráneas, la utilización de tamaños pequeños tiene unas ventajas evidentes. La reducción en tamaño lleva a su vez aparejada una reducción en peso que disminuye a su vez la infraestructura necesaria.
- **Atenuación menor:** la atenuación es significativamente menor en las fibras ópticas que en los cables coaxiales y pares trenzados (Figura 1.9), además es constante en un gran intervalo.
- **Aislamiento electromagnético:** los sistemas de fibra óptica no se ven afectados por los efectos de campos electromagnéticos exteriores. Estos sistemas no son vulnerables a interferencias, ruido impulsivo o diafonía y por la misma razón, las fibras no radian energía, produciendo interferencias despreciables con otros equipos y proporcionando a la vez un alto grado de privacidad; además, relacionado con esto la fibra es por construcción, difícil de intervenir de forma no autorizada pues la señal cambia sus valores de inmediato con un corte o daño.
- **Mayor separación entre repetidores:** cuantos menos repetidores haya el costo será menor, además de haber menos fuentes de error. Desde este punto de vista, las prestaciones de los sistemas de fibra óptica han sido mejoradas de manera constante y progresiva. Para la fibra, es práctica habitual necesitar repetidores separados entre sí por decenas de kilómetros, e incluso se ha demostrado experimentalmente sistemas con separación de cientos de kilómetros. Por el contrario, los sistemas basados en coaxial y en pares trenzados requieren repetidores cada pocos kilómetros.

Las cinco aplicaciones básicas en las que la fibra óptica es importante son:

- Transmisiones de larga distancia.
- Transmisiones metropolitanas.
- Acceso a áreas rurales
- Lazos de abonado.
- Redes de área local.

La transmisión de larga distancia mediante fibras es cada vez más común en las redes de telefonía. En estas redes, las distancias medias son aproximadamente 1.500 Km y tienen una gran capacidad (normalmente de 20.000 a 60.000 canales de voz). Estos sistemas son competitivos, en cuanto a costo, respecto a los enlaces de microondas y están tan por debajo, en costo con respecto al cable coaxial, en muchos países en vías de desarrollo la fibra está desbancando al cable coaxial. Paralelamente, la fibra óptica cada vez se utiliza más como medio de transmisión en cables submarinos.

Los circuitos troncales de alcance metropolitano tienen una longitud media de 12 Km, y pueden albergar hasta 100.000 canales de voz por cada grupo troncal. La mayoría de los servicios se están instalando usando conducciones subterráneas sin repetidores, que se usan para enlazar centrales telefónicas dentro del área metropolitana. Dentro de esta categoría pertenecen igualmente las rutas que enlazan las líneas de larga distancia de microondas, que llegan hasta las áreas perimetrales de las ciudades, con las centrales de telefonía situadas dentro del casco urbano.

Los accesos troncales a áreas rurales tienen generalmente longitudes que van desde los 40 a 160 km. En Estados Unidos, estos enlaces a su vez conectan frecuentemente centrales telefónicas pertenecientes a diferentes compañías. La mayoría de estos sistemas tienen menos de 5.000 canales de voz. Usualmente, la tecnología utilizada en estas aplicaciones compite con las microondas.

Los lazos de abonado son fibras que van directamente desde las centrales al abonado. El uso de la fibra en estos servicios está empezando a desplazar a los enlaces mediante pares trenzados y coaxiales, dado que cada vez más las redes de telefonía están evolucionando hacia redes integradas capaces de gestionar no sólo voz y datos, sino también imágenes y vídeo. El uso de la fibra en este contexto está encabezado fundamentalmente por grandes clientes (empresas), no obstante la fibra como medio de acceso desde los domicilios particulares aparecerá en un futuro a corto plazo.

Finalmente, una aplicación importante de la fibra óptica está en las redes de área local. Recientemente, se han desarrollado estándares y productos para redes de fibra óptica con capacidades que van desde 100 Mbps hasta 1 Gbps ya su vez permiten cientos, incluso miles de estaciones en grandes edificios de oficinas.

Las ventajas de la fibra óptica respecto del par trenzado o del cable coaxial serán cada vez más convincentes conforme la demanda de información multimedia vaya aumentando (voz, datos, imágenes y vídeo).

Características de transmisión

La fibra óptica propaga el haz de luz internamente de acuerdo con el principio de *reflexión total*. Este fenómeno se da en cualquier medio transparente que tenga un índice de refracción mayor que el medio que lo contenga. En efecto, la fibra óptica funciona como una guía de ondas para el rango de frecuencias que va desde 10^{14} hasta 10^{15} Hz, cubriendo parte del espectro visible e infrarrojo.

En la figura 1.10 se muestra el principio que rige la propagación del haz de luz en la fibra óptica. La luz proveniente de la fuente penetra en el núcleo cilíndrico de cristal o plástico. Los rayos que inciden con ángulos superficiales se reflejan y se propagan dentro del núcleo de la fibra, mientras que para otros ángulos, los rayos son absorbidos por el material que forma el revestimiento. Este tipo de propagación se llama **multimodal de índice discreto**, lo que alude al hecho de que hay multitud de ángulos para los que se da la reflexión total. En la transmisión multimodo, existen múltiples caminos que verifican la reflexión total, cada uno con diferente longitud y por tanto con diferente tiempo de propagación. Esto hace que los elementos de señalización que se transmitan (los pulsos de luz) se dispersen en el tiempo, limitando la velocidad a la que los datos puedan ser correctamente recibidos. Dicho de otra forma, la necesidad de separar los pulsos de luz limita la velocidad de transmisión de los datos. Este tipo de fibra es más adecuada para la transmisión a distancias cortas. Cuando el radio del núcleo se reduce, la reflexión total se dará en un número menor de ángulos. Al reducir el radio del núcleo a dimensiones del orden de magnitud de la longitud de onda, un solo ángulo o modo podrá pasar: el rayo axial. Esta propagación **monomodo** proporciona prestaciones superiores por las razones que se esgrimen a continuación. Debido a la existencia de un único camino posible en la transmisión monomodo, la distorsión multimodal no puede darse. Las fibras monomodo se utilizan normalmente en aplicaciones de larga distancia, como, por ejemplo, la telefonía y la televisión por cable. Finalmente, se puede conseguir un tercer modo de transmisión variando gradualmente el índice de refracción del núcleo, denominado **multimodo de índice gradual**. Las características de este último modo están entre las de los otros dos modos comentados. Estas fibras, al disponer de un índice de refracción superior en la parte central, hacen que los rayos de luz avancen más rápidamente conforme se alejan del eje axial de la fibra. En lugar de describir un zigzag, la luz en el núcleo describe curvas helicoidales debido a la variación gradual del índice de refracción, reduciendo así la distorsión multimodal. El efecto de la mayor velocidad de propagación en la periferia del núcleo se traduce en que aún recorriendo distancias superiores, todos los rayos llegan aproximadamente con retardo similar en los mismos. Este tipo de fibras de índice gradual se utiliza en las redes de área local.

En los sistemas de fibra óptica se usan dos tipos diferentes de fuentes de luz: los diodos LED (Light Emitting Diode) y los diodos ILD (Injection Laser Diode). Ambos son dispositivos semiconductores que emiten un haz de luz cuando se les aplica una tensión. El LED es menos costoso, opera en un rango mayor de temperaturas y tienen una vida media superior. El ILD, cuyo funcionamiento está basado en el mismo principio que el láser, es más eficaz y puede proporcionar velocidades de transmisión superiores.

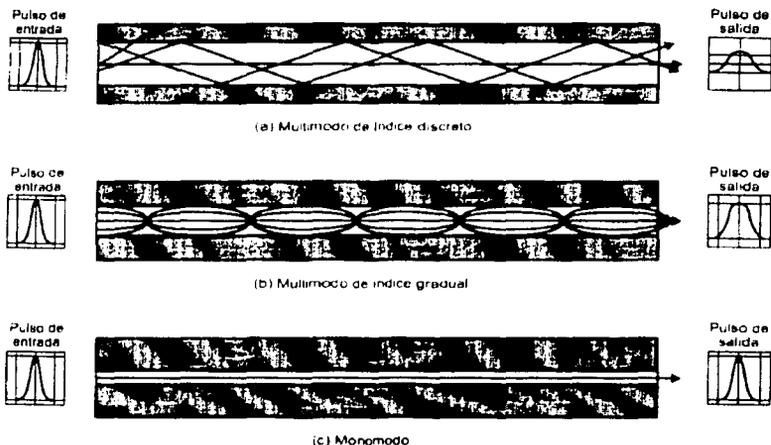


Figura 1.10 Modos de transmisión en las fibras ópticas.

Existe una relación entre la longitud de onda utilizada, el tipo de transmisión y la velocidad de transmisión que se puede conseguir. Tanto el monomodo como el multimodo pueden admitir varias longitudes de onda diferentes y pueden utilizar como fuentes tanto láseres como diodos LED. En las fibras ópticas, la luz se propaga mejor en tres regiones o "ventanas" de longitudes de onda, centradas a 850, 1300 y 1500 nanómetros (nm). Todas estas frecuencias están en la zona infrarroja del espectro, por debajo del espectro visible que está situado entre los 400 y 700 nm. Las pérdidas son menores cuanto mayor es la longitud de onda, permitiendo así mayores velocidades de transmisión sobre distancias superiores. En la actualidad la mayoría de las aplicaciones usan como fuentes diodos LED a 850 nm. Aunque esta elección es relativamente barata, su uso está generalmente limitado a velocidades de transmisión por debajo de 100 Mbps y a distancias de pocos kilómetros. Para conseguir mayores velocidades de transmisión y mayores distancias es necesario transmitir en la ventana centrada a 1.300 nm (usando tanto láser como diodos), y si todavía se necesitan mejores prestaciones, entonces hay que recurrir al uso de emisores láser a 1500 nm.

Multiplexación por división en longitudes de onda

Todo el potencial de la fibra se utiliza plenamente cuando se transmiten varios haces de luz a diferentes frecuencias en la misma fibra. Esto no es sino un tipo de multiplexación por división en frecuencias (FDM), aunque se denomina multiplexación por división en longitudes de onda (Wavelength Division Multiplexing) (WDM). En WDM, el haz de luz está constituido por multitud

de colores, o longitudes de onda, cada uno de los cuales porta un canal diferente de datos. En 1997 se alcanzó un hito cuando en los laboratorios Bell se demostró la viabilidad de un sistema WDM con 100 haces cada uno operando a 10 Gbps, proporcionando una velocidad de transmisión total de un trillón de bits por segundo (también denominado 1 Terabit por segundo o 1 Tbps). Ya están disponibles en el mercado sistemas con 80 canales a 10 Gbps cada uno.

Medios de transmisión no guiados

Transmisión inalámbrica

En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se lleva a cabo mediante antenas. En la transmisión, la antena radia energía electromagnética en el medio (normalmente el aire), y en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea. Básicamente en las transmisiones inalámbricas hay dos tipos de configuraciones: direccional y omnidireccional. En la primera, la antena de transmisión emite la energía electromagnética concentrándola en un haz; por tanto en este caso las antenas de emisión y recepción deben estar perfectamente alineadas. En el caso omnidireccional, por contra, el diagrama de radiación de la antena es más disperso, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. En general, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

En el estudio de las comunicaciones inalámbricas, se consideraran tres rangos de frecuencias. El primer intervalo definido desde los 2 GHz (Gigahertzios = 10^9 Hertzios) hasta los 40 GHz se denomina de frecuencias *microondas*. En estas frecuencias de trabajo se pueden conseguir haces altamente direccionales, por lo que las microondas son adecuadas para enlaces punto a punto. Las microondas también se usan para las comunicaciones vía satélite. Las frecuencias que van desde 30 MHz hasta 1 GHz son adecuadas para las aplicaciones omnidireccionales. A este rango de frecuencias lo denominaremos intervalo de *ondas de radio*. En la Tabla 1.3 se resumen las características de transmisión en medios no guiados para las distintas bandas de frecuencia. Las microondas cubren parte de la banda de UHF y cubren totalmente la banda SHF; la banda de ondas de radio cubre la VHF y parte de la banda UHF.

Otro rango de frecuencias importante, para las aplicaciones de cobertura local, es la zona de *infrarrojos* del espectro definido aproximadamente por el rango de frecuencias comprendido entre los 3×10^{11} hasta los 2×10^{14} Hz. Los infrarrojos son útiles para las conexiones locales punto a punto así como para aplicaciones multipunto dentro de áreas de cobertura limitada como, por ejemplo, una habitación.

Banda de frecuencia	Nombre	Datos analógicos		Datos digitales		Aplicaciones principales
		Modulación	Ancho de banda	Modulación	Velocidad de transmisión	
30-300 KHz	LF (frecuencia baja)	Normalmente no se usa		ASK, FSK MSK	0,1 para 100 bps	Navegación
300-3.000 kHz	MF (frecuencia media)	AM	Para 4 kHz	ASK, FSK MSK	10 para 1.000 bps	Radio AM comercial
3-30 MHz	HF (frecuencia alta)	AM, SSB	Para 4 kHz	ASK, FSK MSK	10 para 3.000 bps	Radio de onda corta
30-300 MHz	VHF (frecuencia muy alta)	AM, SSB; FM	5 kHz para 5 MHz	FSK, PSK	Para 100 kbps	Televisión VHF, radio FM comercial
300-3.000 MHz	UHF (frecuencia ultra alta)	FM, SSB	Para 20 MHz	PSK	Para 10 Mbps	Televisión VHF, microondas terrestres
3-30 GHz	SHF (frecuencia súper alta)	FM	Para 500 MHz	PSK	Para 100 Mbps	Microondas terrestres, microondas por satélite
30-300 GHz	EHF (frecuencia extramediana alta)	FM	Para 1 GHz	PSK	Para 750 Mbps	Enlaces punto a punto canales experimentales

Tabla 1.3 Características de las Bandas en Comunicaciones no Guiadas

Microondas terrestres

Descripción física

La antena más común en las microondas es la de tipo parabólico. El tamaño típico es de un diámetro de unos 3 metros. Esta antena se fija rígidamente, y en este caso, el haz estrecho debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. Las antenas de microondas se sitúan a una altura apreciable sobre el nivel del suelo, para con ello conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y para evitar posibles obstáculos en la transmisión. Si no hay obstáculos intermedios, la distancia máxima entre antenas, verifica

$$d = 7.14(Kh)^{1/2}$$

donde d es la distancia de separación entre las antenas expresada en kilómetros, h es la altura de la antena en metros, y K es un factor de corrección que tiene en cuenta que las microondas se desvían o refractan con la curvatura de la tierra llegando, por lo tanto, más lejos de lo que harían si se propagasen en línea recta. Una buena aproximación es considerar $K = 4/3$. Por lo tanto, a modo de ejemplo, dos antenas de microondas con altura de 100 metros pueden separarse una distancia igual a $7.14 \times (133)^{1/2} = 82$ Km.

Para llevar a cabo transmisiones a larga distancia, se utiliza la concatenación de enlaces punto a punto entre antenas situadas en torres adyacentes, hasta cubrir la distancia deseada.

Aplicaciones

El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicaciones de larga distancia, como alternativa al cable coaxial o a las fibras ópticas. Para una distancia dada, las microondas requieren menor número de repetidores o amplificadores que el cable coaxial, pero por contra, necesita que las antenas estén perfectamente alineadas. El uso de las microondas es frecuente en la transmisión de televisión y de voz.

Otro uso cada vez más frecuente es en enlaces punto a punto a cortas distancias entre edificios. En este último caso, aplicaciones típicas son circuitos cerrados de TV o la interconexión de redes locales. Además, las microondas a corta distancia también se utilizan en las aplicaciones denominadas de "bypass", con las que una determinada compañía puede establecer un enlace privado hasta el centro proveedor de transmisiones a larga distancia, evitando así tener que contratar el servicio a la compañía telefónica local.

Características de transmisión

El rango de las microondas cubre una parte sustancial del espectro electromagnético. La banda de frecuencias esta comprendida entre 2 y 40 GHz. Cuanto mayor sea la frecuencia utilizada, mayor es el ancho de banda potencial, y por tanto, mayor es la posible velocidad de transmisión. En la Tabla 1.4 se indican diversos valores de anchos de banda y velocidad de transmisión de datos para algunos sistemas típicos.

Banda (GHz)	Ancho de Banda (MHz)	Velocidad de Transmisión (Mbps)
2	7	12
6	30	90
11	40	135
18	220	274

Tabla 1.4 Características de microondas digitales típicos.

Al igual que en cualquier sistema de transmisión, la principal causa de pérdidas en las microondas es la atenuación. Para la microondas (y también para la banda de frecuencias de radio), las pérdidas se pueden expresar como:

$$L = 10 \log (4\pi D/\lambda)^2 \text{ dB}$$

donde d es la distancia y λ es la longitud de onda, expresadas en las mismas unidades. Por tanto, las pérdidas varían con el cuadrado de la distancia. Por contra, en el cable coaxial y el par trenzado, las pérdidas tienen una dependencia logarítmica con la distancia (lineal en decibelios). Por lo tanto, en los sistemas que usan microondas, los amplificadores o repetidores se pueden distanciar más (de 10 a 100 km generalmente) que en coaxiales y pares trenzados. La atenuación aumenta con la lluvia, siendo este efecto especialmente significativo para frecuencias por encima de 10 GHz. Otra dificultad adicional son las interferencias. Con la popularidad creciente de las microondas, las áreas de cobertura se pueden traslapar, haciendo que las interferencias sean

siempre un peligro potencial. Así pues la asignación de bandas tiene que realizarse siguiendo una regulación estricta.

Las bandas más usuales en la transmisión a larga distancia se sitúan entre 4 GHz y 6 GHz. Debido a la creciente congestión que están sufriendo estas bandas, la banda de 11 GHz se está empezando a utilizar. La banda de 12 GHz se usa para proporcionar la señal de TV a las cabeceras de distribución de TV por cable, en las que para llegar al abonado se utiliza el cable coaxial. Finalmente, cabe citar que las microondas de altas frecuencias se están utilizando para enlaces punto a punto entre edificios.

Para tal fin, se usa generalmente la banda de 22 GHz. Las bandas de frecuencias superiores son menos útiles para distancias más largas debido a que cada vez la atenuación es mayor, ahora bien, son bastante adecuadas para distancias más cortas. Y además, a frecuencias superiores, las antenas son más pequeñas y más baratas.

MICROONDAS POR SATELITE

Descripción física

Un satélite de comunicaciones es esencialmente una estación que retransmite microondas. Se usa como enlace entre dos o más receptores/transmisores terrestres, denominadas estaciones base. El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia (canal ascendente), la amplifica o repite, y posteriormente la retransmite en otra banda de frecuencia (canal descendente). Cada uno de los satélites geoestacionarios operara en una serie de bandas de frecuencias llamadas "transponder channels" o simplemente "transpondedores".

La figura 1.11 muestra dos configuraciones usuales en las comunicaciones vía satélite. En la primera de ellas, el satélite se utiliza para proporcionar un enlace punto a punto entre dos antenas terrestres alejadas entre si. En la segunda, el satélite se usa para conectar una estación base transmisora con un conjunto de receptores terrestres.

Para que un satélite de comunicaciones funcione con eficacia, generalmente se exige que se mantenga en una órbita geoestacionaria, es decir que mantenga su posición respecto de la tierra. Si no fuera así, no estaría constantemente alineado con las estaciones base. El satélite, para mantenerse geoestacionario, debe tener un periodo de rotación igual al de la tierra y esto sólo ocurre a una distancia de 35,784 Km.

Si dos satélites utilizaran la misma banda de frecuencias y estuvieran suficientemente próximos, podrían interferir mutuamente. Para evitar esto, los estándares actuales exigen una separación mínima de 4° (desplazamiento angular medido desde la superficie terrestre) en la banda 4/6 GHz, y una separación de al menos 3° a 12/14 GHz. Por lo tanto, el número máximo de posibles satélites está bastante limitado.

Aplicaciones

Las comunicaciones vía satélite han sido una revolución tecnológica de igual magnitud que la desencadenada por la fibra óptica. Entre las aplicaciones más importantes para los satélites cabe destacar:

- La difusión de televisión.
- La transmisión telefónica a larga distancia.
- Las redes privadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

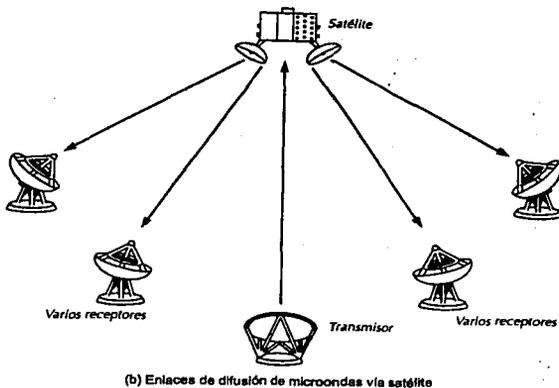
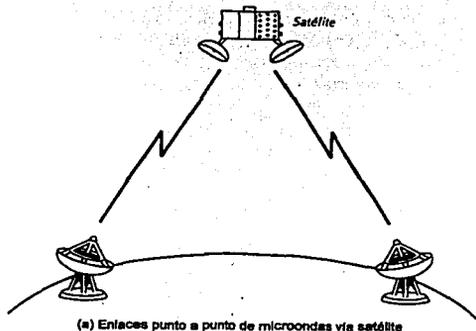


Figura 1.11. Distintas configuraciones de comunicaciones vía satélite.

Debido a que los satélites son multidestino por naturaleza, su utilización es muy adecuada para la distribución de TV, por lo que están siendo ampliamente utilizados tanto en los Estados Unidos como en el resto del mundo. Tradicionalmente, en la distribución de TV una emisora local proporcionaría la programación a toda la red. Para lo cual los programas se transmiten al satélite que es el encargado de difundirlo a toda una serie de estaciones receptoras, las cuales redistribuyen la programación a los usuarios finales. La PBS (Public Broadcasting Service) es una red que distribuye su programación casi exclusivamente mediante el uso de los canales de satélite. Otras redes comerciales también utilizan el satélite como parte esencial de su sistema, e igualmente, cada vez más los sistemas de distribución de la TV por cable utilizan el satélite como medio de obtener su programación. La aplicación más reciente de la tecnología del satélite a la televisión es la denominada difusión directa vía satélite (DBS, Direct Broadcast Satellite), en la que la señal de vídeo se transmite directamente desde el satélite a los domicilios de los usuarios. La disminución tanto en coste como en tamaño de las antenas receptoras han hecho que esta tecnología sea factible económicamente, con lo que el número de canales disponibles es cada vez mayor.

La transmisión vía satélite se utiliza también para proporcionar enlaces punto a punto entre las centrales telefónicas en las redes públicas de telefonía. Es el medio óptimo para los enlaces internacionales que tengan un alto grado de utilización y es competitivo comparado con los sistemas terrestres en muchos enlaces internacionales de larga distancia.

Finalmente, para la tecnología vía satélite hay una gran cantidad de aplicaciones de gran interés comercial. El suministrador del servicio de transmisión vía satélite puede dividir la capacidad total disponible en una serie de canales, alquilando su uso a terceras compañías. Dichas compañías, equipadas con una serie de antenas distribuidas en diferentes localizaciones pueden utilizar un canal del satélite para establecer una red privada. Tradicionalmente, tales aplicaciones eran bastante caras, estando limitado su uso a grandes empresas. Un desarrollo reciente ha sido el sistema de terminales de pequeña abertura (VSAT, Very Small Aperture Terminal), que constituye una alternativa de bajo costo. En la Figura 1.12 se muestra una configuración VSAT típica, consistente en una serie de estaciones equipadas con una antena de VSAT de bajo costo. Mediante el uso de algún procedimiento regulador, estas estaciones compartirán la capacidad del canal del satélite para transmitir a la estación central o concentrador. Esta estación puede intercambiar información con cada uno de los abonados y puede a su vez retransmitir los mensajes a otras estaciones.

Características de transmisión

El rango de frecuencias óptimo para la transmisión vía satélite está en el intervalo comprendido entre 1 y 10 GHz. Por debajo de 1 GHz, el ruido producido por causas naturales es apreciable, incluyendo el ruido galáctico, solar, atmosférico y el producido por interferencias con otros dispositivos electrónicos. Por encima de los 10 GHz, la señal se ve severamente afectada por la absorción atmosférica y por las precipitaciones.

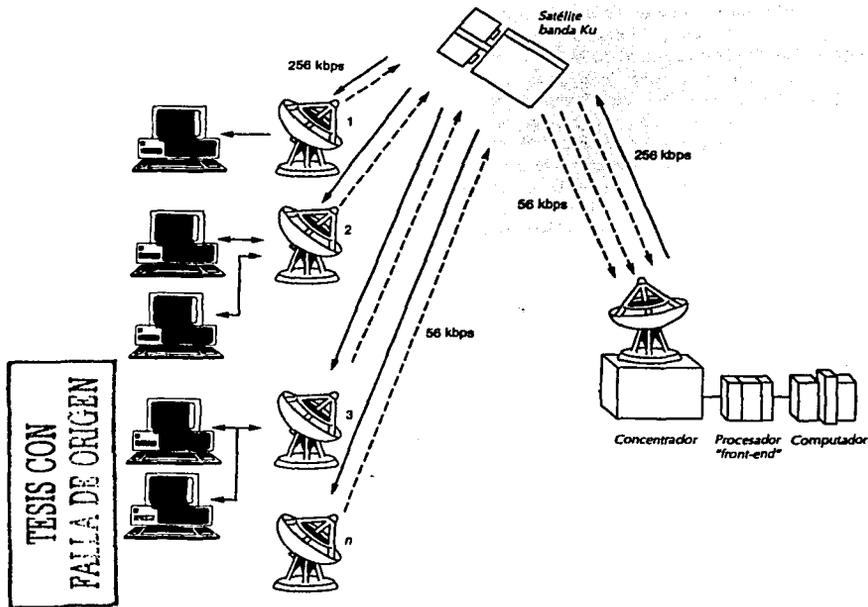


Figura 1.12 Configuración VSAT.

La mayoría de los satélites que proporcionan servicio de enlace punto a punto operan en el intervalo entre 5.925 y 6.425 GHz para la transmisión desde las estaciones terrestres hacia el satélite (canal ascendente) y entre 3.7 y 4.2 GHz para la transmisión desde el satélite hasta la tierra (canal descendente). Esta combinación se conoce como banda 4/6 GHz. Nótese que las frecuencias ascendentes son diferentes de las descendentes. En una transmisión continua y sin interferencias, el satélite no podrá transmitir y recibir en el mismo rango de frecuencias. Así pues, las señales que se reciben desde las estaciones terrestres en una frecuencia dada se deberán devolver en otra distinta.

La banda 4/6 GHz está dentro de la zona óptima de frecuencias (de 1 a 10 GHz), ahora bien su utilización exhaustiva ha llegado a la saturación. Debido a posibles interferencias (por ejemplo, con microondas terrestres operando en ese mismo rango), las restantes frecuencias del intervalo óptimo no se pueden utilizar. Por tanto, se han desarrollado otras bandas alternativas como es la 12/14 GHz (el canal ascendente está situado entre 14 y 14.5 GHz, y la banda descendente está

entre 11.7 a 14.2 GHz). En esta banda aparecen problemas de atenuación que se deben solventar. No obstante, se pueden usar receptores terrestres más baratos y de dimensiones más reducidas. Se ha diagnosticado que esta banda también se saturara, por lo que se esta proyectando la utilización de la banda 19/29 GHz (enlace ascendente: desde 27.5 a 31.0 GHz; Enlace descendente: de 17.7 a 21.2 GHz). En esta banda la atenuación es incluso superior, ahora bien, por el contrario, proporcionará un ancho de banda mayor (2,500 MHz comparados con los 500 MHz anteriores), a la vez que los receptores pueden ser todavía más pequeños y económicos.

Merecen comentarse algunas propiedades peculiares de las comunicaciones vía satélite. En primer lugar, debido a las grandes distancia involucradas, hay un retardo de propagación aproximado del orden de un cuarto de segundo para la transmisión desde una estación terrestre hasta otra pasando por el satélite. Este retardo es apreciable si se trata de una conversación telefónica ordinaria. Pero además, estos retrasos introducen problemas adicionales a la hora de controlar los errores y el flujo en la transmisión. En segundo lugar, los satélites con microondas son intrínsecamente un medio para aplicaciones multidespacho. Varias estaciones pueden transmitir hacia el satélite, e igualmente varias estaciones pueden recibir la señal transmitida por el satélite.

Ondas de Radio

Descripción física

La diferencia más apreciable entre las microondas y las ondas de radio es que estas ultimas son omnidireccionales, mientras que las primeras tienen un diagrama de radiación mucho más direccional. Por lo tanto, las ondas de radio no necesitan antenas parabólicas, ni necesitan que dichas antenas estén instaladas sobre una plataforma rígida para estar alineadas.

Aplicaciones

Con el termino *radio* se alude de una manera poco precisa a todas la banda de frecuencias desde 3 KHz a 300 GHz. Aquí de una manera informal se esta utilizando el termino *ondas de radio* para aludir a la banda VHF y parte de la UHF: de 30 MHz a 1 GHz. Este rango cubre la radio comercial FM así como televisión UHF y VHF. Este rango también se utiliza para una serie de aplicaciones de redes de datos.

Características de transmisión

El rango de frecuencias comprendido entre 30 MHz y 1 GHz es muy adecuado para la difusión simultanea a varios destinos. A diferencia de las ondas electromagnéticas con frecuencias menores, la ionosfera es transparente para ondas con frecuencias superiores a 30 MHz. Así pues, la transmisión es posible cuando las antenas están alineadas, no produciéndose interferencias entre los transmisores debidas a las reflexiones con la atmósfera. A diferencia de la región de las microondas, las ondas de radio son menos sensibles a la atenuación producida por la lluvia.

Como en el caso anterior donde la transmisión sigue una línea recta, en este caso también se verifica la Ecuación $[d = 7.14(Kh)^{1/2}]$; es decir, la distancia máxima entre el transmisor y el receptor es ligeramente mayor que el alcance visual, es decir, $7.14(Kh)^{1/2}$. Al igual que en las microondas, la atenuación debida simplemente a la distancia verifica la Ecuación $[L=10\log(4\pi D/\lambda)^2 \text{ dB}]$, es decir, $10\log(4\pi D/\lambda)^2$. Debido a que tienen una longitud de onda mayor, las ondas de radio sufren, en términos relativos, una atenuación menor.

Un factor determinante en las ondas de radio son las interferencias por multitrayectorias. Entre las antenas, debido a la reflexión en la superficie terrestre, el mar u otros objetos, pueden aparecer multitrayectorias. Este efecto se observa con frecuencia en el receptor de TV y consiste en que se pueden observar varias imágenes (o sombras) cuando pasa un avión por el espacio cercano.

Infrarrojos

Las comunicaciones mediante infrarrojos se llevan a cabo mediante transmisores / receptores ("transceivers") que modulan luz infrarroja no coherente. Los transceivers deben estar alineados bien directamente o mediante la reflexión en una superficie coloreada como puede ser el techo de una habitación.

Una diferencia significativa entre la transmisión de rayos infrarrojos y las microondas es que los primeros no pueden atravesar las paredes. Por tanto, los problemas de seguridad y de interferencias que aparecen en las microondas no se presentan en este tipo de transmisión. Es más, no hay problemas de asignación de frecuencias, ya que en esta banda no se necesitan permisos.

1.4 REDES DE AREA AMPLIA (WAN)

Redes Conmutadas

Para la transmisión de datos a larga distancia, mas allá de un entorno local, la comunicación se realiza generalmente mediante la transmisión de datos desde el origen hasta el destino a través de una red de nodos de conmutación intermedios. Este diseño de red conmutada se usa también a veces para implementar redes LAN (local area networks). El contenido de los datos no es del interés de los nodos de conmutación, sino que el propósito de estos últimos es proporcionar un servicio de conmutación que posibilite el intercambio de datos entre nodos hasta que alcancen su destino.

Los tipos de redes presentados en esta sección, se denominan *redes de comunicación conmutadas*. Los datos que entran a la red, procedentes de una terminal se encaminan hacia el destino mediante su conmutación de nodo en nodo. Diversas consideraciones se pueden realizar acerca de las redes de comunicación conmutadas:

1. Algunos nodos sólo se conectan con otros nodos, siendo su única tarea la conmutación interna (en la red) de los datos. Otros nodos tienen también conectadas una o más terminales, de modo que además de sus funciones de conmutación estos nodos aceptan datos desde y hacia las terminales conectadas a ellos.
2. Los enlaces entre nodos están normalmente multiplexados, utilizándose multiplexación por división en frecuencias (FDM) o por división en el tiempo (TDM).
3. Generalmente, la red no está completamente conectada; es decir, no existe un enlace directo entre cada posible pareja de nodos. Sin embargo, siempre resulta deseable tener más de un camino posible a través de la red para cada par de terminales. Esto mejora la fiabilidad o seguridad de la red.

En las redes conmutadas de área amplia se emplean dos tecnologías diferentes: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes. Estas dos tecnologías difieren en la forma en que los nodos conmutan la información entre enlaces en el camino desde el origen hasta el destino.

Redes de Conmutación de Circuitos

Las comunicaciones mediante la conmutación de circuitos implican la existencia de un camino o canal de comunicaciones dedicado entre dos estaciones, que es una secuencia de enlaces conectados entre nodos de la red. En cada uno de los enlaces físicos se dedica un canal lógico para cada conexión establecida. La comunicación vía la conmutación de circuitos implican tres fases.

1. **Establecimiento del circuito.** Antes de transmitir señal alguna, se establece un circuito extremo a extremo (terminal a terminal).
2. **Transferencia de datos.** Tras el establecimiento del circuito se puede transmitir la información desde una terminal origen hasta una terminal destino a través de la red. Los datos pueden ser analógicos o digitales dependiendo de la naturaleza de la red. Debido a la tendencia actual de migración hacia redes digitales completamente integradas, la utilización de transmisiones digitales (binarias) tanto de voz como de datos se está convirtiendo en el método de comunicaciones predominante. Normalmente, la conexión es *full-duplex*.
3. **Desconexión del circuito.** Tras la fase de transferencia de datos, la conexión finaliza por orden de una de las dos terminales involucradas. Las señales se deben propagar a los nodos ocupados para que estos liberen los recursos dedicados a la conexión que se cierra.

Obsérvese que el canal de conexión se establece antes de que comience la transmisión de datos, por lo que la capacidad del canal se debe reservar entre cada par de nodos en la ruta y cada nodo debe ser capaz de conmutar internamente para gestionar la conexión solicitada. En definitiva, los conmutadores deben contar con la inteligencia necesaria para realizar estas reservaciones y establecer una ruta a través de la red.

La conmutación de circuitos puede llegar a ser bastante ineficiente. La capacidad del canal se dedica permanentemente a la conexión mientras dura ésta, incluso si no se transfieren datos. Aunque no se alcanza el 100%, la utilización puede ser bastante alta para una conexión de voz. Por su parte, para comunicaciones entre una terminal de datos y una computadora, es posible que el canal esté libre durante la mayor parte de la conexión. Desde el punto de vista de las prestaciones, existe un retardo previo a la transferencia de las señales debido al establecimiento de la llamada. No obstante, una vez establecido el circuito la red es transparente para los usuarios. La información se transmite a una velocidad fija sin otro retardo que el de propagación a través de los enlaces de transmisión, siendo despreciable el retardo introducido por cada nodo de la ruta.

La conmutación de circuitos fue desarrollada para el tráfico de voz, pero en la actualidad se usa también para el tráfico de datos. El mejor ejemplo conocido de una red de conmutación de circuitos es el de la red telefónica pública, la cual es en la actualidad un conjunto de redes nacionales interconectadas para ofrecer un servicio internacional. Aunque fue ideada e implementada inicialmente para ofrecer un servicio de telefonía analógica a los abonados, en la actualidad opera con una gran cantidad de tráfico de datos vía módem y está siendo convertida progresivamente en una red digital. Otra aplicación bien conocida de la conmutación de circuitos son las centrales privadas (PBX, Private Branch Exchange), que se usan para conectar los teléfonos dentro de un edificio u oficina.

Redes de Conmutación de Paquetes

La red de telecomunicaciones de conmutación de circuitos de larga distancia se diseñó originalmente para el tráfico de voz, siendo aun hoy día la voz la responsable de la mayor parte del tráfico en estas redes. Una característica fundamental de las redes de conmutación de circuitos es que se dedican recursos internos de la red a una llamada particular; de este modo, para conexiones de voz, el circuito resultante alcanza un alto porcentaje de utilización dado que la mayor parte del tiempo está hablando un extremo o el otro. Sin embargo, a medida que las redes de conmutación de circuitos se han ido utilizando de forma creciente para conexiones de datos, se ponen de manifiesto dos problemas:

- En una conexión de datos usuario/terminal típica (por ejemplo, un usuario de una computadora personal conectado a un servidor de base de datos) la línea está desocupada la mayor parte del tiempo. Por tanto, la técnica de conmutación de circuitos resulta ineficiente para conexiones de datos.
- En una red de conmutación de circuitos la conexión ofrece una velocidad de datos constante, de modo que los dos dispositivos conectados debe transmitir y recibir a la misma velocidad. Esto limita la utilidad de la red para la interconexión de distintos tipos de computadoras y estaciones de trabajo.

Para comprender cómo aborda estos problemas la conmutación de paquetes, veamos de forma breve cómo funciona esta técnica de conmutación. Los datos se transmiten en paquetes cortos, siendo 1000 octetos un límite superior típico de la longitud de los mismos. Si un emisor tiene que enviar un mensaje de mayor longitud, este se segmenta en una serie de paquetes. Cada paquete

contiene una parte (o todas en el caso de que se trate de un mensaje corto) de los datos de usuario más cierta información de control. Esta información comprende, como mínimo, la información que necesita la red para encaminar el paquete a través de ella y alcanzar el destino deseado. En cada nodo de la ruta, el paquete se recibe, se almacena temporalmente y se envía al siguiente nodo.

Considerando ahora que la red que se utiliza es una red de conmutación de paquetes. Esta presenta varias ventajas frente a la conmutación de circuitos:

- La eficiencia de la línea es superior, ya que un único enlace entre dos nodos se puede compartir dinámicamente en el tiempo por varios paquetes. Los paquetes forman una cola y se transmiten sobre el enlace tan rápidamente como es posible. Por el contrario, en la conmutación de circuitos la capacidad temporal de un enlace se reserva a priori mediante la utilización de la técnica de multiplexación por división en el tiempo síncrona, por lo que el enlace puede estar desocupado la mayor parte del tiempo dado que una parte de éste se dedica a una conexión sin datos.
- Una red de conmutación de paquetes puede realizar una conversión en la velocidad de los datos. Dos terminales de diferentes velocidades pueden intercambiar paquetes ya que cada uno se conecta a su nodo con su propia velocidad.
- Cuando aumenta el tráfico en una red de conmutación de circuitos, algunas llamadas se bloquean; es decir, la red rechaza la aceptación de solicitudes de conexión adicionales mientras no disminuya la carga de la red. En cambio, en una red de conmutación de paquetes estos siguen aceptándose, si bien aumenta el retardo en la transmisión.
- Se puede hacer uso de prioridades, de modo que si un nodo tiene varios paquetes en cola para su transmisión, éste puede transmitir primero aquellos con mayor prioridad. Estos paquetes experimentarán así un retardo menor que los de prioridad inferior.

Además de las prestaciones existen numerosas características adicionales que se pueden tomar en consideración para llevar a cabo la comparación de las distintas técnicas de conmutación. En la tabla 1.5 se resumen las más importantes.

Como se ha mencionado, la conmutación de circuitos es esencialmente un servicio transparente. Una vez que la conexión se ha establecido, se ofrece una velocidad de datos constante a las terminales conectadas. Éste es el caso de la conmutación de paquetes, en donde aparece generalmente un retardo variable y, en consecuencia, los datos no se reciben de forma constante. Además, en conmutación de paquetes mediante datagramas los datos pueden llegar en orden diferente al que fueron enviados.

Una consecuencia adicional de la transparencia es que no se precisa un costo extra para proveer de conmutación de circuitos. Una vez que se ha establecido la conexión, los datos analógicos o digitales van desde el origen hasta el destino. En conmutación de paquetes, los datos analógicos deben convertirse a digital antes de su transmisión; además, cada paquete incluye bits suplementarios relativos.

Commutación de circuitos	Commutación de paquetes mediante datagramas	Commutación de paquetes mediante circuitos virtuales
Ruta de transmisión dedicada	Ruta no dedicada	Ruta no dedicada
Transmisión de datos continua	Transmisión de paquetes	Transmisión de paquetes
Suficientemente rápida para aplicaciones interactivas	Suficientemente rápida para aplicaciones interactivas	Suficientemente rápida para aplicaciones interactivas
Los mensajes no se almacenan	Los paquetes se pueden almacenar hasta su envío	Los paquetes se almacenan hasta su envío
La ruta se establece para toda la conversación	La ruta se establece para cada paquete	La ruta se establece para toda la conversación
Existe retardo de establecimiento de la llamada; retardo de transmisión despreciable	Retardo de transmisión de paquetes	Existe retardo de establecimiento de la llamada y de transmisión de los paquetes
Uso de señal de ocupado si la parte llamada esta ocupada	Se puede notificar al emisor acerca de que un paquete no se ha enviado	Se notifica al emisor sobre la denegación de conexión
La sobrecarga puede bloquear el establecimiento de la llamada; no existe retardo en las llamadas ya establecidas	La sobrecarga aumenta el retardo de paquete	La sobrecarga puede bloquear el establecimiento de la llamada; aumenta el retardo de paquete
Commutación electromecánica o computarizada	Nodos de conmutación pequeños	Nodos de conmutación pequeños
El usuario es el responsable de la protección ante pérdidas del mensaje	La red puede ser la responsable de paquetes individuales	La red puede ser la responsable de secuencias de paquetes
No existe generalmente conversión de velocidad ni de código	Existe conversión de velocidad y de código	Existe conversión de velocidad y de código
Ancho de banda fijo	Uso dinámico del ancho de banda	Uso dinámico del ancho de banda
No existen bits suplementarios tras el establecimiento de la llamada	Uso de bits suplementarios en cada paquete	Uso de bits suplementarios en cada paquete

Tabla 1.5 Comparación de técnicas de conmutación en comunicaciones

X.25

Uno de los protocolos estándares más ampliamente usado es X.25, aprobado originalmente en 1976 y sucesivamente modificado desde entonces. El estándar especifica una interfaz entre una terminal y una red de conmutación de paquetes, siendo utilizado casi mundialmente para interaccionar con redes de este tipo así como en conmutación de paquetes en RDSI. El estándar especifica tres capas de protocolos:

- Capa física
- Capa de enlace
- Capa o nivel de paquete

Estas tres capas corresponden a las tres capas inferiores del modelo OSI. La capa física trata la interfaz física entre una terminal (computadora, estación) y el enlace que la conecta con un nodo

de conmutación de paquetes. En el estándar se hace referencia a la máquina de usuario como **equipo terminal de datos** (DTE, data terminal equipment), y al nodo de conmutación de paquetes al que está conectado el DTE como **equipo terminal del circuito de datos** (DCE, data circuit-terminating equipment). X.25 hace uso de la especificación de la capa física dada en el estándar conocido como X.21, aunque en muchos casos se utilizan otros estándares tales como el EIA-232. La capa de enlace se encarga de la transferencia fiable de datos a través del enlace físico mediante la transmisión de los datos como una secuencia de tramas. La capa de enlace estándar es el LAPB (Protocolo Equilibrado de Acceso al Enlace, del inglés "Link Access Protocol Balanced"), el cual es un subproducto del protocolo HDLC (High-level Data Link Control).

El nivel de paquete proporciona un servicio de circuito virtual externo, lo que posibilita a un abonado de la red establecer conexiones lógicas, llamadas circuitos virtuales, con otros abonados. Un ejemplo de esto se muestra en la **Figura 1.13**. En este ejemplo, la estación A tiene una conexión de tipo circuito virtual con C; la estación B tiene establecidos dos circuitos virtuales, uno con C y otro con D; y cada una de las estaciones E y F mantiene un circuito virtual con D.

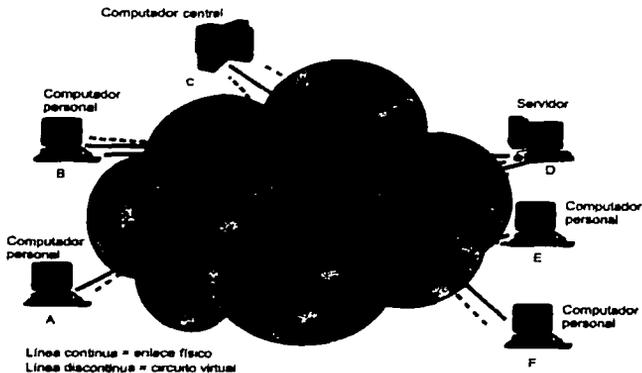


Figura 1.13 Ejemplo de la utilización de circuitos virtuales.

En la **Figura 1.14** se ilustra la relación entre las capas de X.25. Los datos de usuario se pasan hacia abajo al nivel 3 de X.25, que les añade una cabecera consistente en información de control dando lugar a un paquete. Alternativamente, los datos de usuario se pueden segmentar en varios paquetes. La información de control incluida en el paquete tiene varios objetivos, entre los que se encuentran los siguientes:

1. Identificación de un circuito virtual dado mediante un número al que se asociarán los datos.
2. Definición de números de secuencia para su uso en el control de flujo y de errores sobre los circuitos virtuales.

El paquete X.25 completo se pasa después a la entidad LAPB, que añade información de control al principio y al final del paquete, dando lugar a una trama LAPB. De nuevo, esta información de control en la trama es necesaria para el funcionamiento del protocolo LAPB.

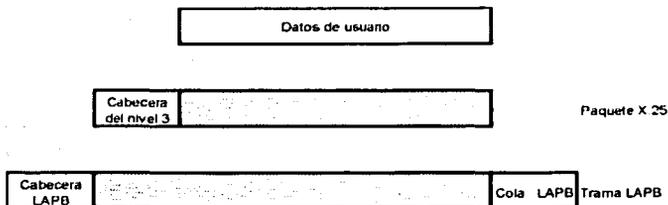


Figura 1.14 Datos de usuario e información de control del protocolo X.25

Retransmisión de Tramas (Frame Relay)

La técnica de retransmisión de tramas ("frame relay"), se diseñó para proporcionar un esquema de transmisión más eficiente que el de X.25. Tanto las normalizaciones como los productos comerciales relacionados con la retransmisión de tramas aparecieron antes que los correspondientes a ATM, por lo que existe una amplia base de productos de retransmisión de tramas instalados.

Fundamentos

La aproximación tradicional de conmutación de paquetes hace uso de X.25, lo que no sólo determina la interfaz usuario-red sino que también afecta al diseño interno de la red. Algunas de las características básicas de X.25 son:

- Los paquetes de control de llamada, usados para el establecimiento y liberación de circuitos virtuales, se transmiten por el mismo canal y circuito virtual que los paquetes de datos, empleándose, en consecuencia, una señalización en banda.
- La multiplexación de circuitos virtuales tiene lugar en la capa 3.
- Tanto la capa 2 como la 3 incluyen mecanismos de control de flujo y de errores.

Esta aproximación es muy costosa, ya que en cada salto a través de la red el protocolo de control de enlace intercambia tramas de datos y de confirmación. Además, cada nodo intermedio debe mantener tablas de estado para cada circuito virtual con objeto de abordar aspectos de gestión de llamadas y de control de flujo / errores del protocolo X.25. Este costo queda justificado en caso de que la probabilidad de error en los enlaces de la red sea significativa, por lo que esta

técnica puede no ser la más apropiada para los servicios de comunicación digitales modernos dado que las redes actuales hacen uso de tecnologías de transmisión fiables sobre enlaces de transmisión de alta calidad, fibra óptica en muchos de los casos. Adicionalmente a este hecho, con la utilización de fibra óptica y transmisión digital se pueden conseguir velocidades de transmisión de datos elevadas. En este contexto, el costo de X.25 no solo es innecesario sino que además degrada la utilización efectiva de las altas velocidades de transmisión disponibles.

La retransmisión de tramas se ha diseñado para eliminar gran parte del costo que supone X.25 para el sistema final de usuario y para la red de conmutación de paquetes. Las principales diferencias entre la técnica de retransmisión de tramas y un servicio convencional de conmutación de paquetes X.25 son:

- La señalización de control de llamadas se transmite a través de una conexión lógica distinta de la de los datos de usuario. De este modo, los nodos intermedios no necesitan mantener tablas de estado ni procesar mensajes relacionados con el control de llamadas individuales.
- La multiplexación y conmutación de conexiones lógicas tienen lugar en la capa 2 en lugar de en la capa 3, eliminándose así una capa completa de procesamiento.
- No existe control de flujo ni de errores a nivel de líneas individuales. Si se lleva a cabo este control, será extremo a extremo y responsabilidad de capas superiores.

Así pues, en retransmisión de tramas sólo se envía una trama de datos de usuario desde el origen hasta el destino, devolviéndose al primero una trama de confirmación generada por una capa superior. En este caso no existe intercambio de tramas de datos y confirmaciones en cada uno de los enlaces del camino entre el origen y el destino.

Veamos las ventajas y desventajas de esta técnica. En comparación con X.25, la principal desventaja teórica en retransmisión de tramas es que se pierde la posibilidad de llevar a cabo un control de flujo y de errores en cada enlace (aunque la retransmisión de tramas no ofrece control de flujo y de errores extremo a extremo, éste se puede implementar fácilmente en una capa superior). En X.25 existen varios circuitos virtuales a través de un mismo enlace físico, permitiendo el protocolo LAPB una transmisión fiable a nivel de enlace desde el origen hacia la red de conmutación de paquetes, y desde esta hacia el destino. El protocolo de control de enlace proporciona además fiabilidad en cada enlace de la red. Con el uso de la técnica de retransmisión de tramas desaparece dicho control a nivel de enlace, aunque este hecho no supone un gran inconveniente gracias al incremento en la fiabilidad en la transmisión y en los servicios de conmutación.

La ventaja de la retransmisión de tramas es la potencia del proceso de comunicaciones, reduciéndose la funcionalidad del protocolo necesaria en la interfaz usuario-red así como el procesamiento interno de red. En consecuencia, cabe esperar un menor retardo y un mayor rendimiento. Así, algunos estudios indican que la mejora en el rendimiento mediante el uso de la técnica de retransmisión de tramas frente a X.25 puede ser de un orden de magnitud o más. La recomendación 1.233 de ITU-T especifica que la retransmisión de tramas consigue velocidades de acceso de hasta 2 Mbps.

Arquitectura de Protocolos en Retransmisión de Tramas

En la **Figura 1.15** se muestra la arquitectura de protocolos para proveer servicios de transporte en modo trama. Se consideran dos planos diferentes de operación: plano de control (C), relacionado con el establecimiento y liberación de conexiones lógicas, y plano de usuario (U), responsable de la transferencia de los datos de usuario entre abonados. Así, los protocolos del plano C se implementan entre el usuario y la red, mientras que los del plano U proveen de funcionalidad extremo a extremo.

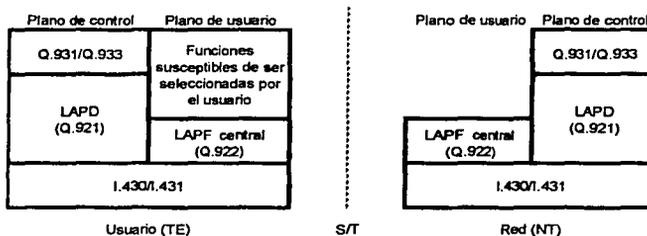


Figura 1.15 Arquitectura de protocolos en la interfaz usuario-red.

Plano de control

El plano de control para servicios en modo trama es similar al de señalización por canal común para servicios de conmutación de circuitos por cuanto que se utiliza un canal lógico diferente para la información de control. En la capa de enlace se utiliza el protocolo LAPD (Q.921) para proporcionar un servicio de control de enlace de datos fiable, con control de errores y de flujo, entre el usuario (TE) y la red (NT) sobre el canal D. Este servicio de enlace de datos se usa para el intercambio de mensajes de señalización de control Q.933.

Plano de usuario

LAPF (Procedimiento de Acceso al Enlace para Servicios en Modo Trama) es el protocolo del plano de usuario para la transferencia real de información entre usuarios finales. Este protocolo está definido en Q.922, que es una versión mejorada de LAPD (Q.921). En retransmisión de tramas sólo se usan las funciones centrales de LAPF:

- Delimitación de tramas, alineamiento y transparencia.
- Multiplexación/demultiplexación de tramas utilizando el campo de dirección.
- Inspección de la trama, para asegurarnos que esta consta de un número entero de octetos, antes de llevar a cabo la inserción de bits cero o tras una extracción de bits cero.

- Inspección de la trama para asegurarnos que no es demasiado larga ni demasiado corta.
- Detección de errores de transmisión.
- Funciones de control de congestión.

La última función es nueva en LAPP, mientras que el resto son también funciones de LAPD.

Las funciones centrales de LAPP en el plano de usuario constituyen una subcapa de la capa de enlace de datos. Esto proporciona el servicio de transferencia de tramas de enlace de datos entre abonados sin control de flujo ni de errores. Además de este hecho, el usuario puede seleccionar funciones extremo a extremo adicionales de la capa de enlace o de la de red, las cuales no forman parte del servicio de retransmisión de tramas. De acuerdo con las funciones básicas, una red ofrece retransmisión de tramas como un servicio orientado a conexión de la capa de enlace con las siguientes propiedades:

- Se preserva el orden de la transferencia de tramas entre el origen y el destino.
- Existe una probabilidad pequeña de pérdida de tramas.

Transferencia en Modo Asíncrono (ATM)

- ATM es una interfaz funcional de transferencia de paquetes que tienen un tamaño fijo y se denominan celdas. El uso de un tamaño y formato fijos hace que esta técnica resulte eficiente para la transmisión a través de redes de alta velocidad.
- Para el transporte de celdas ATM debe usarse una estructura de transmisión. Una posibilidad consiste en la utilización de una cadena continua de celdas sin la existencia de una estructura de multiplexación de tramas en la interfaz; en este caso, la sincronización se lleva a cabo celda a celda. Una segunda opción es multiplexar las celdas mediante la técnica de división en el tiempo síncrona, en cuyo caso la secuencia de bits en la interfaz forma una trama externa basada en la jerarquía digital síncrona (SDH, Synchronous Digital Hierarchy).
- ATM proporciona servicios tanto de tiempo real como diferido, pudiendo soportar una amplia variedad de tráfico entre los que cabe citar secuencias TDM síncronas tales como T-1 usando el servicio de velocidad constante (CBR, Constant Bit Rate), voz y video codificados usando el servicio de velocidad variable en tiempo real (RT-VBR, Real-time Variable Bit Rate), tráfico con requisitos específicos de calidad de servicio usando el servicio de no tiempo real de velocidad variable (NRT-VBR, non-real-time VBR) y tráfico IP haciendo uso de los servicios de velocidad disponible (ABR, Available Bit Rate) y de velocidad sin especificar (UBR, Unspecified Bit Rate).
- El uso de ATM implica la necesidad de una capa de adaptación para aceptar protocolos de transferencia de información que no se encuentren basados en ATM. La capa de adaptación ATM (AAL, ATM Adaptation Layer) agrupa la información del usuario AAL en paquetes de 48 octetos y la encapsula en una celda ATM, lo que puede conllevar la agrupación de bits de una cadena o la segmentación de una trama en trozos más pequeños.

El modo de transferencia asíncrono (ATM, Asynchronous Transfer Mode), también conocido como retransmisión de celdas, aprovecha las características de fiabilidad y fidelidad de los servicios digitales modernos para proporcionar una conmutación de paquetes más rápida que X.25. ATM se desarrolló como parte del trabajo en RDSI de banda ancha, pero ha encontrado aplicación en entornos distintos de RDSI en los que se necesitan velocidades de transmisión muy elevadas.

El modo de transferencia asíncrono (ATM) es similar en muchos aspectos a la conmutación de paquetes usando X.25 y a la técnica de retransmisión de tramas. Como ellas, ATM lleva a cabo la transferencia de los datos en trozos discretos. Además, al igual que X.25 y retransmisión de tramas, ATM permite la multiplexación de varias conexiones lógicas a través de una única interfaz física. En el caso de ATM, el flujo de información en cada conexión lógica se organiza en paquetes de tamaño fijo denominados **celdas**.

ATM es un protocolo funcional con mínima capacidad de control de errores y de flujo, lo que reduce el costo de procesamiento de las celdas ATM y reduce el número de bits suplementarios necesarios en cada celda, posibilitándose así su funcionamiento a altas velocidades. El uso de ATM a altas velocidades se ve apoyado adicionalmente por el empleo de celdas de tamaño fijo, ya que de este modo se simplifica el procesamiento necesario en cada nodo ATM.

Las normalizaciones de ITU-T para ATM se basan en la arquitectura de protocolos mostrada en el **Figura 1.16**, donde se ilustra la arquitectura básica para una interfaz entre un usuario y la red. La capa física especifica un medio de transmisión y un esquema de codificación de señal. Las velocidades de transmisión especificadas en la capa física van desde 25.6 Mbps hasta 622.08 Mbps, siendo posibles velocidades superiores e inferiores.

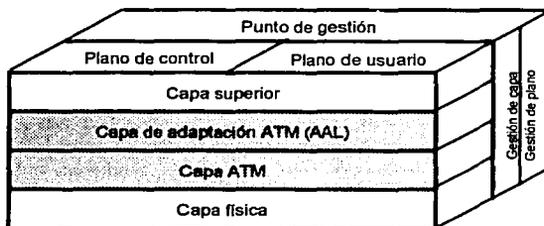


Figura 1.16 Arquitectura de protocolos ATM.

Dos capas de la arquitectura están relacionadas con las funciones ATM. Existe una capa ATM común a todos los servicios de transferencia de paquetes, y una capa de adaptación ATM (AAL) dependiente del servicio. La capa ATM define la transmisión de datos en celdas de tamaño fijo, al tiempo que establece el uso de conexiones lógicas. El empleo de ATM crea la necesidad de una capa de adaptación para dar soporte a protocolos de transferencia de información que no se

basan en ATM. AAL convierte la información procedente de capas superiores en celdas ATM para enviarlas a través de la red, al tiempo que extrae la información contenida en las celdas ATM y la transmite hacia las capas superiores.

El modelo de referencia de protocolos involucra tres planos independientes:

- **Plano de usuario:** permite la transferencia de información de usuario así como de controles asociados (por ejemplo, control de flujo y de errores).
- **Plano de control:** realiza funciones de control de llamada y de control de conexión.
- **Plano de gestión:** comprende la gestión de plano, que realiza funciones de gestión relacionadas con un sistema como un todo y proporciona la coordinación entre todos los planos, y la gestión de capa, que realiza funciones de gestión relativas a los recursos y a los parámetros residentes en las entidades de protocolo.

1.5 TECNOLOGÍAS LAN (LOCAL AREA NETWORK)

Una red LAN consiste en un medio de transmisión y un conjunto de software y hardware para servir de interfaz entre dispositivos y el medio así y además de regular el orden de acceso al mismo.

Las redes LAN son normalmente propiedad de un organismo que utiliza la red para interconectar equipos. Diversos estudios del ambiente de redes indican que un 80% de las comunicaciones toma lugar en el ambiente local mientras que el 20% restante ocurre fuera del área geográfica local

Topologías

A continuación se analizan las topologías LAN básicas para la capa física. Las topologías usuales en LAN son bus, árbol, anillo y estrella (figura 1.17). El bus es un caso especial de la topología en árbol, con un sólo tronco y sin ramas.

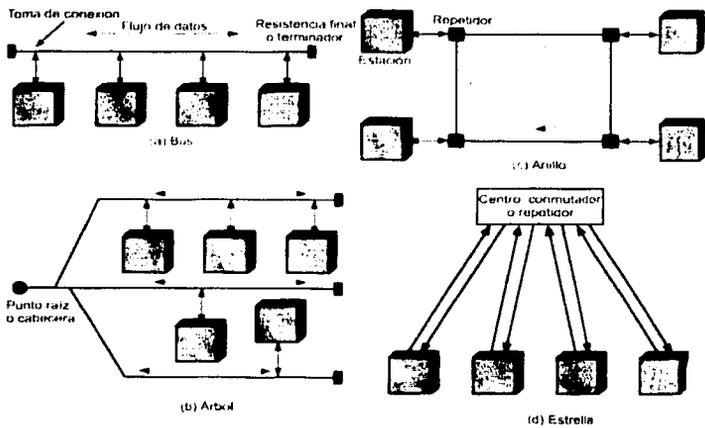


Figura 1.17 Topologías LAN.

Topología en bus y en árbol

Ambas topologías se caracterizan por el uso de un medio multipunto. En el caso de la topología en bus, todas las terminales se encuentran directamente conectadas, a través de interfaces físicas apropiadas conocidas como tomas de conexión (taps), a un medio de transmisión lineal o bus. El funcionamiento *full-duplex* entre la terminal y la toma de conexión permite la transmisión de datos a través del bus y la recepción de estos desde aquél. Una transmisión desde cualquier terminal se propaga a través del medio en ambos sentidos y es recibida por el resto de terminales. En cada extremo del bus existe un terminador que absorbe las señales, eliminándolas del bus.

La topología en árbol es una generalización de la topología en bus. El medio de transmisión es un cable ramificado sin lazos cerrados, que comienza en un punto conocido como *raíz o cabeza* (headend). Uno o más cables comienzan en el punto raíz, y cada uno de ellos puede presentar ramificaciones. Las ramas pueden disponer de ramas adicionales, dando lugar a esquemas más complejos. De nuevo, la transmisión desde una terminal se propaga a través del medio y puede alcanzar al resto de terminales.

Existen dos problemas en esta disposición. En primer lugar, dado que la transmisión desde una terminal se puede recibir en las demás terminales, es necesario algún método para indicar a quien va dirigida la transmisión. En segundo lugar, se precisa un mecanismo para regular la transmisión. Para ver la razón de este hecho hemos de comprender que si dos terminales intentan transmitir

simultáneamente, sus señales se superpondrán y serán erróneas; también se puede considerar la situación en que una terminal decide transmitir continuamente durante un largo período de tiempo.

Para solucionar estos problemas las terminales transmiten datos en bloques pequeños llamados tramas. Cada trama consta de una porción de los datos que una estación desea transmitir además de una cabecera de trama que contiene información de control. A cada terminal en el bus se le asigna una dirección, o identificador, única, incluyéndose en la cabecera la dirección destino de la trama.

En la Figura 1.18 se ilustra este esquema. En este ejemplo, la terminal C desea transmitir una trama de datos a A, de modo que la cabecera de la trama incluirá la dirección de A. En la propagación de la trama a lo largo del bus, esta atraviesa B, quien observa la dirección de destino e ignora la trama. A, por su parte, observa que la trama va dirigida a ella y copia los datos de esta mientras que pasa.

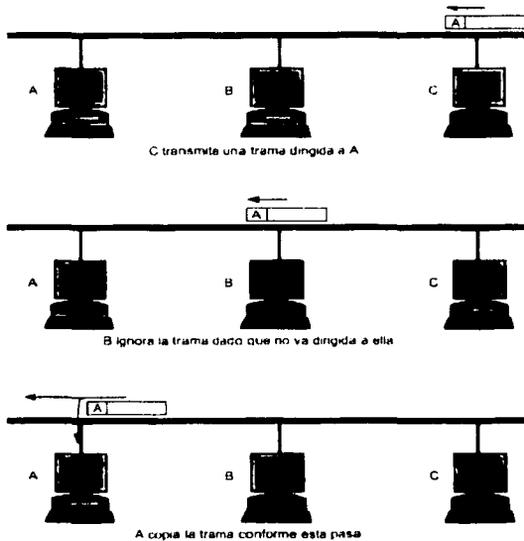


Figura 1.18 Transmisión de tramas en una LAN en Bus

La estructura de la trama resuelve el primer problema mencionado anteriormente: proporciona un mecanismo para indicar el receptor de los datos. También proporciona una herramienta básica para resolver el segundo problema, el control de acceso. En particular, las terminales transmiten por turnos en forma cooperativa, lo que implica el uso de información de control adicional en la cabecera de las tramas.

En la topología en bus o en árbol no son necesarias acciones especiales para eliminar tramas del medio: cuando una señal alcanza el final de este, es absorbida por el terminador.

Topología en anillo

En la topología en anillo, la red consta de un conjunto de *repetidores* unidos por enlaces punto a punto formando un bucle cerrado. El repetidor es un dispositivo relativamente simple, capaz de recibir datos a través del enlace y de transmitirlos, bit a bit, a través del otro enlace tan rápido como son recibidos.

Los enlaces son unidireccionales; es decir, los datos se transmiten sólo en un sentido, de modo que estos circulan alrededor del anillo en el sentido asignado.

Cada terminal se conecta a la red mediante un repetidor, transmitiendo los datos hacia la red a través de él.

Como en el caso de las topologías en bus y en árbol, los datos se transmiten en tramas. Una trama que circula por el anillo pasa por las demás terminales, de modo que la terminal de destino reconoce su dirección y copia la trama, mientras esta la atraviesa, en una memoria temporal local. La trama continúa circulando hasta que alcanza de nuevo la terminal origen, donde es eliminada del medio (Figura 1.19).

Dado que el anillo es compartido por varias terminales, se necesita una técnica de control de acceso al medio para determinar cuando puede insertar tramas cada terminal.

Topología en estrella

En redes LAN con topología en estrella cada terminal está directamente conectada a un nodo central generalmente a través de dos enlaces punto a punto, uno para transmisión y otro para recepción.

En general existen dos alternativas para el funcionamiento del nodo central. Una es el funcionamiento en modo de difusión, en el que la transmisión de una trama por parte de una terminal se retransmite sobre todos los enlaces de salida del nodo central.

En este caso, aunque la disposición física es una estrella, lógicamente funciona como un bus: una transmisión desde cualquier terminal es recibida por el resto de terminales, y sólo puede transmitir una terminal en un instante de tiempo dado.

Otra aproximación es el funcionamiento del nodo central como dispositivo de conmutación de tramas. Una trama entrante se almacena en el nodo y se retransmite sobre un enlace de salida hacia la terminal de destino.

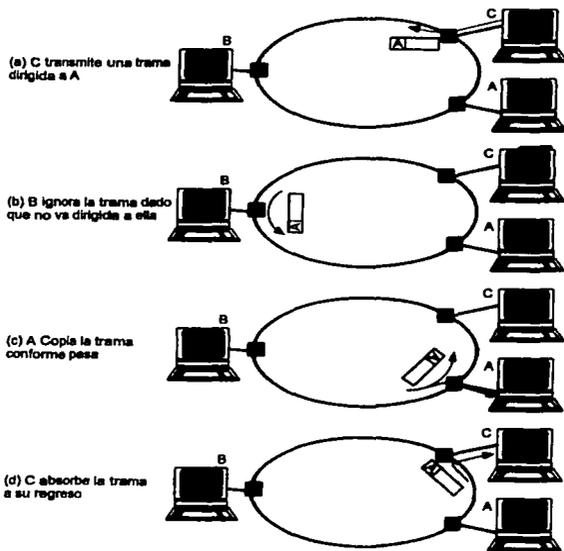


Figura 1.19 Transmisión de tramas en una LAN en Anillo

Tecnologías Ethernet

Antecedentes

El término Ethernet se refiere a la familia de implementaciones de redes de área local (LAN) que incluyen tres categorías principales:

- Ethernet e IEEE 802.3 - Son las especificaciones LAN que operan a 10 Mbps a través de cable coaxial.

- Ethernet a 100 Mbps: Es una sola especificación LAN, también conocida como Fast Ethernet, que opera a 100 Mbps a través de cable de par trenzado.
- Ethernet a 1000 Mbps: Es una sola especificación LAN, también conocida como Gigabit Ethernet, que opera a 1000 Mbps (1 Gbps) a través de cables de fibra óptica y par trenzado

La red Ethernet ha prevalecido como una tecnología de transmisión fundamental, gracias a su gran flexibilidad y a que es relativamente fácil de comprender e implementar. Aunque se han propuesto otras tecnologías como sus posibles reemplazos, los administradores de red han tomado a la red Ethernet y sus tecnologías derivadas como soluciones eficaces para un amplio rango de requerimientos de implementación en campus. Para resolver las limitaciones de Ethernet, los innovadores de redes (y las organizaciones encargadas de generar estándares), han creado progresivamente, redes Ethernet de mayor cobertura. La crítica debería dejar de pensar en Ethernet como una tecnología no escalable, pero su esquema de transmisión sobre el que se basa sigue siendo una de las formas principales de transporte de datos en aplicaciones modernas en campus. Esta sección describe las diferentes tecnologías de Ethernet que se han desarrollado hasta nuestros días.

ETHERNET E IEEE 802.3

Ethernet es una especificación de LAN banda base desarrollada por Xerox Corporation esta especificación opera a 10 Mbps utilizando CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detect) para correr a través de cable coaxial. Ethernet fue creado por Xerox en la década de los años 70s. Sin embargo hoy en día este término se utiliza para referirse a todas las LAN que utilizan CSMA/CD. Ethernet fue diseñado para que operará en redes que requirieran manejar tráfico esporádico y ocasionalmente alto, y la especificación IEEE 802.3 se desarrollo en 1980 con base en la tecnología original de Ethernet. La versión 2.0 de Ethernet fue desarrollada conjuntamente por las compañías Digital Equipment Corporation, Intel Corporation y Xerox Corporation. Es compatible con el IEEE 802.3. La figura 1.20 muestra una red Ethernet.

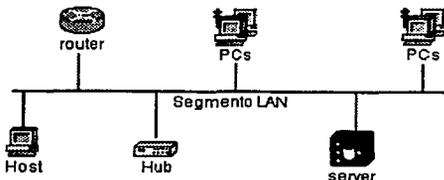


Figura 1.20 Una red Ethernet corre CSMA/CD a través de un medio de transmisión guiado

En general, las redes Ethernet e IEEE 802.3 se implementan ya sea en una tarjeta de interfase o en el hardware de una tarjeta de circuito impreso principal. Las convenciones para el cableado de Ethernet especifican el uso de un transceptor para conectar el cable al medio físico de transmisión de la red. El transceptor desempeña la mayor parte de las funciones de la capa física, incluyendo la detección de colisiones. El cable transceptor conecta las terminales a un transceptor.

La especificación IEEE 802.3 provee una gran variedad de opciones de cableado una de las cuales es conocida como 10Base5. Esta especificación es la más cercana a Ethernet. Al cable de conexión se le conoce como AUI (Attachment Unit Interface), y al dispositivo de conexión a la red se le llama MAU (Media Attachment Unit) en lugar de transceptor.

Operación de Ethernet y de IEEE 802.3

En un entorno Ethernet basado en difusiones(broadcast), todas las terminales ven todas las tramas que están circulando por la red. Siguiendo a cualquier transmisión, las demás terminales deben analizar cada trama para determinar si alguna de ellas es el destino de la trama. Cuando se identifica que alguna trama está dirigida a una determinada terminal, se le transfiere a un protocolo de las capas superiores.

En el proceso de acceso al medio de transmisión, CSMA/CD de Ethernet, cualquier terminal en una LAN CSMA/CD puede tener acceso a la red en cualquier instante. Antes de enviar sus datos las terminales CSMA/CD escuchan para ver si hay tráfico en la red. Una terminal que quiera enviar datos debe esperar hasta que ya no detecte tráfico en el medio para poder transmitir.

Como método de acceso basado en la contención, Ethernet permite que cualquier terminal de la red transmita su información en cualquier momento siempre y cuando el medio se encuentre libre. Una colisión ocurre cuando dos terminales escuchan el medio de transmisión, detectan que el canal está libre y después, transmiten de manera simultánea. En esta situación, ambas transmisiones son afectadas, y en consecuencia, las terminales involucradas deberán retransmitir sus mensajes después que haya pasado cierto tiempo. Los algoritmos de retransmisión determinan el momento en que las terminales implicadas deben transmitir de nuevo.

Diferencias entre los servicios de Ethernet y de IEEE 802.3

Aunque las redes Ethernet e IEEE 802.3 son muy similares en muchos aspectos, hay ligeras variaciones en cuanto a sus servicios, lo que las hace diferentes. Ethernet ofrece servicios que corresponden a las capas 1 y 2 del modelo de referencia OSI, en tanto que el estándar IEEE 802.3, especifica la capa física (capa 1) y la porción de acceso al canal de la capa de enlace (capa 2). Además, IEEE 802.3 no define un protocolo de control de enlace lógico pero si establece varias capas físicas, en tanto que Ethernet define solo una. La figura 1.21 muestra la relación que existe entre Ethernet y el IEEE 802.3 con respecto al modelo de referencia OSI.

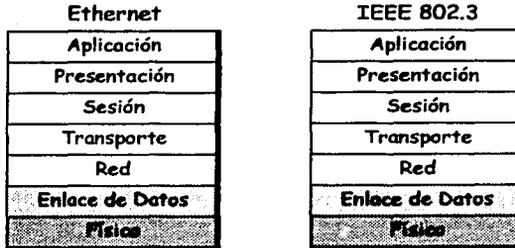


Figura 1.21 Modelo de referencia OSI de Ethernet y del IEEE 802.3

Cada protocolo de la capa física de IEEE 802.3 tiene un nombre formado por tres partes que resumen sus características. Las partes especificadas en la convención que se utilizó para asignar nombres corresponden a la velocidad, el método de señalización y el tipo de medio de transmisión físico de la LAN. La figura 1.22 muestra cómo se utiliza la convención para la asignación de nombres con los que se hace referencia a estas partes.

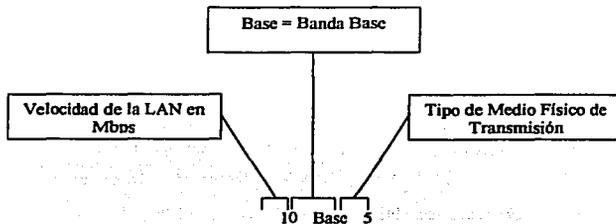


Figura 1.22 Los componentes del IEEE 802.3 se nombran de acuerdo con sus convenciones

La Tabla 1.6 muestra las diferencias entre Ethernet e IEEE 802.3 así como las variaciones entre las diferentes especificaciones de la capa física del IEEE 802.3.

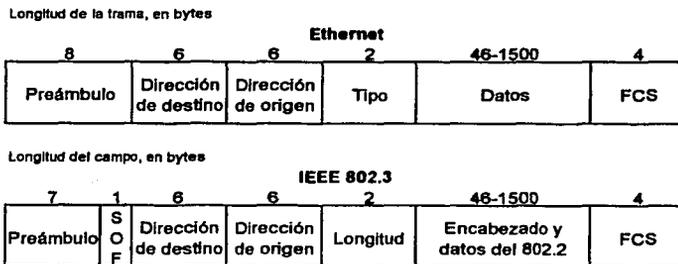
Características	Ethernet	Valores IEEE 802.3				
	Valor	10Base5	10Base2	10BaseT	10BaseFL	100BaseT
Tasa de datos (Mpps)	10	10	10	10	10	100
Método de Señalización	Banda Base	Banda Base	Banda Base	Banda Base	Banda Base	Banda Base
Ancho máximo de segmento (m)	500	500	185	100	2000	100
Medios	50-ohm coaxial	50-ohm coaxial	50-ohm coaxial	Cable UTP	Fibra óptica	Cable UTP
Topología	Bus	Bus	Bus	Estrella	Punto a punto	Bus

Tabla 1.6 Tabla comparativa de las diferentes especificaciones de la capa física del IEEE 802.3

Formato de la trama Ethernet e IEEE 802.3

La figura 1.23 muestra los campos de la trama asociados con las tramas Ethernet e IEEE 802.3.

Los campos de las tramas de Ethernet y de IEEE 802.3, que se muestran en la figura 1.18, se describen en los puntos siguientes:



SOF=Delimitador del inicio de la trama

FCS= Secuencia de verificación de la trama

Figura 1.23 Hay varios campos en las tramas de las especificaciones Ethernet e IEEE 802.3

- *Predmbulo*- Es un patrón alternado de unos y ceros que informa a las terminales receptoras que una trama está por llegar (Ethernet o IEEE 802.3). La trama Ethernet incluye un byte adicional que es equivalente al campo inicio de la trama (SOF, Star of Frame) especificado en la trama IEEE 802.3
- *SOF (inicio de la Trama)*- El byte delimitador en IEEE 802.3 termina con dos bits 1 consecutivos, los cuales sirven para sincronizar la parte de recepción de tramas de todas las terminales de la LAN. El SOF se especifica explícitamente en Ethernet.
- *Direcciones de origen y destino*- Los primeros 3 bytes de las direcciones están especificados por el IEEE con base en los datos del fabricante. Los últimos 3 bytes son especificados por el fabricante Ethernet o IEEE 802.3. La dirección origen es siempre una dirección de unidifusión(nodo único). La dirección de destino puede ser de unidifusión, multidifusión (grupo) o difusión (todos los nodos)
- *Tipo (Ethernet)*- El parámetro especifica el protocolo de la capa superior que recibe los datos una vez terminado el procesamiento de Ethernet.
- *Longitud (IEEE 802.3)*- La longitud indica el número de bytes de datos que siguen este campo.
- *Datos (Ethernet)*- Terminado el procesamiento de la capa física y de la capa de enlace de datos, los datos contenidos en la trama se envían hacia un protocolo de las capas superiores que se identifica en el campo Tipo. A pesar de que la versión 2 de Ethernet no especifica algún relleno con bytes(contrario a la red IEEE 802.3), Ethernet espera al menos 46 bytes de datos.
- *Datos (IEEE 802.3)*- Una vez terminado el procesamiento de la capa física y de la capa de enlace de datos, los datos se envían a un protocolo de las capas superiores, se debe definir dentro de la parte de datos de la trama, si es que existe. Si los datos que contiene la trama son insuficientes para completar a su tamaño mínimo de 64 bytes, se insertan bytes de relleno para asegurar que la longitud de la trama sea de cuando menos 64 bytes.
- *FCS (Secuencia de Verificación de Trama)*- Esta secuencia tiene un valor de cuatro bytes para CRC (verificación de redundancia cíclica), creada por el dispositivo emisor y recalculada por el dispositivo receptor para verificar si hay tramas dañadas.

Ethernet a 100 MBPS

Es una tecnología LAN a alta velocidad, que ofrece un ancho de banda adicional a los usuarios de computadoras de escritorio en el centro de cableado, así como a servidores y grupos de servidores (algunas veces llamados granjas de servidores), en los centros de datos.

El grupo de estudio de la red Ethernet a alta velocidad del IEEE se formó para estudiar la factibilidad de operar Ethernet a velocidades de 100 Mbps. El grupo de estudio estableció varios objetivos para esta nueva red Ethernet de alta velocidad, pero no llegó a un acuerdo en cuanto al método de acceso. Uno de los principales problemas fue determinar si esta nueva Ethernet más rápida, soportaría el método CSMA/CD u otro método de acceso.

El grupo dividió esta problemática en dos partes. Por un lado, la Alianza de Fast Ethernet y, por el otro el Foro 100VG-anyLAN. Cada grupo generó una especificación para operar Ethernet a altas velocidades: 100BaseT y 100VG-AnyLAN, respectivamente.

100BaseT es la especificación del IEEE para la implementación de Ethernet a 100-Mbps con UTP (Unshielded Twisted-Pair) y de STP (Shielded Twiste-Pair). La capa MAC (Media Access Control) es compatible con la capa MAC del IEEE 802.3. La compañía Grand Junction, que en la actualidad es parte de WBU (Workgroup Business Unit) de Cisco Systems, desarrollo Fast Ethernet, la cual fue estandarizada por el IEEE en la especificación 802.3u

100VG-AnyLAN es una especificación del IEEE para Token Ring y Ethernet a 100 Mbps a través de cableado UTP de 4 pares. La capa MAC no es compatible con la capa MAC del IEEE 802.3. La especificación 100VG-AnyLAN fue desarrollada por Hewlett-Packard (HP) para soportar nuevas aplicaciones sensibles al tiempo, como multimedia. En la especificación IEEE 802.12 esta estandarizada una versión de la implementación de HP.

Generalidades de 100BaseT

La tecnología 100BaseT utiliza la especificación IEEE 802.3 CSMA/CD. Como resultado, 100BaseT conserva el formato, tamaño y mecanismos de detección de errores de la trama IEEE 802.3. Además, soporta todas las aplicaciones y software de red que actualmente corren en las redes 802.3. 100BaseT soporta velocidades de 10 y 100 Mbps utilizando pulsos de enlace rápido (FLPs, Fast Link Pulses) de 100BaseT. Los concentradores 100baseT deben detectar velocidades dobles al igual que los concentradores Token Ring 4/16, sin embargo las tarjetas de adaptación pueden soportar 10 Mbps, 100 Mbps o ambas. La figura 1.24 muestra como la subcapa MAC 802.3 y las capas superiores operan con 100BaseT sin necesidad de modificación alguna.

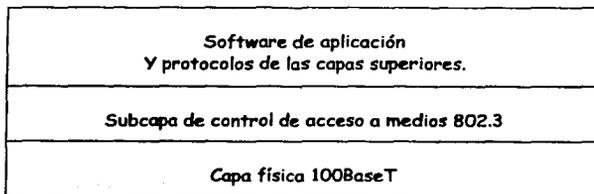


Figura 1.24 Los protocolos de las capas superiores y MAC 802.3 operan en 100BaseT.

Señalización 100BaseT

La tecnología 100BaseT soporta dos tipos de señalización

- 100baseX
- 4T+

Ambos tipos de señalización pueden trabajar simultáneamente en los niveles de terminal y concentrador. Con MII (Media Independent Interface), que es una interfase parecida al AUI, se obtiene interoperabilidad a nivel terminal. El concentrador ofrece interoperabilidad a nivel concentrador.

El esquema de señalización 100baseX tiene una subcapa de convergencia que adapta el mecanismo de señalización continua full-duplex de la capa PMD (Physical Medium Dependent) de FDDI, al tipo de señalización inicio parada, half-duplex de la subcapa MAC. El uso de 100BaseTX en la especificación FDDI a permitido la entrega expedita de productos al mercado. 100BaseX es el esquema de señalización que se utiliza con los medios de transmisión 100BaseTX y 100BaseFX. La figura 1.25 muestra como la subcapa de convergencia de 100BaseX actúa como la interfase entre los dos esquemas de señalización.

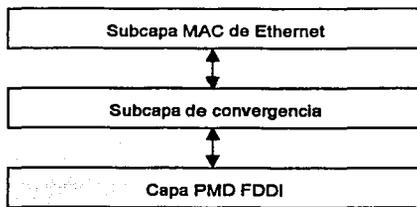


Figura 1.25 La subcapa de convergencia 100BaseX se pone en interfase con los dos esquemas de señalización.

El esquema de señalización 4T+ utiliza un par de cables para la detección de las colisiones y los otros 3 pares para la transmisión de datos. 4T+ permite la operación de 100BaseT a través del cableado categoría 3 existente, si los cuatro pares se instalan en la computadora. El esquema de señalización 4T+ se utiliza con el medio de transmisión 100baseT4 y soporta solamente operaciones half-duplex. La figura 1.26 muestra la razón de que la señalización 4T+ requiera los 4 pares de UTP.

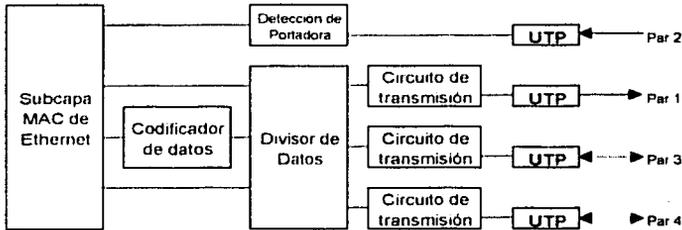


Figura 1.26 Señalización 4T+ requiere 4 pares de UTP.

Hardware para 100BaseT

Los componentes que se utilizan para la conexión física de 100BaseT son los siguientes:

- Medio físico- Este dispositivo transporta señales entre computadoras y pueden ser cualquiera de los 3 tipos de medio de transmisión de 100BaseT
 - 100BaseTX
 - 100BaseFX
 - 100BaseT4
- MDI (Medium-Dependent Interface)- El MDI es una interfase mecánica y eléctrica entre el medio de transmisión y PHY
- PHY (Physical-Layer Device)- El PHY opera a 10 Mbps ó a 100 Mbps y puede estar compuesto por varios circuitos integrados (o una tarjeta hija) en un puerto Ethernet ó un dispositivo externo con un cable MII que se conecta a un puerto MII en un dispositivo 100BaseT (similar a un transceptor Ethernet a 10 Mbps).
- MII (Media-Independent Interface)- El MII se utiliza con un transceptor externo a 100 Mbps para conectar un dispositivo Ethernet a 100 Mbps a cualquiera de los 3 tipos de medios de transmisión. El MII tiene un conector de 40 pines y un cable de hasta 0.5 metros de longitud.

La figura 1.27 muestra los componentes de hardware de 100BaseT



Figura 1.27 100BaseT requiere varios componentes de hardware.

Operación 100BaseT

Las tecnologías 100BaseT y 10BaseT utilizan los mismos métodos de acceso y detección de colisiones de MAC IEEE 802.3, y tienen también los mismos requerimientos de formato y longitud de la trama. La principal diferencia entre 100BaseT y 10BaseT (además de la diferencia en velocidad) es el diámetro de la red. El diámetro máximo de la red 100baseT es 205 metros, aproximadamente 10 veces menor que el de Ethernet 10Mbps.

Es necesario reducir el diámetro de la red 100BaseT ya que está utilizando el mismo mecanismo para detectar colisiones que 10BaseT. En la red 10BaseT, las limitaciones en distancia se definen para que una terminal sepa, en el momento en que está transmitiendo la trama más pequeña permitida (64 bytes), que se ha presentado una colisión con otra terminal emisora que está ubicada en el punto más lejano del dominio.

Para que mejore el rendimiento eficiente total de 100BaseT, es necesario reducir el tamaño del dominio de colisión. Esto se debe a que la velocidad de propagación del medio de transmisión no ha cambiado, por lo que una terminal que transmite 10 veces más rápido debe estar a una distancia 10 veces menor. Como resultado de lo anterior, cualquier terminal puede saber que se ha presentado una colisión con cualquier otra terminal dentro de los primeros 64 bytes.

Pulsos de Enlace Rápido (FLPs) 100BaseT

La tecnología 100BaseT utiliza FLPs, para verificar la integridad del enlace entre el concentrador y el dispositivo 100BaseT. Los FLPs son compatibles con las versiones anteriores Pulso de Enlace Normal (NLPs, Normal Link Pulses) de 10baseT. Sin embargo, los FLP poseen más información que los NLP y se utilizan en el proceso de autonegociación entre un concentrador y un dispositivo en una red 100BaseT.

Opción de autonegociación en 100BaseT

Las redes 100BaseT soportan una característica opcional llamada autonegociación, que permite que un dispositivo y un concentrador intercambien información (utilizando FLPs 100BaseT) respecto a sus capacidades, y al hacerlo crean un entorno óptimo de comunicaciones.

La autonegociación soporta muchas características, entre ellas la igualación de las velocidades de los dispositivos que soportan la operación a 10 Mbps y a 100 Mbps, el modo de operación full-duplex de los dispositivos que soportan dichas comunicaciones y una configuración automática de señalización para las terminales 100BaseT4 y 100BaseTX.

Tipos de medios de transmisión en 100BaseT

La tecnología 100BaseT soporta 3 tipos de medios de transmisión en la capa física del modelo OSI: 100BaseTX, 100BaseFX y 100BaseT4. Los tres tipos de medios de transmisión, se pueden poner en interfase con la capa MAC del IEEE 802.3 y se muestran en la figura 1.28. En la tabla 1.7 se comparan las características fundamentales de los 3 tipos de medios de transmisión de 100BaseT.

Software de aplicación y protocolos de las capas superiores		
Subcapa de control de acceso a medios 802.3		
100BaseTX	100BaseFX	100BaseT4

Figura 1.28 En la capa física hay tres tipos de medios de transmisión para 100BaseT.

Características	100BaseTX	100BaseTX	100BaseTX
Cable	UTP Categoría 5 o STP tipo 1 y 2	Fibra multimodo 62.5/125	UTP categoría 3, 4 o 5
Número de pares o grupos	2 pares	2 grupos	4 pares
Conector	Conector ISO 8877 (RJ45)	Conector (MIC) ST dúplex SC medios interfase	Conector ISO 8877 (RJ45)
Longitud máxima de segmento	100 metros	400 metros	100 metros
Diámetro máximo de red	200 metros	400 metros	200 metros

Tabla 1.7 Características de los tipos de medios de transmisión en 100BaseT.

100Base TX

La tecnología 100BaseTX se basa en la especificación TP-PDM (Twisted Pair-Physical Medium Dependent) del ANSI (American National Standards Institutes). La especificación ANSI TP-PDM soporta UTP y STP. La especificación 100BaseTX utiliza el esquema de señalización 100BaseX a través de cable UTP o STP, categoría 5 de 2 pares

La especificación IEEE 802.3u para las redes 100BaseTX permite un máximo de 2 repetidores (concentradores) y un diámetro total de la red de aproximadamente 200 metros. El segmento de enlace, que se define como una conexión punto a punto entre 2 dispositivos MII (Medium Independent Interface) puede ser de hasta 100 metros. La figura 1.29 muestra estas reglas de configuración.

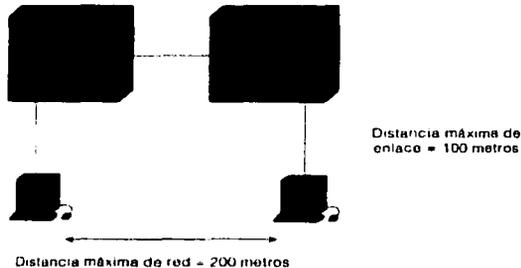


Figura 1.29 La red 100BaseTX esta limitada a una distancia de enlace de 100 metros.

100BaseFX

La tecnología 100BaseFX se basa en la especificación X3T9.5 de la ANSI TP-PMD para las LANs FDDI. La tecnología 100BaseFX utiliza el esquema de señalización de 100BaseX a través de cable de fibra óptica tipo multimodo (MMF, MultiMode Fiber-optic) de 2 hilos. La especificación IEEE 802.3u para redes 100BaseFX permite enlaces DTE a DTE (Data Terminal Equipment) de hasta aproximadamente 400 metros ó una red con base en repetidores de aproximadamente 300 metros de longitud. La figura 1.30 muestra estas reglas de configuración.

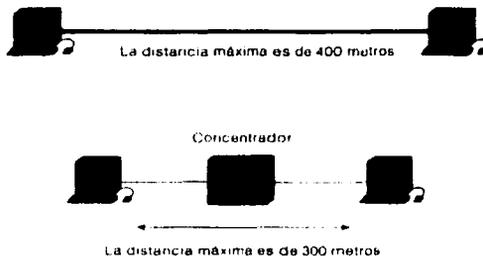


Figura 1.30 El límite entre DTE y DTE en 100BaseFX es de 400 metros.

100BaseT4

La tecnología 100baseT4 permite que 100BaseT pueda correr a través del cableado categoría 3 existente, siempre y cuando los 4 pares se instalen en la computadora. 100BaseT4 utiliza el esquema de señalización 4T+ half dúplex. La especificación IEEE 802.3u para redes 100BaseT4 permite que haya redes con un máximo de 2 repetidores (concentradores) y un diámetro de la red de aproximadamente 200 metros. Un segmento de enlace, que se define como una conexión punto a punto entre 2 dispositivos MII (Medium Independent Interface) puede tener hasta 100 metros de longitud. La figura 1.31 muestra estas reglas de configuración.

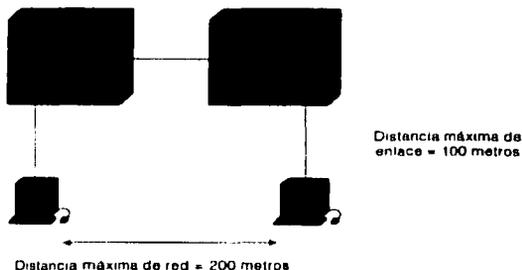


Figura 1.31 La tecnología 100BaseT4 soporta una distancia máxima de enlace de 100 mts.

100VG-ANYLAN

La tecnología 100VG-AnyLAN fue desarrollada por Hewlett Packard como alternativa de CSMA/CD para aplicaciones novedosas susceptibles al tiempo, como multimedia. El método de acceso se basa en la demanda de las terminales y se diseña como un método mejorado para redes Ethernet y Token Ring a 16 Mbps. La tecnología 100VG-AnyLAN funciona con los siguientes tipos de cables

- UTP categoría 3 de 4 pares
- UTP categoría 4 y 5 de 2 pares
- STP
- Fibra óptica

El estándar del IEEE 802.12 100VG-AnyLAN especifica limitaciones en cuanto a la longitud del enlace, configuraciones del concentrador y distancia máxima de la red. Las longitudes de enlace del nodo al concentrador son de 100 metros (UTP categoría 3) o 150 metros (UTP categoría 5). La figura 1.32 muestra las limitaciones de 100VG-AnyLAN en cuanto a la longitud del enlace.

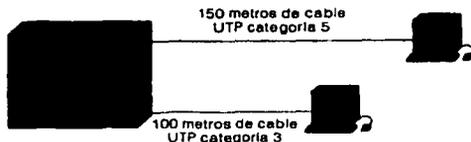


Figura 1.32 Las limitaciones en cuanto a la longitud del enlace en 100VG-AnyLAN difieren de los enlaces que utilizan UTP categoría 3 y 5.

Los concentradores 100VG-AnyLAN están dispuestos jerárquicamente. Cada concentrador tiene al menos un puerto de subida y un puerto cada 2 (uno si y uno no) pueden ser un puerto de bajada. Los concentradores pueden estar dispuestos en cascada de 3 si están vinculados hacia arriba de otros concentradores y pueden estar alejados entre sí en cascada a 100 metros (UTP categoría 3) o 150 metros (UTP categoría 5). La figura 1.33 muestra la configuración de concentradores en 100VG-AnyLAN.

Las limitaciones en cuanto a la longitud de extremo a extremo de la red son de 600 metros (UTP categoría 3) o 900 metros (UTP categoría 5). Si los concentradores se ubican en el mismo gabinete de cableado, las distancias de terminal a terminal se reducen a 200 metros (UTP categoría 3) y 300 metros (UTP categoría 5). La figura 1.34 muestra las limitaciones en cuanto a longitud máxima de la red 100VG-AnyLAN.

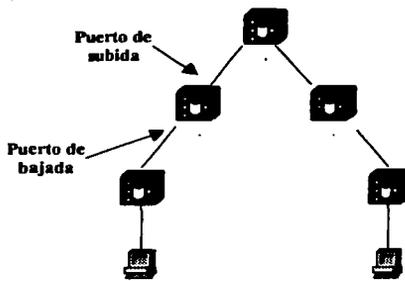


Figura 1.33 Los concentradores 100VG-AnyLAN están dispuestos jerárquicamente.

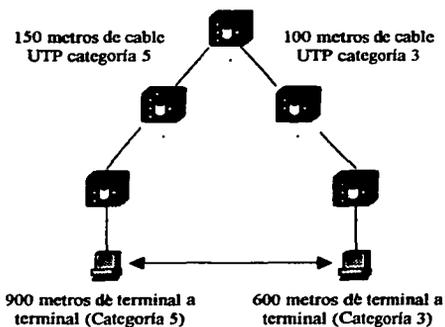


Figura 1.34 Las limitaciones de longitud de extremo a extremo difieren en las implementaciones 100VG-AnyLAN.

Operación de 100VG-AnyLAN

La tecnología 100V-AnyLAN utiliza el método de acceso de prioridad por demanda con el que se eliminan las colisiones y permite tener una carga de tráfico mayor que 100BaseT. El método de acceso de prioridad por demanda es más determinista que CSMA/CD, debido a que el concentrador controla el acceso a la red.

El estándar 100VG-AmyLAN es un concentrador de primer nivel o repetidor, que actúa como la base. Este repetidor base controla la operación del dominio de prioridad. Los concentradores pueden disponerse en cascada de 3 en una topología estrella. Los concentradores interconectados actúan como un solo repetidor de gran tamaño, en el que el repetidor base sondea cada puerto ordenadamente

En general, en el modo de operación de prioridad por demanda de 100VG-AmyLAN, un nodo que desea transmitir solicita permiso al concentrador (o Switch). Si la red esta libre, el concentrador inmediatamente confirma la petición y el nodo comienza a transmitir un paquete hacia el concentrador. Si se recibe más de una petición al mismo tiempo, el concentrador utiliza una técnica de sondeo ordenado, para confirmar cada petición que se le presenta. A las peticiones de alta prioridad, como las aplicaciones de videoconferencia, que son sensibles al tiempo, se les da prioridad de servicio con respecto a las peticiones de prioridad normal. Para asegurar un acceso justo a todas las terminales de la red, el concentrador no concederá permiso de acceso a un puerto ubicado en una misma fila más de dos veces.

Gigabit Ethernet

La tecnología Gigabit Ethernet es una extensión del estándar de Ethernet IEEE 802.3. Gigabit Ethernet construido en el protocolo Ethernet pero incrementa la velocidad diez veces sobre Fast Ethernet, a 1000 Mbps o 1 Gbps. Este estándar MAC y PHY promete ser un elemento dominante en los backbones de redes LAN de alta velocidad y de conectividad en los servidores. Como Gigabit Ethernet esta basado en Ethernet, los administradores de red podrán utilizar sus conocimientos actuales para manejar y mantener redes Gigabit.

Arquitectura del Protocolo Gigabit Ethernet

Para incrementar la velocidad de Fast Ethernet a 100 Mbps hasta 1 Gbps se necesitan realizar varios cambios en la interfase física. Esto ha sido decisivo para que Gigabit Ethernet se vea idéntico a Ethernet desde la capa de enlace de datos hacia las capas superiores. Los retos involucrados en la aceleración a 1 Gbps han sido resueltos por la unión de dos tecnologías: Ethernet IEEE 802.3 y el Canal de Fibra ANSI X3T11. La **figura 1.35** muestra como los componentes fundamentales de cada tecnología han influido para formar Gigabit Ethernet.

La influencia de estas dos tecnologías pretende que el estándar pueda tomar ventaja de la tecnología de Canal de Fibra existente como interfase física de alta velocidad mientras que mantiene la estructura de la trama de Ethernet IEEE 802.3, a la vez que conserva la compatibilidad con los medios de transmisión instalados y con el modo de operación full-duplex o half-duplex (vía CSMA/CD).

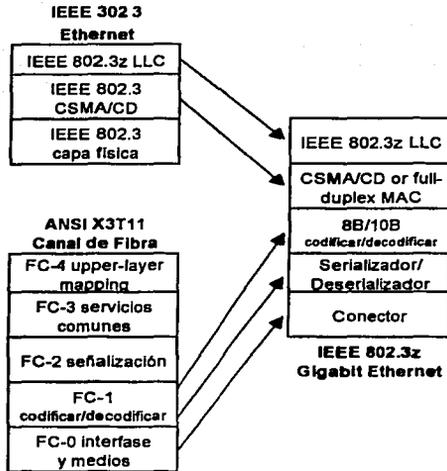


Figura 1.35 La pila de protocolos de Gigabit Ethernet ha sido desarrollada de una combinación de las pilas de protocolos de Canal de Fibra y IEEE 802.3.

En la Figura 1.36 se muestra un modelo de Gigabit Ethernet

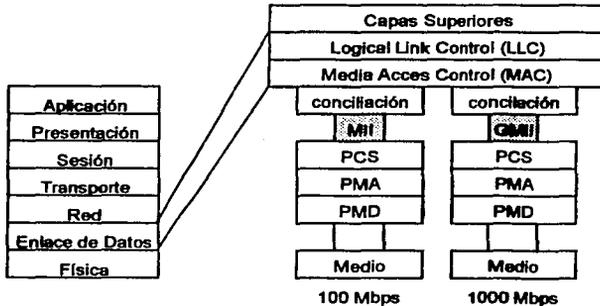


Figura 1.36 Este diagrama muestra el modelo de la arquitectura de IEEE 802.3z Gigabit Ethernet.

La Capa Física

La especificación Gigabit Ethernet define tres formas de medios de transmisión: Láser de longitud de onda amplia (LW Long-Wave) a través de fibra monomodo o multimodo (conocida como 1000BaseLX). Láser de longitud de onda corta (SW Short-Wave) a través de fibra multimodo (conocida como 1000BaseSX) y el medio de transmisión 1000BaseCX, el cual permite la transmisión a través de cable de cobre con blindado especial de 150 ohms. La versión del estándar 1000BaseT permitirá a Gigabit Ethernet alcanzar distancias mayores a 100 metros a través de cableado UTP categoría 5, el cual constituye la mayoría del cableado dentro de edificios.

La especificación PMD del Canal de Fibra actualmente opera a 1.062 gigabauds en full-duplex. Gigabit Ethernet incrementara esta capacidad a 1.25 Gbps. La técnica de codificación 8B/10B permite una velocidad de transmisión de datos de 1000 Mbps. El tipo actual de conector para el Canal de Fibra, y por lo tanto para Gigabit Ethernet, es el conector SC para fibra monomodo y multimodo. La especificación Gigabit Ethernet menciona que ofrece medios de transmisión por fibra óptica multimodo, fibra óptica monomodo, cable de cobre con blindaje especial de 150 ohms.

Láser de longitud de onda amplia y onda corta a través de fibra óptica

Dos estándares de láser serán soportados en fibra: 1000BaseSX (short-wave láser) y 1000BaseLX (long-wave láser). Los láseres de onda amplia y onda corta son soportados a través de la fibra multimodo. Hay dos tipos disponibles de fibra multimodo: fibras de 62.5 micrómetros y 50 micrómetros de diámetro. Los láseres de longitud de onda amplia son utilizados para fibra monomodo porque esta fibra es óptima para la transmisión de láser de longitud de onda amplia. No hay servicio para láser de longitud de onda corta en fibra monomodo.

Las diferencias fundamentales al utilizar las tecnologías láser de longitud de onda amplia u onda corta están en el costo y la distancia. Los láseres en fibra óptica toman ventaja de las variaciones de la atenuación en un cable. A diferentes longitudes de onda, los "dips" de atenuación serán encontrados a través de la fibra. Los láseres de longitud de onda amplia y onda corta toman ventaja de esos dips e ilumina la fibra a longitudes de onda diferentes. Los láseres de longitud de onda corta se pueden conseguir fácilmente porque las variaciones de estos láseres son utilizadas en la tecnología para disco compacto. Los láseres de longitud de onda amplia toman ventaja de los dips de atenuación en longitudes de onda mayores en el cable. El resultado en la red es que el láser de onda corta cuesta menos, pero alcanzarán una distancia más corta. En contraste, el láser de onda larga será más costoso pero alcanzarán una distancia mayor.

La fibra monomodo ha sido utilizada tradicionalmente como cable de redes implantadas para lograr distancias grandes. En Internet, por ejemplo, los rangos de cable monomodo alcanzan hasta 10 kilómetros. La fibra monomodo, utilizando un núcleo de 90nm y un láser de 1300 nm, demuestra la tecnología de grandes distancias. El núcleo pequeño y el láser de más baja energía prolonga la longitud de onda del láser y permite distancias transversales mayores. Esto permite a la fibra monomodo alcanzar las distancias más grandes de todos los medios de comunicación con el mínimo nivel de ruido.

Gigabit Ethernet puede instalarse mediante dos tipos de fibra multimodo: fibras con diámetro de 62.5 μm y 50 μm . La fibra de 62.5 μm es normalmente vista en el backbone vertical y en el cable de los pisos en edificios y ha sido usado para el tráfico de Ethernet, Fast Ethernet y el backbone de FDDI. Este tipo de fibra, sin embargo, tiene un ancho de banda modal inferior (la habilidad del cable para transmitir luz), especialmente con láseres de onda corta. Esto significa que los láseres de onda corta sobre fibras de 62.5 μm será capaz de alcanzar distancias más cortas que los láseres de onda larga. La fibra de 50 μm tiene mucho mejor características de ancho de banda modal y será capaz de alcanzar distancias más grandes con láseres de onda corta con relación a la fibra de 62.5 μm .

Cable de cobre blindado de 150 ohms (1000 base CX)

Para recorridos cortos (25 m o menos) Gigabit Ethernet permitirá la transmisión sobre un cable especial de 150 ohm. Este es un nuevo tipo de cable blindado, no es UTP. Para minimizar cuestiones de seguridad e interferencia causadas por las diferencias de voltaje, tanto transmisores como receptores comparten una tierra común. La pérdida de retorno para cada conector es limitada a 20 dB para minimizar las distorsiones de la transmisión. El tipo de conector para 1000 Base CX es un conector DB-9

La aplicación para este tipo de cableado es en interconexiones de distancias cortas en los centros de datos y en las conexiones inter o intrarack. Debido a la limitación de 25 metros de distancia, el cable no funciona para interconectar centros de datos a closets verticales.

Las distancias de los medios de transmisión soportados bajo el estándar IEEE 802.3z se muestran en la figura 1.37

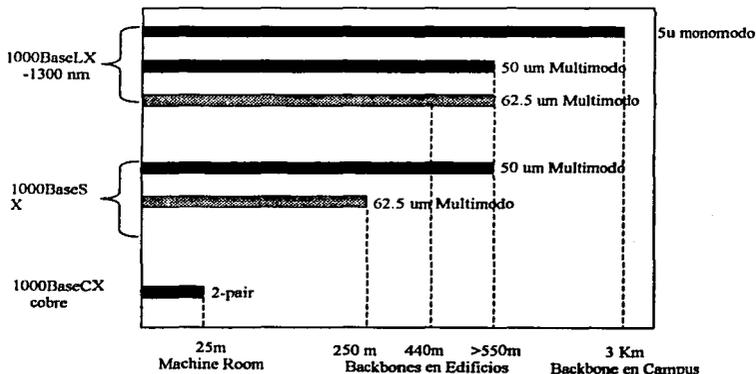


Figura 1.37 La gráfica muestra las especificaciones de las distancias para Gigabit Ethernet.

Serializador/Deserializador

La subcapa para el acoplamiento del medio físico (PMA, Physical Media Attachment) de Gigabit Ethernet es idéntica al PMA para Canal de Fibra. El serializador/deserializador es el responsable de soportar múltiples esquemas de codificación y permitir la presentación de estos esquemas de codificación a los niveles superiores. La recepción de datos al PHY entrará a través de la PMD y necesita aprobar el esquema apropiado para este medio. El esquema de codificación para el Canal de Fibra es 8B/10B diseñado específicamente para transmisión por fibra óptica. Gigabit Ethernet utiliza un esquema de codificación similar. La diferencia entre el Canal de Fibra y Gigabit Ethernet, es que el Canal de Fibra utiliza transmisiones a 1.602 gigabauds, en tanto que Gigabit Ethernet utiliza transmisiones a 1.25 gigabauds. Se requiere un esquema de codificación diferente para transmitir sobre UTP. Esta codificación será ejecutada por el UTP o PHY 1000BaseT.

Codificación 8B/10B

El nivel FC1 del Canal de Fibra describe la sincronización y el esquema de codificación 8B/10B. FC1 define el protocolo de transmisión, incluyendo la codificación y decodificación serial desde y hasta la capa física, caracteres especiales y control de errores. El esquema usado es la codificación 8B/10B.

La codificación de datos transmitidos a altas velocidades ofrece muchas ventajas:

- Los límites de codificación
- El nivel de bit del reloj de recuperación del receptor puede ser ampliamente mejorada al utilizar codificación de datos
- La codificación incrementa la posibilidad de que la estación receptora pueda detectar y corregir errores de transmisión o recepción.
- La codificación puede ayudar a distinguir los bits de datos desde los bits de control.

Todas estas características han sido incorporadas a la especificación del Canal de Fibra FC1.

En Gigabit Ethernet, la capa FC1 tomará decodificados los datos desde la capa FC2, 8 bits a la vez desde la subcapa de reconciliación (RS, Reconciliation Sublayer), la cual "puentea" la interfase física del Canal de Fibra a las capas superiores de Ethernet IEEE 802.3. La codificación tiene lugar a través de un mapeo de caracteres de 8 a 10 bits. Los datos decodificados tienen 8 bits con una variable de control. Esta información es, en su momento, codificada en un carácter de transmisión de 10 bits.

La codificación es realizada siempre que cada carácter sea transmitido con un nombre, indicado como "Zxx.y". En donde, "Z" es la variable de control que puede tener dos valores: D para datos y "K" para caracteres especiales. La designación de "xx" es el valor decimal de un número binario compuesto de un subconjunto de bits decodificados. La designación "y" es el valor decimal de un número binario del resto de los bits decodificados. Esto implica que hay 256 posibilidades para

datos (designación D) y 256 para caracteres especiales (designación K). Sin embargo, únicamente 12 valores de "Kxx,y" son válidos como caracteres de transmisión en el Canal de Fibra. Cuando el dato es recibido, el carácter de transmisión es decodificado en una de las 256 combinaciones de 8 bits.

Portadora de la Interfase Gigabit Ethernet (GBIC)

La interfase GBIC (Gigabit Ethernet Interfase Carrier) permite a los administradores de red configurar cada puerto Gigabit sobre bases puerto a puerto para láseres de onda corta y onda amplia, así como para interfaces físicas de cobre. Esta configuración permite a los fabricantes de Switches construir un switch de una sola pieza o un switch modular que el consumidor puede configurar para la topología láser / fibra requerida. Como se mencionó anteriormente, Gigabit Ethernet al inicio se apoyó fundamentalmente en tres medios de transmisión: Láser de onda corta, láser de onda amplia y cable de cobre. Además, el cable de fibra óptica viene en tres tipos: multimodo (62.5 μm), multimodo (50 μm) y monomodo. El diagrama de la función GBIC se muestra en la figura 1.38

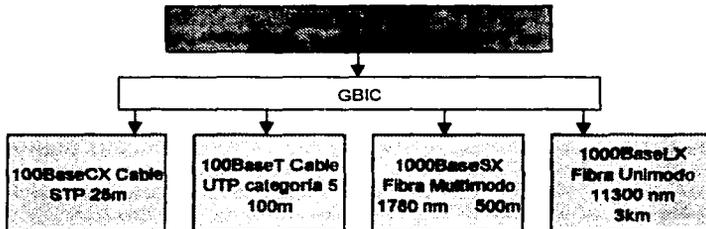


Figura 1.38 Este diagrama muestra la función de la interfase GBIC.

Por el contrario, los switches de Gigabit Ethernet sin GBIC o bien no pueden soportar otros láseres o necesitan ser mandados a personalizar para el tipo de láser solicitado. Note que el comité IEEE 802.3z proporciona únicamente la especificación GBCI. El comité 802.3ab puede proveer también GBICs.

La capa MAC

La capa MAC de Gigabit Ethernet es similar al estándar Ethernet y Fast Ethernet. La capa MAC de Gigabit Ethernet soportará tanto transmisión full-duplex como half-duplex. Las características de Ethernet, tales como la detección de colisiones, máximo diámetro de la red, reglas de repetición, y otras, serán los mismos para Gigabit Ethernet. El soporte para half-duplex Ethernet incluye las ráfagas de trama y la extensión de la portadora, dos funciones que no se encuentran en Ethernet y Fast Ethernet.

Transmisión Half Dúplex

Para la transmisión en half dúplex se utiliza CSMA/CD para asegurar que las estaciones se pueden comunicar por un solo cable y que se puede llevar a cabo la recuperación de colisiones. La implementación de CSMA/CD para Gigabit Ethernet es la misma que para Ethernet y Fast Ethernet, y permite la creación de Gigabit Ethernet compartidos vía concentradores o conexiones half dúplex punto a punto.

La aceleración de Ethernet a velocidades de Gigabit ha creado algunos desafíos en términos de implementación de CSMA/CD. A velocidades mayores de 100Mbps los tamaños más pequeños de paquetes son menores que el largo de time-slot en bits. (Time-slot se define como la unidad de tiempo que utiliza Ethernet MAC para manejar colisiones.) Para solucionar el problema de time-slot se agregó una extensión de la portadora a la especificación Ethernet. La extensión de la portadora agrega bits a la trama, hasta que está alcanza el mínimo time-slot requerido. De esta forma, el paquete de menor tamaño puede coincidir con el time-slot mínimo y permite una operación perfecta con el actual CSMA/CD de Ethernet.

Otro cambio a la especificación de Ethernet es la introducción de ráfagas de trama. Ráfagas de trama es una característica opcional en la que en un ambiente CSMA/CD una terminal puede transmitir una ráfaga de tramas por el cable sin tener que ceder el control del CDMA/CD. Las ráfagas de tramas evitan la redundancia y gasto que conlleva la técnica de la extensión de la portadora, en el caso de que una terminal tenga preparadas para transmitir varias tramas pequeñas.

Es importante aclarar que los problemas alrededor de half-duplex en Gigabit Ethernet, tales como la ineficiencia en el tamaño de la trama (que lleva a la necesidad de extensión de la portadora), y además el tiempo que tarda la señal en viajar de ida y regreso a velocidades de Gigabit, indican que, en realidad half-duplex no es efectivo para Gigabit Ethernet.

Transmisión Full dúplex de IEEE 802.3x

Full-duplex proporciona los medios de transmisión y recepción simultáneamente en un solo cable. Normalmente se utiliza la transmisión Full-duplex entre dos extremos, como, switch a switch, switch y servidor, switch a ruteador, etcétera. Full-duplex ha permitido que el ancho de banda en redes Ethernet y Fast Ethernet sea incrementado con facilidad de 10Mbps a 20Mbps y de 100Mbps a 200Mbps respectivamente. Al utilizar características de Fast Etherchannel, las conexiones de Fast Ethernet pueden agruparse para incrementar el ancho de banda hasta un 400%.

La transmisión Full-duplex se utiliza por Gigabit Ethernet para incrementar el ancho de banda de 1 Gbps a 2 Gbps para enlaces punto a punto, así como, para incrementar la distancia posible de un medio de transmisión particular. Adicionalmente, las uniones de Gigabit Etherchannel permiten la creación de una conexión a 8 Gbps entre switches. El uso de Ethernet full-duplex elimina colisiones en el cable. Por lo tanto, CSMA/CD no necesita ser utilizado como control de flujo o acceso al medio. Sin embargo, un control de flujo para full-duplex ha sido establecido adelante

en el comité de estandarización como una cláusula opcional para el control de flujo. Ese estándar es conocido como EIII 802.3x; esto formaliza la tecnología full-duplex y se espera sea soportada en productos futuros de Gigabit Ethernet. Debido a que el volumen de las tarjetas de interfase de red (NICs) a 100 Mbps full-duplex, es poco probable que éste estándar sea realmente aplicable a Fast Ethernet.

Control de Flujo opcional para 802.3x

El mecanismo de control de flujo opcional está establecido entre dos terminales en un enlace punto a punto. Si la terminal receptora en un extremo comienza a congestionarse, esta puede enviar de regreso una trama llamada *trama de pausa* al origen en el extremo opuesto de la conexión, la trama de pausa avisa a la terminal detener el envío de paquetes por un periodo de tiempo específico. La terminal transmisora espera el tiempo requerido antes de enviar más datos. La estación receptora puede también enviar una trama de regreso hacia el transmisor con un tiempo de espera de cero y avisar al transmisor comenzar el envío de datos otra vez. La figura 1.39 muestra como trabaja IEEE 802.3x.

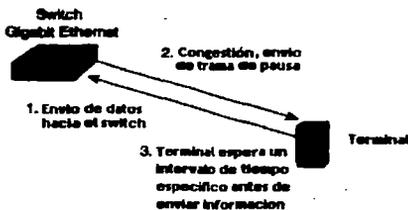


Figura 1.39 La figura muestra un panorama de la operación en el proceso de control de flujo de IEEE 802.3 .

Este mecanismo de control de flujo fue desarrollado para igualar el rendimiento del dispositivo al transmitir y recibir. Por ejemplo, un servidor puede transmitir a un cliente a una tasa promedio de 3000 pps. El cliente, sin embargo, puede no aceptar paquetes a esta velocidad a causa de las interrupciones del CPU, difusiones excesivas en la red o multitareas dentro del sistema. En este ejemplo, el cliente deberá enviar una trama de pausa y solicitará que el servidor detenga la transmisión por un cierto período. Este mecanismo, aunque separado del trabajo del IEEE 802.3z, complementará a Gigabit Ethernet al permitir a dispositivos Gigabit participar en este mecanismo de control de flujo.

La capa de Enlace Lógico

La tecnología Gigabit Ethernet ha sido diseñada para adherirse al formato de la trama del estándar Ethernet, el cual mantiene la compatibilidad con la base instalada de productos Ethernet y Fast Ethernet y no requiere una interpretación de la trama. La **Figura 1.40** describe el formato de la trama IEEE 802.3/Ethernet.

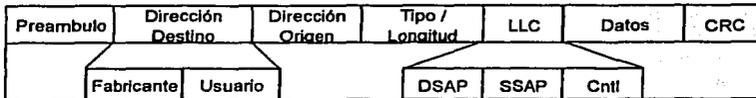


Figura 1.40 La figura muestra los campos que forman el formato de la trama de IEEE802.3/Ethernet.

La especificación original de Xerox identificó un campo Tipo, el cual fue utilizado para la identificación del protocolo. La especificación del IEEE 802.3 eliminó el campo Tipo, reemplazándolo con el campo Longitud. El campo Longitud se utiliza para identificar la longitud en bytes del campo de datos. Los tipos de protocolos en las tramas 802.3 se dejan para la parte de datos del paquete. El LLC es el encargado de suministrar servicios a la capa de red sin considerar el tipo de medio de transmisión, como FDDI, Ethernet, Token Ring y así sucesivamente.

Para comunicarse entre la capa MAC y las capas superiores de la pila de protocolos, la capa LLC (Logical Link Control) del Protocolo de Unidades de Datos (o PDUs) de LLC hace uso de tres direcciones variables para determinar el acceso a las capas superiores vía el LLC/PDU. Estas direcciones son el Punto de Acceso al Servicio de Destino (DSAP, Destination Service Access Point), Punto de Acceso al Servicio Origen (SSAP, Source Service Access Point) y la variable de control. La dirección DSAP específica un identificador único dentro de la terminal que provee información al protocolo para la capa superior. El SSAP provee la misma información para la dirección origen.

El LLC define el servicio de acceso para protocolos que conforman el modelo de OSI (Open System Interconnection) como protocolos de red. Desafortunadamente, muchos protocolos no obedecen las reglas de esas capas. Por lo tanto, se debe agregar información adicional al LLC respecto a esos protocolos. Los protocolos que caen en esta categoría incluyen IP (Internet Protocol) e IPX (Internetwork Packet Exchange).

El método utilizado para proporcionar esta información adicional al protocolo es llamado trama SNAP (Subnetwork Access Protocol). Una encapsulación SNAP es indicada por las direcciones SSAP y DSAP siendo puestas a 0xAA. Esta dirección indica que sigue un encabezado SNAP. El encabezado de SNAP tiene 5 bytes de longitud: Los tres primeros bytes componen el código de organización, el cual es asignado por el IEEE, los siguientes dos bytes usan el valor Tipo determinado en las especificaciones originales de Ethernet.

La Migración hacia Gigabit Ethernet

Puede emplearse diversos recursos con Gigabit Ethernet para incrementar el ancho de banda y la capacidad de la red. Primero Gigabit Ethernet puede utilizarse para mejorar el desempeño de la capa 2. Aquí, el rendimiento de Gigabit Ethernet se utiliza para eliminar los cuellos de botella de la capa 2.

Escalando Ancho de Banda con Fast EtherChannel y Gigabit EtherChannel

Los requerimientos de ancho de banda en el backbone de la red, y entre ésta y el closet de cableado, han identificado a la demanda de tráfico como lo más importante en la red. Fast EtherChannel permite múltiples puertos Fast Ethernet para ser conectados y vistos lógicamente por los switches como un conducto amplio. Fast EtherChannel permite la combinación de hasta cuatro puertos, para un total de ancho de banda de 800 Mbps. Con la ayuda de los fabricantes de NICs, como Sun Microsystems, Intel, SGI, Compaq y Adaptec, Fast EtherChannel puede ahora ser aplicado directamente a los servidores terminales. La figura 1.41 muestra una posible topología Fast EtherChannel.

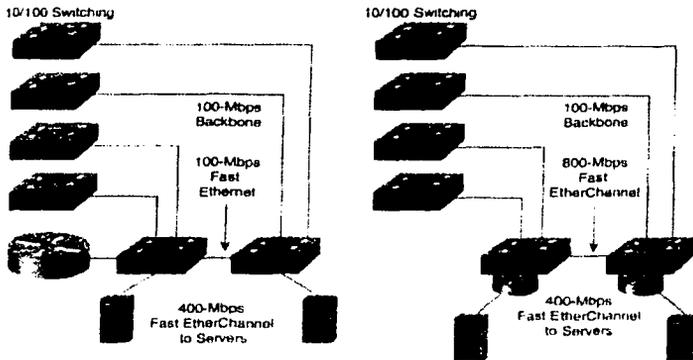


Figura 1.41 EtherChannel permite la agrupación de hasta cuatro puertos, para un agregado con ancho de banda de 800 Mbps

Escalando backbones ruteados

Muchas redes de gran escala utilizan una malla principal de ruteadores para formar un backbone redundante en la red. Este backbone normalmente consiste de tecnologías FDDI, Fast Ethernet o ATM. Sin embargo, como los más recientes diseños de redes la tendencia, es utilizar conmutación con enlaces de 100-Mbps hacia estos ruteadores, con lo que se puede crear cuellos latentes de botella. Aunque esto no es actualmente problema, la migración de servicios lejos del grupo de trabajo, contribuye a que la plataforma pueda llevar hacia un menor desempeño de la red.

La solución que se muestra en la figura 1.42 utiliza switches Gigabit Ethernet que proporcionan la asociación entre ruteadores de un backbone. Se utiliza Gigabit Ethernet y Gigabit switching para mejorar la velocidad y capacidad entre ruteadores. Los switches para Gigabit Ethernet están

localizados entre los ruteadores para mejorar el rendimiento del desempeño. Al implementar este diseño, se utiliza una capa de 2 conjuntos, creando un núcleo de alta velocidad

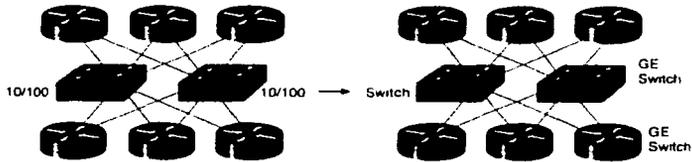


Figura 1.42 Este diseño proporciona una solución de conmutación que incrementa el desempeño de un backbone de ruteadores.

Niveles del centro de cableado

Gigabit Ethernet puede también ser utilizado para agregar tráfico de un centro de cableado hacia el backbone de red (ver figura 1.43). Se utiliza Gigabit Ethernet y Gigabit switching para agregar tráfico de múltiples switches de baja velocidad como una primera salida hacia el ruteador. Los switches de baja velocidad pueden conectarse ya sea vía Fast Ethernet o por un enlace hacia Gigabit Ethernet mientras que los switches proporcionan para usuarios individuales enlaces dedicados de 10Mbps, conmutados o grupos conmutados. Los servidores de archivos están conectados por Gigabit Ethernet para mejorar el rendimiento en el desempeño. Hay que tener en mente que así como los requerimientos de ancho de banda del backbone o dentro del backbone se incrementan, así también Gigabit EtherChannel puede incrementar 4 veces el desempeño

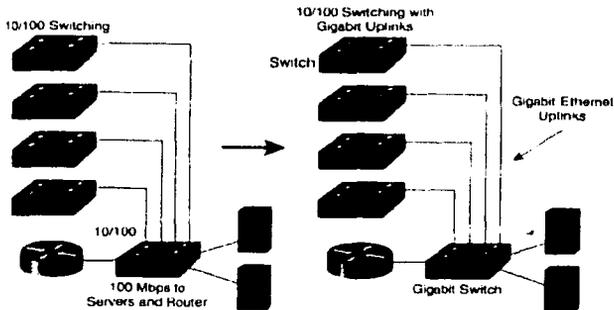


Figura 1.43 Este diseño muestra el uso conmutación de Gigabit Ethernet para mejorar las aplicaciones de las salas de cómputo.

Gigabit Ethernet puede también mejorar el desempeño de la capa 3. Esto significa esencialmente un acoplamiento del desempeño de la capa 2 con los beneficios de ruteo de la capa 3. Al utilizar el paradigma de conmutación como si fuera un mapa de carreteras, Gigabit switching y los servicios distribuidos de la capa 3 pueden mejorar la escalabilidad y el desempeño de las intranets del campus.

Redes de Área Local Inalámbrica (WLAN).

Las redes inalámbricas se diferencian de las convencionales principalmente en la "Capa Física" y la "Capa de Enlace de Datos", según el modelo de referencia OSI. La capa física indica como son enviados los bits de una estación a otra. La capa de Enlace de Datos (denominada MAC), se encarga de describir como se empaquetan y verifican los bits de modo que no tengan errores. Las demás capas forman los protocolos o utilizan puentes, ruteadores o compuertas para conectarse. Los dos métodos para reemplazar la capa física en una red inalámbrica son la transmisión de Radio Frecuencia y la Luz Infrarroja.

Redes Infrarrojas

Las redes de luz infrarroja están limitadas por el espacio y casi generalmente la utilizan redes en las que las estaciones se encuentran en un solo cuarto o piso, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los receptores/emisores en las ventanas de los edificios. Las transmisiones de radio frecuencia tienen una desventaja: que los países están tratando de ponerse de acuerdo en cuanto a las bandas que cada uno puede utilizar, al momento de realizar este trabajo ya se han reunido varios países para tratar de organizarse en cuanto a que frecuencias pueden utilizar cada uno.

La transmisión Infrarroja no tiene este inconveniente por lo tanto es actualmente una alternativa para las Redes Inalámbricas. El principio de la comunicación de datos es una tecnología que se ha estudiado desde los 70's, actualmente esta tecnología es la que utilizan los controles remotos de las televisiones o aparatos eléctricos que se usan en el hogar.

El mismo principio se usa para la comunicación de Redes, se utiliza un "transreceptor" que envía un haz de Luz Infrarroja, hacia otro que la recibe. La transmisión de luz se codifica y decodifica en el envío y recepción en un protocolo de red existente. Los primeros transreceptores dirigían el haz infrarrojo de luz a una superficie pasiva, generalmente el techo, donde otro transreceptor recibía la señal. Se pueden instalar varias estaciones en una sola habitación utilizando un área pasiva para cada transreceptor. La figura 1.44 muestra un transreceptor infrarrojo. El grupo de trabajo de Red Inalámbrica IEEE 802.11 está trabajando en una capa estándar MAC para Redes Infrarrojas.

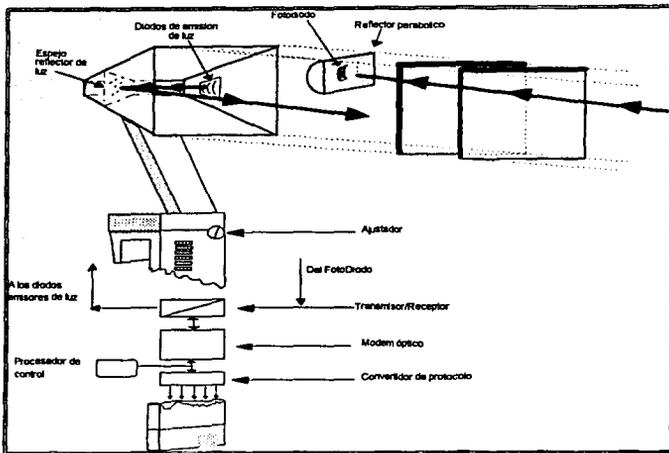


FIG 1.44 transreceptor infrarrojo.

Redes De Radio Frecuencia

Por el otro lado para las Redes Inalámbricas de Radiofrecuencia, la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en tres bandas de frecuencia: 902 a 928 MHz, 2,400 a 2,483.5 MHz y 5,725 a 5,850 Mhz. Estas bandas de frecuencia, llamadas bandas ISM, estaban anteriormente limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales. Esta banda, está abierta para cualquiera. Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada *spread-spectrum modulation*, la cual tiene potencia de transmisión máxima de 1 Watt, deberá ser utilizada en la banda ISM. La idea es tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia. Así, la densidad promedio de energía es menor en el espectro equivalente de la señal original. En aplicaciones militares el objetivo es reducir la densidad de energía abajo del nivel de ruido ambiental de tal manera que la señal no sea detectable. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia. Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente:

- **La secuencia directa:** En este método el flujo de bits de entrada se multiplica por una señal de frecuencia mayor, basada en una función de propagación determinada. El flujo de datos original puede ser entonces recuperado en el extremo receptor correlacionándolo con la función de propagación conocida. Este método requiere un procesador de señal digital para correlacionar la señal de entrada.

- **El salto de frecuencia:** Este método es una técnica en la cual los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y en la misma frecuencia predeterminada. Como en el método de secuencia directa, los datos deben ser reconstruidos con base en el patrón de salto de frecuencia. Este método es viable para las redes inalámbricas, pero la asignación actual de las bandas ISM no es adecuada, debido a la competencia con otros dispositivos, como por ejemplo las bandas de 2.4 y 5.8 Mhz que son utilizadas por hornos de Microondas.

1.5 TELEFONÍA

Redes de Conmutación de Circuitos

Las distintas redes de telecomunicación se pueden clasificar en función de la técnica de conmutación empleada; así, tenemos las basadas en la conmutación de circuitos o de paquetes, cada una adecuada para proporcionar determinados servicios. En general las redes de circuitos son las idóneas para cursar el tráfico de voz ya que no introducen retardo, al que la misma es muy sensible, llegando incluso a hacer ininteligible una conversación si es muy elevado.

Por conmutación de circuitos se entiende la técnica que permite que dos terminales emisor y receptor se comuniquen a través de un circuito único y específico, establecido para tal propósito antes del inicio de la misma y liberado una vez que ha terminado, quedando en este caso a disposición de otros usuarios para su utilización de igual forma (figura 1.45).

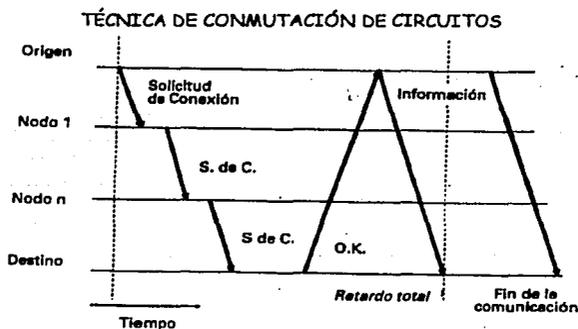


Figura 1.45 En la técnica de conmutación de circuitos se produce un retardo inicial, hasta que se logra el establecimiento del enlace a través de todos los nodos que forman el circuito.

La red telefónica surge a partir de la invención del teléfono por Alexander G. Bell hace más de un siglo (año 1876), como respuesta a la necesidad de interconectar los diversos usuarios que deseaban establecer una comunicación vocal. Aunque en un principio era de iniciativa privada, esta pronto se convierte en pública y cobra un protagonismo y una importancia tal que desbordan las más optimistas previsiones desde sus inicios hasta nuestros días, convirtiéndose en el medio de comunicación por excelencia. En 1998 son casi 800 millones las líneas en servicio, de las cuales más del 40% se encuentra en Europa, un 25% en Norteamérica, un 20% en la región Asia Pacífico y un 8% en Latinoamérica.

Al ser un servicio público cualquiera puede acceder al mismo y tener acceso a través de él a multitud de aplicaciones de transmisión de datos o de otro tipo; su uso masivo y su desarrollo, gracias a la incorporación de técnicas digitales tanto en la transmisión como en la conmutación y en las propias terminales, hacen que esta red sea la más importante de todas cuantas existen, y no solo para las comunicaciones de voz, sino para transmisión de textos, datos o imágenes. Así, identificaremos las redes de conmutación de circuitos como las telefónicas, por ser esta su aplicación característica.

El Tráfico en la Red

Básicamente, tenemos los conceptos de "tráfico telefónico" y de "dimensionamiento de centrales", ambos ligados a la aleatoriedad de las llamadas que cursan los usuarios del servicio telefónico.

Tráfico telefónico

Para cualquier análisis es fundamental conocer cómo se reparte el tráfico telefónico. La experiencia demuestra que las llamadas aparecen en cualquier instante, independientemente unas de otras (proceso aleatorio) y son de duración variable, pero con una media de dos a tres minutos, dependiendo del país.

Erlang: Es la intensidad de tráfico de una central o grupo de centrales en los que el tiempo de observación coincide con el tiempo total de ocupación, entendiendo como tal la suma de los tiempos de ocupación parciales. Por definición, la ocupación total durante una hora equivale a 1 Erlang.

$$1 \text{ (Erlangs)} = \int_0^T n(t) dt$$

siendo $n(t)$ el número de líneas ocupadas en un instante " t ".

También lo podemos expresar como:

$$I \text{ (Erlangs)} = t \times n / 60$$

donde t es el tiempo medio o duración de la llamada en minutos y n es el número de llamadas cursadas; así, si se realizan 20 llamadas con una media de 3 minutos, tenemos un Erlang.

Dimensionamiento de centrales

Al dimensionar una red telefónica hay que buscar un compromiso entre el grado de calidad deseado y el costo que ello supone; en este apartado es donde influye fundamentalmente el tipo de central elegida, ya que, si bien pueden crecer y adaptarse a las diferentes necesidades de tráfico, por su propia arquitectura resultaría que cada sistema tiene una dimensión óptima a partir de la cual la complejidad del mismo y consecuentemente su precio se ven altamente afectados.

Al instalar una nueva central se ha de tener en cuenta el número de bloques de conmutación, calcular el número de mallas de la red de conversación, el número de enlaces con otras centrales, etc., todo ello en base al tráfico a cursar por la central, dependiendo este en gran medida del grupo de abonados al que va a dar servicio.

Funciones del Sistema de Conmutación

El objetivo básico de una central telefónica es establecer el enlace entre dos abonados que desean establecer una comunicación; para ello debe disponer de los medios físicos, funciones y señalización necesarios para alcanzarlo con efectividad.

Como sucede en cualquier comunicación, es necesario fijar una serie de reglas y métodos (protocolo) que gobiernen el proceso de intercambio de información, desde el preciso momento de su inicio hasta su finalización.

En toda central telefónica se distinguen dos tipos de enlaces, los de entrada / salida de otras centrales y los internos, necesarios para unir a los abonados de la misma central. Puesto que para conseguir la máxima eficacia el número de enlaces es inferior al de abonados, ya que no todos ellos los utilizan simultáneamente, es necesario considerar en los sistemas las llamadas "etapas de concentración y expansión", así como otras de distribución para el mejor aprovechamiento de los dispositivos de la central. Aunque las etapas de concentración y expansión son muy similares, hay que tener en cuenta que, si bien en la primera el abonado que llama puede conectarse a cualquiera de los enlaces de salida, en la segunda, el enlace de llegada se conecta sólo al abonado llamado.

En las etapas de concentración se realiza la operación de **búsqueda**: cuando un abonado quiere efectuar una llamada hay que buscar un enlace que se encuentre disponible. El número de entradas viene determinado por el de abonados, mientras que el de salidas lo es en función del tráfico que estos originan. En las etapas de expansión se realiza la función de **selección**: cuando una llamada entra en la central, hay que seleccionar al abonado llamado, entre todos los pertenecientes a la central.

Estructura de la red Telefónica

La conmutación telefónica es el proceso mediante el cual se establece y mantiene un circuito de comunicación capaz de permitir el intercambio de información entre dos usuarios cualesquiera. La imposibilidad de tener permanentemente conectados a todos los usuarios entre sí, con dedicación exclusiva de ciertos medios para su uso, es lo que hace necesario el empleo de un sistema que

permita establecer el enlace para la comunicación solamente durante el tiempo que esta dure. Los sistemas que consiguen una mayor eficacia son las centrales telefónicas en sus diversas modalidades.

Si utilizáramos una estructura de red en malla, donde cada usuario se conecta con el resto mediante un enlace físico, se necesitarían: $\{N \times (N-1)/2\}$ enlaces, en donde "N" es el número de usuarios a conectar. Esta solución, como se puede observar, es inviable a partir de unos pocos usuarios y su eficiencia es muy baja, ya que por ejemplo, para una red con solo 5 usuarios se necesitan 10 enlaces, 10 que resulta en un $2/10 = 20\%$. Tomando el mismo ejemplo, pero con una estructura en estrella, en donde el punto central es la Central de Conmutación, se necesitarían tan solo 5 enlaces, siendo, en este caso la eficiencia de $5/5 = 100\%$. Las redes en malla resultan adecuadas cuando el tráfico es alto y la distancia pequeña, mientras que las redes en estrella son ideales para tráfico pequeño y distancias grandes, como sucede en la mayoría de los casos.

La estructura de una red de este tipo la componen, los siguientes elementos: medios de transmisión y centrales de conmutación, y como elemento imprescindible, pero fuera de ella, la terminal de usuario o teléfono. La estructura de la red ha de tener aquella disposición que le permita adaptarse a las necesidades de sus usuarios, optimizando al mismo tiempo su gestión y administración.

Estructura jerárquica

El gran número de usuarios y el alto tráfico que una red telefónica debe soportar, hace necesario el agruparlos por áreas geográficas y hacerlos depender de varias centrales de conmutación que tengan acceso entre sí o a través de otras. Aparece el concepto de "jerarquía": dado que el número máximo de usuarios que una central admite es limitado, mayor o menor dependiendo de su categoría, es necesario una vez que este se supera, tomen parte más centrales de conmutación para atenderlos, y cuando el de estas centrales es alto, se necesitan a su vez otras centrales de mayor nivel para regular la comunicación entre ellas.

En una red jerárquica se pueden dar varios niveles, pero cada central de un nivel depende solamente de otra de nivel superior, aunque la tendencia es a conectar a más de una por razones de seguridad, asegurándose así el establecimiento de rutas entre usuarios del servicio telefónico. Para resolver el problema de interconexión entre centrales que tienen el mismo nivel, con objeto de no tener que escalar toda la estructura para establecer una comunicación entre usuarios pertenecientes a centrales diferentes, se utilizan enlaces que constituyen lo que se llama red complementaria; esta a veces se usa también para establecer los enlaces entre centrales separadas por dos o más grados de jerarquía.

Ya que el diseño de una red pretende conseguir el máximo ahorro en equipos y medios de transmisión, este se realiza teniendo en cuenta que el número de llamadas simultáneas es menor que el de usuarios, existiendo una probabilidad pequeña, de que al querer establecer una comunicación el sistema esté ocupado y haya que esperar cierto tiempo hasta que ello sea posible. El conocimiento del tráfico cursado y el tiempo medio de ocupación por llamada son factores a tener en consideración para el dimensionamiento correcto de la red.

Atendiendo a la distribución geográfica tenemos tres tipos de redes, las llamadas "urbanas" o de corta distancia, las "interurbanas" o de larga distancia, y las "internacionales".

Redes Urbanas

Dentro de estas se engloban los circuitos de abonado y los de enlace entre centrales locales, para transmisión en banda base o baja frecuencia. Normalmente están constituidos por pares de conductores que, al agruparse, forman el llamado "cable de pares", que puede contener hasta varios cientos de ellos.

Redes Interurbanas

Esta es la encargada de proporcionar los enlaces entre centrales localizadas en diferentes ciudades; ello hace que las distancias sean mayores y se deban utilizar cables de distintas características a los antes mencionados, con menores pérdidas y una respuesta plana que se consigue, empleando otros medios distintos de los cables de pares, tales como el cable coaxial, fibra óptica, enlaces de radio, etc.; todos ellos con una mayor capacidad de transmisión y una mayor fiabilidad.

Redes Internacionales

Para dar curso al tráfico entre diferentes países se necesita de la interconexión entre las centrales internacionales, encargadas de encaminar el mismo. Esta se realiza mediante enlaces de alta capacidad (varios miles de circuitos full-duplex) y fiabilidad, constituidos fundamentalmente por enlaces terrestres, submarinos o vía satélite, repartiéndose al menos entre dos de ellos por razones de seguridad. Los canales empleados son de tipo analógico (FDM/Multiplexaje por División en Frecuencia) o digitales (TDM/Multiplexaje por División de Tiempo.)

Medios de Transmisión

Los medios de transmisión son los encargados de transportar la señal eléctrica generada en el teléfono (en la banda de 300 a 3400 Hz), con las menores pérdidas y la menor distorsión, entre los dos extremos conectados vía las centrales de conmutación. Básicamente, podemos distinguir dos tramos bien diferenciados: el que conecta a los abonados con la central más próxima, denominado "bucle de abonado", y el que conecta las diversas centrales entre si.

Técnicas de Transmisión

La señal eléctrica generada por el aparato telefónico es de tipo analógico, modulada por la voz y limitada dentro de un ancho de banda comprendido entre 300 y 3400 Hz. Esta señal como tal ha de ser transmitida a lo largo de la red hasta alcanzar su destino final, sufriendo la menor distorsión y atenuación.

La línea de transmisión utiliza diferentes soportes físicos, tales como hilos de cobre, cables simétricos, cables coaxiales, fibras ópticas, enlaces de radio o satélites de comunicaciones; cada

uno de ellos adecuado para transportar ciertas frecuencias, y por tanto un determinado número de canales.

Los hilos de cobre que unen al abonado con la central tienen una limitación importante, y se utiliza un par para cada enlace; los cables simétricos ya permiten alcanzar anchos de banda del orden de 1 MHz y por tanto pueden manejar varias conversaciones simultáneamente; Sin embargo, solo empleando cables coaxiales, fibra óptica o enlaces de radio, se consigue un ancho de banda suficiente para pensar en transmitir la señal agrupada en canales, capaces de transportar cada uno de ellos desde unas decenas hasta varios miles de conversaciones, mediante el empleo de señales portadoras de alta frecuencia.

Formas de transmisión

Existen dos formas de transmisión de la información. Una es en forma analógica, en la cual la tensión entre los conductores de la línea varía en función del sonido recogido por el micrófono, siendo estas variaciones detectadas por el receptor y transformadas de nuevo en sonido por el auricular. Otra es la forma digital, en la cual las variaciones de tensión producidas por el sonido son transformadas en señales digitales mediante un convertidor analógico a digital, para su transmisión por la red telefónica, y en el extremo receptor son convertidas de nuevo en sonido mediante un convertidor digital a analógico.

En la actualidad se da la tendencia a la digitalización de toda la red con la utilización de circuitos del tipo MIC (Modulación por Impulsos Codificados) que se están imponiendo por la elevada calidad y capacidad que aportan.

Circuitos Digitales

Una técnica de gran utilidad para la transmisión de señales telefónicas es la denominada Multiplexación por División en el Tiempo (TDM), adecuada para el tratamiento de señales digitales y cuya técnica base de operación es el "MIC" (Modulación por Impulsos Codificados Muestreo/Cuantificación/Codificación) de 32 canales, con una velocidad binaria de 2,048 Mbps.

Básicamente, la técnica MIC consiste en hacer un muestreo la señal analógica de cada canal 8.000 veces por segundo (cada 125 μ s) y codificar cada muestra con 8 bits, por lo que la velocidad binaria resultante es de 64 Kbps y la del conjunto de 32 canales, que forman el circuito MIC primario (denominado E1), de $32 \times 64 = 2.048$ Kbps.

Cada trama se divide en 32 ranuras de tiempo, designadas de TS0 a TS31, donde la TS0 es para señalización y la TS16 para sincronización, quedando los otros libres para la información. En la tabla de la figura 1.46 se muestra la jerarquía empleada en Europa y el número de canales de voz que admite.

En Estados Unidos se emplea una jerarquía distinta de la Europea; así, el circuito MIC de primer orden (denominado T1) consta de 24 canales de 64 Kbps, con lo que resulta una velocidad agregada de 1.544 Kbps.

SISTEMAS	CAPACIDAD EN CANALES	VELOCIDAD BINARIA
Canal Básico	1	64 Kbps
MIC Primario	30	2 Mbps
MIC Secundario	120	8 Mbps
MIC Tercer orden	480	34 Mbps
MIC Cuarto orden	1920	140 Mbps
MIC Quinto orden	7680	565 Mbps
MIC Sexto orden	30720	2500 Mbps

Figura 1.46 Jerarquía de los sistemas MIC en Europa y número de canales telefónicas que admite.

Centrales de Conmutación

Las centrales de conmutación son los elementos funcionales encargados de proporcionar la selectividad necesaria, de forma automática, para poder establecer el circuito de enlace entre dos usuarios que desean comunicarse. En ellas reside además todo el control y la señalización propios de la red.

Tenemos la siguiente clasificación:

- **Central Local.** A estas se conectan todas las líneas de abonado, de tal forma que mediante un par físico se une el teléfono con la central. También, se llama central urbana.
- **Central Primaria.** Cuando un usuario desea comunicarse con otro que depende de otra central, la comunicación se realiza a través de los circuitos de enlace entre ambas (red secundaria); determinándose este en función del tráfico que se espera que va a cursarse entre ellas.

En ciertas redes, el tráfico entre algunas centrales urbanas es muy pequeño, y ello hace que el disponer de enlaces directos no sea económicamente rentable, por lo que se utilizan las centrales primarias, encargadas de canalizar este tipo de tráfico entre ellas; son por tanto centrales sin abonados cuya misión es unir unas centrales con otras.

- **Central Tandem.** Centrales de tránsito que sirven para cursar llamadas entre centrales primarias, actuando como concentradores. No pertenecen a la red jerárquica (estructura básica de comunicación entre centros de conmutación), sino a la red complementaria (conjunto de enlaces directos no contemplados en la red anterior).
- **Central Secundaria.** Centrales de tránsito encargadas de manejar el tráfico entre regiones pertenecientes a la misma área, de forma automática. Tienen uniones con centrales primarias y tandem, sin disponer en ningún caso de abonados propios.
- **Central Terciaria.** Centrales que sirven para cursar llamadas entre centrales secundarias pertenecientes a distinta área multiregional, que se conectan entre sí formando una red en malla. Se conocen también como centrales automáticas interurbanas o nodales.
- **Central Internacional.** Cursan el tráfico entre distintos países. Las centrales terciarias las que se le conectan. Suele haber varias de estas en cada país.

Señalización

La función principal de una central de conmutación es establecer el contacto temporal entre dos usuarios que desean comunicarse, gracias a la información (numeración) proporcionada por el solicitante, por lo que se debe establecer un intercambio de señales (señalización) tanto entre este y la central local como entre esta y las otras, para completar la llamada. Estas señales corresponden a las distintas fases de la conmutación.

Señalización Multifrecuencia

Utiliza la técnica de secuencia obligada, consistente en el envío de una señal (hacia adelante) y recepción de una confirmación (hacia atrás), con objeto de una total seguridad. Por ejemplo, el sistema de señalización entre registradores y dentro de banda R2 del ITU-T utiliza 6 frecuencias en cada dirección, lo que hace un total de 12, y que empleadas en un código de "dos entre seis" consigue 15 señales diferentes para cada dirección, tal como se aprecia en la tabla de la figura 1.47. Se le conoce como MFE.

C I F R A	Señales hacia adelante	1380	1500	1620	1740	1860	1980 Hz
	Señales hacia atrás	1140	1620	900	780	660	540 Hz
15						X	X
14					X		X
13			X				X
12			X				X
11	X						X
10					X		
9				X		X	
8		X				X	
7	X					X	
6			X		X		
5			X		X		
4	X				X		
3		X		X			
2	X		X				
1	X	X					

Figura 1.47 Señalización del sistema R2 de la ITU-T

Señalización por canal asociado y canal común

La aparición de los microprocesadores como unidades de control de las centrales, ha dado lugar a la progresiva sustitución de los mecanismos de señalización convencionales por métodos más avanzados que se inspiran en las técnicas de diálogo entre procesadores, usuales en las redes de computadoras. Ello ha provocado una nueva tipificación de la señalización: por canal asociado y por canal común.

- **Canal asociado (Channel Associated Signaling).** La señalización está directamente asociada al canal que transporta la información.

- **Canal común** (*Common Channel Signalling*). La señalización de todos los canales se hace por un canal específico, dentro de los disponibles. Varios canales de información se combinan junto con los de señalización dentro de un medio de transmisión común, para lo cual las distintas señales se codifican y mezclan en el extremo emisor, realizándose el proceso contrario en el receptor, para recuperar la señal digital original.

Sistemas de señalización del ITU-T

En el ITU-T ha recomendado a lo largo del tiempo los sistemas de señalización más adecuados, en comunicaciones internacionales, para el intercambio de información entre centrales en función de la tecnología disponible en cada momento.

El sistema de señalización por canal común (SSCC 7) fue adoptado en el año 1988 y es el destinado a convertirse en estándar para las redes públicas de conmutación de circuitos, incluyendo la ISDN y las redes inteligentes. Consta de cuatro niveles, a semejanza del modelo OSI, que son: el MTP (*Message Transfer Part*), que realiza muchas de las funciones de los tres primeros niveles de OSI; el SCCP (*Signaling Connection Control Part*), que añade las funciones de direccionamiento OSI a MTP; el TUP (*Telephone User Part*) diseñado para telefonía; y el ISUP (*ISDN User Part*), para redes de servicios integrados.

Otros Sistemas de Señalización

Un sistema ampliamente utilizado es el denominado **E&M**, una forma de señalización a ó hilos (Cuatro para la comunicación y dos para la señalización) entre centrales ó PBX enlazadas por medios de transmisión. Los hilos E (*Earth*) y M (*Mouth*) son para la señalización entrante y saliente respectivamente, existiendo diversas versiones en la manera de funcionar.

Otros sistemas de señalización digital, en uso para redes privadas, son el **DNSS** (Sistema de Señalización Digital para Redes Privadas), surgido con anterioridad al SSCC 7, que ofrece los servicios esenciales que tiene que soportar un enlace para realizar una llamada y otros suplementarios para proporcionar funciones avanzadas, y el **Q.SIG** un estándar del ETSI publicado en 1992, valido tanto para redes privadas como para la ISDN, soportado por la mayor parte de fabricantes de PBX.

Diferentes Tecnologías de Centrales

La telefonía existe hace más de un siglo, y tan largo periodo de tiempo ha permitido el desarrollo de muy diversas técnicas de conmutación, haciendo uso en cada momento de la tecnología disponible. Desde los primeros sistemas en que se realizaba manualmente (una operadora realizaba las conexiones en un panel de interconexión al recibir la indicación por parte de los abonados) hasta los últimos sistemas digitales, en que se realiza de forma totalmente automática y en algunas ocasiones inteligentemente, hay toda una amplia y variada gama de sistemas de conmutación. Se distinguen tres grandes familias de sistemas: mecánicos, electromecánicos y electrónicos.

Equipos Telefónicos

El teléfono resulta ser una pieza fundamental en la comunicación telefónica, ya que constituye el elemento traductor de las señales acústicas en otras eléctricas capaces de ser transmitidas por la red y viceversa, permitiendo de esta forma que los interlocutores puedan realizar la comunicación como si estuviesen uno frente a otro.

El teléfono, independientemente del tipo que sea, se emplea para realizar tres tareas básicas, aunque éstas se llevan a cabo de distinta manera conforme la tecnología avanza:

- Comunicar con la central.
- Convertir el sonido en corriente eléctrica.
- Convertir la corriente eléctrica en sonido.

Comunicación con la central

Para realizar una llamada telefónica, lo primero que hay que hacer es comunicar con la central de la que se cuelga; para recibir una llamada será la propia central la que se encargue de comunicar con el abonado destinatario de la llamada mediante la corriente de llamada, una señal con una frecuencia de 25 Hz y una tensión comprendida entre 60 y 75 Volts que se superpone a los 48 Volts de corriente continua de alimentación del lazo de abonado, que hace sonar el timbre de su teléfono.

El establecimiento de la llamada se inicia al levantar el usuario el auricular de su aparato; la central, que está explorando continuamente todas las líneas, detecta este suceso y le envía el tono de marcación, con lo que él procede a marcar el número correspondiente del usuario con el que desea comunicar. La central recibe dicho número, lo almacena en su memoria y lo examina para saber a donde debe encaminarse, selecciona la ruta y, una vez establecida (lo que se consigue si no hay ninguna falla y el usuario destinatario no está comunicando), indica mediante el tono de llamada que se quiere establecer una comunicación; cuando el destinatario descuelga se establece la comunicación, que dura hasta que uno de los dos interlocutores cuelga, entonces las centrales implicadas reciben la señal de "fin de llamada" y la llamada se libera, quedando los equipos y las líneas disponibles de nuevo.

Funcionamiento del teléfono

El funcionamiento de un teléfono analógico, tomando como ejemplo uno de disco para su más fácil comprensión, y su modo de conexión con la central local, se muestra en las figuras 1.48 y 1.49. En la figura 1.48 aparece el teléfono conectado a la central local en posición de reposo (*on hook*), por medio de los hilos **a** y **b**, razón por la que se les suele denominar **a/b**. El circuito de voz (auricular y micrófono) se encuentra desconectado de la línea y el timbre dispuesto para recibir la señal de llamada de la central; en el momento en que el usuario oye sonar el timbre y descuelga el auricular, el conmutador de gravedad desconecta el timbre y pone el circuito de voz en la línea, quedando dispuesto para establecer la comunicación.

Si lo que el usuario desea es establecer una comunicación (figura 1.49), procede a levantar (*off hook*) el auricular, con lo que el timbre se desconecta por la acción del conmutador de gravedad, y el circuito de voz se pone en línea circulando la corriente continua generada por la batería de la central, pero con la particularidad de que en este caso el disco actuará produciendo una señal al ser manipulado por el usuario.

Teléfono conectado en Espera.

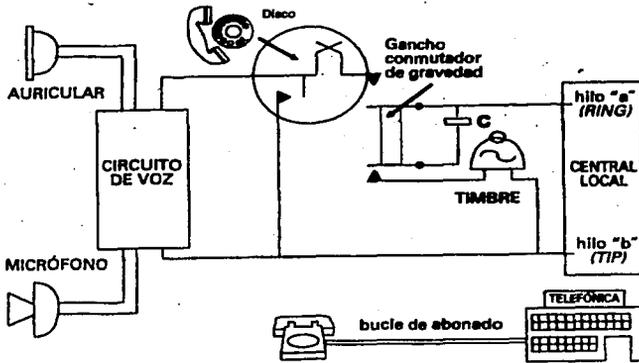


Figura 1.48 El circuito de voz (auricular y micrófono) se encuentra desconectado de la línea y el timbre dispuesto para recibir la señal de llamada de la central.

En el momento en que se produce el giro del disco, el circuito de voz se puentea quedando desactivado, y el retorno de este, a una frecuencia regulada produce aperturas del circuito a un ritmo de 10 por segundo, que son detectadas por la central en la forma de pulsos (el número de pulsos indica el dígito marcado). Cuando se deja de manipular el disco, el usuario queda en disposición de establecer la comunicación, siempre y cuando se logre establecer el enlace con el teléfono de su interlocutor, lo que apreciará por el tono de llamada. Al finalizar, cuelga y el teléfono queda en disposición de recibir o realizar una nueva llamada.

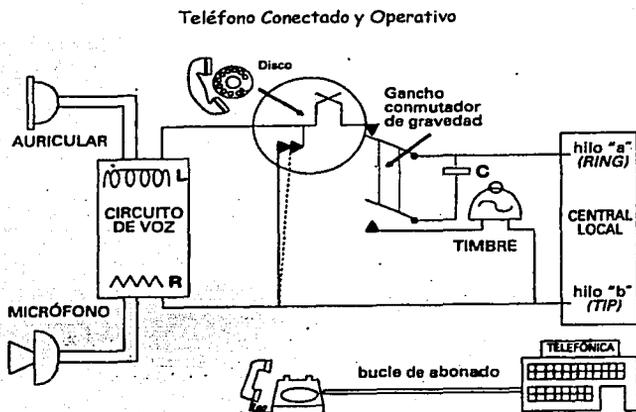


Figura 1.49 Al levantar el auricular, el timbre se desconecta por la acción de conmutador de gravedad, y el circuito de voz se pone en línea, pudiéndose proceder a marcar o atender una llamada entrante.

Conversión de la voz en corriente

Los primeros aparatos estaban equipados con una batería que se conectaba a través del micrófono a la línea (sistema de batería local) y la corriente se modulaba en función del cambio de resistencia que éste experimentaba con el sonido; éstos necesitan de una magneto para generar la corriente de llamada. Hoy se aplica el mismo principio, pero la batería está en la central (sistema de batería central) y los micrófonos de gránulos de carbón se reemplazan por otros electromagnéticos; la corriente continua que circula por la línea se utiliza para señalización.

Conversión de la corriente en voz

La señal eléctrica, modulada por la voz, recibida en el teléfono, se transforma en sonido por medio del auricular, que suele ser electromagnético, y transforma estas variaciones en sonido, ya que al variar la corriente varía el campo magnético y la membrana del auricular oscila reproduciendo fielmente el sonido original.

Tipos de Teléfonos

En la actualidad se utilizan distintos tipos de teléfonos, la mayoría de ellos de tipo analógico, aunque en el ámbito de empresas se están empezando a introducir los digitales siempre que el

PBX los admita. Según la marcación se realice por impulsos decádicos o por tonos multifrecuencia, se pueden distinguir los siguientes:

- **Disco.** Éste es el primero que apareció, y permite la marcación del número del abonado con el que se desea comunicar mediante la actuación sobre un disco rotatorio; este corta un lazo eléctrico, en su retorno, con una repetición de diez veces por segundo (impulsos) para controlar el movimiento del selector. Existe una versión del anterior (**decádico de teclado**) consistente en la sustitución del disco por un teclado y el almacenamiento de los dígitos marcados para su posterior envío a la línea con la misma repetición de diez veces por segundo (el número de impulsos coincide con la cifra indicada en la tecla). Presenta la ventaja de una mayor rapidez y fiabilidad en el proceso de marcación, y para la central el teléfono decádico de teclado aparece exactamente igual que el de disco.
- **DTMF.** Estas siglas corresponden a *Dual Tone MultiFrequency* (multifrecuencia de doble tono), que es el formato acordado por la ITU-T para la emisión de tonos desde un teléfono de teclado. Existen 12 tonos separados, con una combinación de dos de ellos asignada a cada tecla, incluidos el asterisco (*) y el signo de número (#), según se indica en la tabla de la figura 1.50. En la marcación por tonos el circuito con la central se mantiene en todo momento, frente a la de impulsos, en la que se produce una desconexión del bucle, por lo que los tonos pueden ser utilizados para enviar una señalización al abonado llamado.

FRECUENCIAS ALTAS	1209	1336	1477	1633
FRECUENCIAS BAJAS				(reserva)
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Figura 1.50: Grupo de frecuencias normalizadas por el ITU-T para uso en un teléfono multifrecuencia.

Cuando se pulsa la tecla de un número se genera la apropiada combinación de dos tonos que corresponde con la intersección del eje vertical y horizontal que definen el número. Estos teléfonos también se conocen como *touch-tone*, y su proceso de marcación es mucho más rápido que en los de pulsos (*dial-pulse*). El beneficio principal de esta señalización es que la conmutación es instantánea tan pronto la central recibe los tonos, y que no hay pérdida alguna asociada a la señal, aunque no todas las centrales están preparadas para reconocerla.

- **Digitales.** Este tipo de teléfonos, con tecnología digital, ofrece una serie de facilidades adicionales. Su razón de ser es la de servir como terminal de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN). El aspecto de integración de servicios, propio de la ISDN, hace posible que tanto el terminal de datos como el propio teléfono puedan compartir la línea de transmisión, con una velocidad de transmisión de 64 Kbps.

El usuario de un teléfono digital dispone de toda una gama de facilidades para el aprovechamiento del servicio telefónico, contando con teclas de función (fijas o programables) para introducir las funciones más usuales.

Sistemas Telefónicos

Para cubrir las necesidades de conmutación telefónica de una empresa mediana o grande se necesitan conmutadores privados (PBX) similares a los instalados en las redes públicas, pero de mucha menos capacidad; si la empresa es pequeña, otros sistemas mucho más sencillos (KTS) cubren perfectamente esta función. En ambos casos, estos han de conectarse a la red pública para facilitar las comunicaciones fuera del ámbito empresarial.

Un sistema multilíneas (*KTS/Key Telephone System*) permite la captura de un enlace por cualquiera de las terminales que tiene conectados. Así, las llamadas entrantes, provenientes de la red pública, pueden ser atendidas por cualquiera al presentarse en todas las terminales una indicación acústica y/o sonora de la misma; igualmente, cualquiera puede tomar uno de los enlaces que se encuentren libres en un determinado momento. El número de extensiones que estos sistemas soportan suele ser reducido (no mayor de 50), pueden establecer llamadas internas y presentan la ventaja de no requerir de una operadora para la atención de las llamadas externas; Sus funciones son muy reducidas.

Una central privada automática de conmutación para aplicaciones telefónicas, denominada generalmente **PBX** (*Private Branch Exchange*), es un equipo que tiene control por software y proporciona funciones de conmutación a los usuarios conectados a él; el PBX les permite conmutar sus llamadas internas sin necesidad de acceder a la red pública conmutada.

Los PBX son, en gran medida, similares a las centrales públicas, excepto en que normalmente no incluyen algunas de las funciones operacionales y administrativas. Ambas constan de dos partes claramente definidas (figura 1.51): la **unidad de conmutación** y la **unidad de control**. En términos generales, la primera es la encargada de establecer el canal físico para poner a los usuarios en comunicación, y la segunda la de atender la señalización entrante y saliente, procesar las señales recibidas e indicar a la primera qué circuitos interconectar.

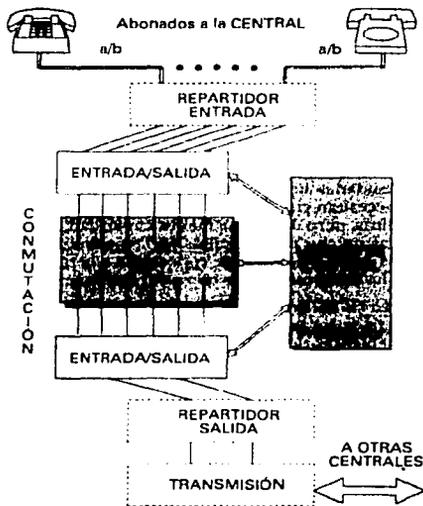


Figura 1.51 Diagrama de bloques de una central telefónica y modo de conexión de los usuarios y con otras centrales

El Servicio Centrex

Emplear un PBX cuando el número de extensiones y/o enlaces es reducido puede resultar en algunos casos costoso para la empresa, ya que la inversión inicial a realizar en la compra del equipo puede ser alta y tener un periodo largo de amortización. Una solución a esta problemática se da con el servicio Centrex (*Central Office Exchange Service*), proporcionado por los operadores públicos a través de la infraestructura telefónica básica que permite a sus abonados la utilización parcial de una central pública como si fuese un PBX, y con el que se puede dar un servicio de comunicaciones a pequeñas oficinas de grandes empresas, integrándolas dentro de la red corporativa sin necesidad de hacer costosas inversiones.

Básicamente, el servicio Centrex se puede definir como una mini central virtual creada sobre una central pública. No se requiere de equipos de conmutación en el domicilio del cliente ya que son las propias extensiones de la central pública las que se prolongan hasta el mismo, pero por contra se hace necesario el tendido de un mayor número de cables, tantos pares como terminales telefónicos se instalen (en la figura 1.52 se muestra la diferencia de conexión entre un PBX y el Centrex).

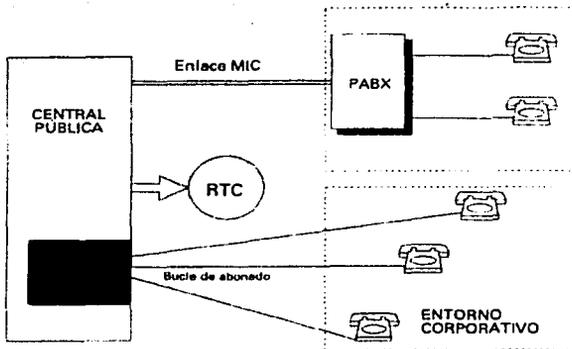


Figura 1.52 Con el CENTREX son las propias líneas de la central pública las que se prolongan hasta el domicilio del usuario, mientras que un PBX precisa de un enlace dedicado y de una inversión inicial para su compra.

Para el operador es evidente la ventaja que tiene, frente a los vendedores de conmutadores, el disponer de un servicio de este tipo, ya que por una parte, se puede ofrecer el servicio que demanda el cliente casi de forma inmediata al no tener que utilizar equipos específicos y, por otra, se dispone de la última funcionalidad conforme se van actualizando las centrales que forman la red pública.

La función de emulación de un PBX se consigue mediante una función *software* en la central pública, con la que se pueden tener las facilidades propias de un PBX cualquiera: plan de numeración privado, no-tarifación de las llamadas internas, diversos servicios suplementarios, etc.

Transmisión de Datos sobre la RTC

El uso principal de la red telefónica conmutada es la comunicación de voz, pero dado que es una red de conmutación de circuitos que alcanza, prácticamente, a todos los rincones del mundo, hace tiempo que se pensó en su utilización para la transmisión de datos de una manera sencilla y económica.

Puesto que la red está preparada para soportar el ancho de banda de un canal de telefónico (300 a 3400 Hz) y señales analógicas, para transmitir datos (señales digitales) se hace necesario el empleo de ciertos dispositivos que adapten la señal procedente del terminal de datos a las características de la red. Los dispositivos en cuestión son los módems, que presentan una interfase, normalmente del tipo EIA/RS-232 (V.24/V.28) hacia la terminal y 2 o 4 hilos hacia la

RTC; su misión es modular (conversión a analógica dentro de la banda de voz) en amplitud, frecuencia o fase, la señal digital, y demodular la analógica procedente de la línea (conversión a digital), además de otras complementarias, como pueden ser la marcación, corrección de errores, compresión de datos, etc.

Existen numerosos tipos de módems para la RTC, y todos ellos siguen los estándares definidos por la ITU-T; el último en aparecer fue el V.34 (28.800 bit/s sobre línea a 2 hilos). La gran mayoría emplea el estándar Hayes para la marcación (también el V.25 bis) y el V.42 y V.42 bis para la corrección de errores y la compresión de datos. Algunos módems necesitan de circuitos punto a punto y otros, no estandarizados, son del tipo banda base, pero estos últimos no se utilizan sobre la RTC, sino sobre enlaces dedicados de corta distancia.

El funcionamiento puede ser en asíncrono o síncrono, y muchos de ellos son multinorma, con lo que en función de las características de su colateral se ajustan para obtener la máxima velocidad de transmisión, según la calidad del enlace sobre la RTC establecido.

Ejemplos de como la RTC se emplea para la transmisión de datos es el fax, acceso a bases de datos, acceso a Internet, etc. En el caso de la ISDN también se puede proceder de forma similar, siendo distintos los dispositivos de interconexión, que permiten alcanzar velocidades de 64 Kbit/s y conseguir tiempos de establecimiento del enlace muy cortos.

1.6 VIDEOCONFERENCIA

¿Qué es la Videoconferencia?

La videoconferencia es un sistema de comunicación diseñado para llevar a cabo encuentros a distancia en tiempo real que le permite la interacción visual, auditiva y verbal con personas de otra parte del mundo.

En su nivel más básico, la videoconferencia interactiva se limita a un simple intercambio de imágenes y voces procedentes de otro sitio, cuya porción de vídeo se captura en una cámara y presenta en un monitor similar al de un televisor, y el audio se captura en un micrófono y se reproduce en una bocina, así los participantes pueden escucharse entre sí y compartir las imágenes de vídeo con movimientos, unos de otros.

Con la Videoconferencia podemos compartir información, intercambiar puntos de vista, mostrar y ver todo tipo de documentos, dibujos, gráficas, fotografías, imágenes de computadora y vídeos, en el mismo momento, sin tener que trasladarse al lugar donde se encuentra la otra persona.

¿Porqué usar la Videoconferencia?

Optimiza tiempo: ya que impide que se pierda tiempo productivo, pues con el hecho de hacer una conexión se puede entablar contacto con otras personas que se encuentran distantes.

Reduce el desgaste humano: es decir con un viaje regularmente, por cambios de horario, tiene que descansar un día para reponerse y estar en perfectas condiciones para presentarse a una reunión; con la videoconferencia sólo tiene que sentarse en su lugar y prender su televisión lo que no requiere ningún tipo de desgaste ni pérdida de tiempo.

Reduce gastos: cuando usted viaja, regularmente lo hace acompañado del personal capacitado para tratar el asunto, lo que implica pagar hotel, transporte y alimentos. Además hay que agregar que estos viajes son repetidos y que no siempre son al mismo lugar; Si se analiza cuanto se gasta usted al año por viáticos y cuanto se gastaría si adquiriera un equipo de videoconferencia, considerando la durabilidad de éste último se ve su ventaja potencial.

Facilidad de transmisión de información: hay que tomar en cuenta que la videoconferencia permite transmitir información desde un pizarrón hasta archivos de computadora; ya que el sistema de videoconferencia acomoda virtualmente todas las cosas que podrían requerirse para llevar acabo una reunión exitosa, usted puede hacer uso de proyectores, transparencias, videograbadoras, pizarrones, etc.

¿La Teleconferencia es diferente a la Videoconferencia?

Erróneamente los términos teleconferencia y videoconferencia se emplean como sinónimos. Etimológicamente la palabra "teleconferencia" está formada por el prefijo "tele" que significa distancia y "conferencia" se refiere a un encuentro.

Esto es "un encuentro a distancia". Para hacerlo posible se requiere de un medio electrónico (como un radio, televisor o teléfono) y un canal de transmisión (cable coaxial, microondas, satélites o fibra óptica) por donde viajará la señal. La teleconferencia se caracteriza por permitir la interacción entre los participantes.

La Videoconferencia es un sistema de comunicación diseñado para llevar a cabo encuentros a distancia, el cual, nos permite la interacción visual, auditiva y verbal con personas de cualquier parte del mundo (siempre y cuando los sitios a distancia tengan equipos compatibles y un enlace de transmisión entre ellos).

Con la Videoconferencia podemos compartir información, intercambiar puntos de vista, mostrar y ver todo tipo de documentos, dibujos, gráficas, acetatos, fotografías, imágenes de computadora y videos, en el mismo momento, sin tener que trasladarse al lugar donde se encuentra la otra persona.

La Videoconferencia es una modalidad de la Teleconferencia. A menudo muchas personas confunden ambos términos creyendo que se trata de dos conceptos diferentes, siendo que la Videoconferencia es una nueva forma de asistir a una teleconferencia.

Tipos de Teleconferencias

Audioconferencia.

La comunicación es únicamente vía audio. Es la forma más sencilla y barata que existe para tener una reunión a distancia, ya que sólo utiliza líneas telefónicas para transmitir la voz entre los diferentes lugares que están conectados.

Audiográficos

Usa el mismo sistema de la audioconferencia para establecer la comunicación, pero además incorpora la transmisión de imágenes fijas a través de la computadora.

Conferencia Mediada por Computadora

Consisten en computadoras que se enlazan para compartir la misma información entre ellas (lo que conocemos por red) y de esa manera los participantes intercambian información. Utilizando herramientas como correo electrónico, pláticas (talks), entre otros.

Broadcast

La reunión se efectúa empleando audio y vídeo por medio de un canal de televisión y antenas receptoras. Los asistentes se apoyan en fax y teléfono para enviar información al expositor.

Videoconferencia

La comunicación se realiza a través de equipos especiales que transmiten audio, vídeo y datos de computadora, permitiendo a los usuarios la interacción simultánea entre varios sitios.

Conexiones entre equipos de Videoconferencias

Punto a Punto

La conexión es directa y sólo se realiza entre dos equipos de Videoconferencia.

Multipunto

Varios sitios participan en la reunión. Se requiere de un equipo especial adicional a los sistemas de Videoconferencia llamado Unidad Multipunto, el cual permite la conexión de más de dos lugares durante la conferencia. Esta unidad multipunto es administrada por uno de los sitios, el cual enlazará a los demás sitios.

Conforme cada grupo participante toma la palabra, su imagen y audio se reproduce en uno de los monitores de los demás sitios.

Conexiones entre equipos de Videoconferencias

CODEC (COdificador/DECodificador)

Este dispositivo convierte las señales de vídeo y audio en señales digitales, es considerado el corazón del sistema de Videoconferencia.

Dispositivo de Control

Puede ser: tableta de control, teclado, mouse, pantalla sensible al tacto o control remoto. Este dispositivo controla el CODEC y el equipo periférico del sistema.

Cámara Robótica

Es la cámara incluida en cualquier equipo, ésta es manejada a través de la tableta de control.

Micrófonos

Capta el audio que se envía al otro sitio.

Software de Comunicación

Es el programa que permite la acción conjunta de los elementos que integran al sistema de Videoconferencia.

Dispositivo de Comunicación

Es el dispositivo (DCU/CSO) al que llega la señal digital desde el CODEC y la envía por el canal de transmisión (microondas, fibra óptica, etc.) lo que permite enviar y recibir la señal a los sitios remotos.

Canal de Transmisión

Todo sistema de Videoconferencia requiere de un canal para transmitir la señal de audio y vídeo a otro sitio, este puede ser cable coaxial, microondas, fibra óptica, satélite, etc.

Espacio

Es el área especialmente acondicionada tanto en acústica e iluminación para alojar el equipo y realizar las sesiones. El nivel de confort de la sala mejora la calidad del encuentro.

Personal Calificado

Es indispensable que cada sitio, cuente al menos con una persona que posea los conocimientos necesarios de telecomunicaciones y operación técnica del equipo.

Herramientas y Equipos Auxiliares del Sistema de Videoconferencia

Internet

Antes, durante o después de una sesión por Videoconferencia permite la comunicación permanente entre los participantes, ya que Internet es una red que contiene miles de redes de computadoras conectadas entre sí para intercambiar información.

Tales computadoras manejan archivos de gobierno, material de Universidades, catálogos de bibliotecas, mensajes de cualquier tipo y millones de archivos fotográficos, documentales, sonido y cualquier dato que pueda ser digitalizado.

Para tener acceso a ella sólo es necesario llamar a uno de los sistemas integrados o registrarse en la terminal de alguna institución.

La herramienta de Internet más utilizada es:

Correo Electrónico

Consiste en la transmisión de mensajes de tipo texto de una computadora a otra, las cuales pueden ser leídos cuando la persona lo desee, con sólo poner su nombre y una contraseña que protege los documentos que recibe y lo hacen miembro usuario de la red.

Otra herramienta de Internet es el llamado "Talk" o pláticas que describe una conversación escrita simultáneamente entre dos sitios por medio de la computadora.

¿Cómo funciona el sistema de Videoconferencia?

Las señales proporcionadas por las cámaras, el micrófono y equipos periféricos son enviadas al CODEC, dentro de éste se realiza un proceso complejo el cual resumimos en tres etapas:

- A) El CODEC convierte las señales de audio y vídeo a un código de computadora. A esto se le conoce como digitalizar. La información es reducida en pequeños paquetes de datos binarios (1 ó 0). De esta forma se transmiten datos requiriendo menos espacio en el canal de comunicación.
- B) Los datos son enviados a otro dispositivo de comunicación, el cual los transmite al sitio remoto por un canal de transmisión (cable coaxial, fibra óptica, microondas o satélite) por el que viajará.
- C) A través del canal, el otro sitio recibe los datos por medio del dispositivo de comunicación, el cual lo entrega al CODEC que se encarga de descifrar y decodificar las señales de audio y vídeo, la que envía a los monitores para que sean vistas y escuchadas por las personas que asisten al evento.

Aplicaciones de la Videoconferencia

Debido a que la videoconferencia es un sistema interactivo, puede verse su aplicación en:

Reuniones Ejecutivas, Educación continua, Cursos especializados, Seguridad a distancia, Conferencias, Telemedicina, Diplomado, Asesorías, Seminarios, Capacitación Técnica, Negocios, etc.

CAPITULO 2

SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

2.1. Normas Internacionales

2.2 Normas Nacionales

2.3 Normas Universitarias

SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO (SCS)

Definición

Un Sistema de Cableado Estructurado (SCS) es la colocación de productos de conectividad y cableado que integran servicios de voz datos y video, así como, algunos Sistemas de Administración (tal como alarmas de seguridad, sistemas de energía, accesos de seguridad, etc.) del Edificio (*BMS, Building Management System*).

Introducción

Proveer de un SCS internacionalmente estandarizado y consolidar métodos de entrega para todos los sistemas puede reducir los costos de construcción de la infraestructura del cableado en un edificio inteligente moderno hasta un 30%. Los niveles actuales de ahorro logrados dependen de la configuración y geografía, de los costos del material y la instalación. También, proporciona a la estructura la inherente capacidad de responder rápida, efectivamente y a un menor costo a los cambios necesarios de los usuarios. En algunos casos se requieren gastos adicionales de construcción en los SCS y en los BMS, tales como dispositivos que optimizan el consumo de energía los cuales pueden ser necesarios para reducir los costos de operación. Sin embargo, los costos de los cambios relacionados con el cableado normalmente pueden reducirse de un 25 % a un 40 % (con la posibilidad de ahorro de hasta un 60 %) para una facilidad nueva o renovada cuando utiliza un total planteamiento de integración de sistemas.

Como se muestra en la figura 1, los costos típicos de operación y cambios de un edificio en un ciclo de vida de 40 años excede los costos de la construcción inicial. Planear los apropiados sistemas de integración para optimizar los procesos de construcción pueden reducir estos costos en los ciclos de vida.

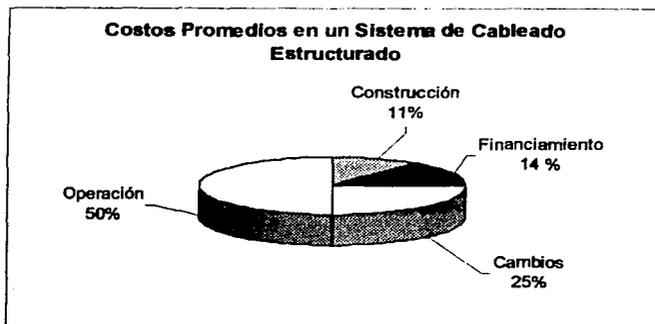


Figura 1. Costos Promedios en un sistema de cableado estructurado

Integración de los Sistemas

Par muchos años los sistemas de voz y datos fueron cableados por separado, ahora es una norma practicar el uso de un SCS común para ambos sistemas. Como los sistemas de voz y datos en el pasado, los procesos tradicionales de construcción en forma separada instalan cada una de las disciplinas del BMS bajo varias divisiones de una especificación. Los Sistemas de Administración de Edificios o BMS normalmente consisten de lo siguiente:

Fuego, Vida y Seguridad	(FLS, Fire Life and Safety) o
Alarmas de Incendio	(FA, Fire Alarm)
Controles de Acceso y Seguridad	(SAC, Security and Access Control)
Sistema de Administración de Energía	(EMS, Energy Management Systems)
Calor, Ventilación y Aire Acondicionado	(HVAC, Heating, Ventilation and Air Conditioning)

Estas categorías del BMS son normalmente cableadas en forma separada debido a las especificaciones eléctricas y mecánicas. Es raro que el cableado para voz y datos sea direccionado durante la construcción y normalmente no forma parte del presupuesto asignado para esta. La planeación e instalación son normalmente realizadas cuando los espacio de la construcción están siendo preparados para ser ocupados, esto significa que múltiples sistemas de cableado y métodos de entrega son instalados durante varias etapas de la construcción.

Con una apropiada planeación, el único factor de limitación para completar la integración de los sistemas de voz, datos, video y BMS puede ser el sistema FA o Fire Alarm. No obstante, aun si el cableado del sistema FA se instala de forma separada, hay una reducción substancial de costos y existen beneficios que pueden ser derivados de integrar los restantes BMS.

2.1. Normas Internacionales

Podemos afirmar que, publicar e implantar una norma, equivale a establecer y operar un pacto plasmado en un documento técnico, mediante el cual los fabricantes, los distribuidores, los usuarios o consumidores y la administración pública, acuerdan las características que deberán reunir los productos o servicios involucrados. Luego entonces, el grado de facilidad para lograr dicho pacto, esto es, para normalizar, dependerá de qué tan rápido se puedan armonizar los intereses de los que producen con los de los que consumen y, a final de cuentas, con los intereses de la sociedad en la que están inmersos.

Códigos, Estándares y Reglamentos

Los encargados de la distribución de las telecomunicaciones deben seguir una innumerable lista de reglas a diario en sus negocios debido a que deben interactuar con otras disciplinas, tales como las de procesamiento de datos y la industria de la construcción.

Los reglamentos adoptados para telecomunicaciones

Para diseñar instalaciones para un efectivo sistema de telecomunicaciones, el diseñador deberá estar familiarizado con las regulaciones internacionales, nacionales y locales.

Las autoridades internacionales, nacionales y locales publicarán las reglas que gobiernen a:

- Carriers locales
- Carriers de intercambio común
- La industria de las telecomunicaciones

Las compañías reguladas deberán presentar tarifas para los servicios ofrecidos al público. Las compañías no reguladas no presentan sus tarifas pero deberán adherirse a las reglas puestas por las agencias de regulación.

Reglamentos y Estándares de Construcción

La construcción en todas partes está regulada por los reglamentos y estándares de construcción. Estos son normalmente reforzados por los organismos locales. Los reglamentos y estándares abarcarán, sino todos, los aspectos de la industria de la construcción. Los métodos de instalación y los productos eléctricos deberán cumplir con los requerimientos locales.

Propósito de los reglamentos y estándares

Los reglamentos y estándares eléctricos y de construcción que rigen las prácticas de instalación y los materiales utilizados en la construcción de las instalaciones para telecomunicaciones. El propósito del reglamento es para:

- Asegurar la calidad de la construcción.
- Proteger la vida, salud y la propiedad.

Los reglamentos no son intencionales para cubrir medidas que pueden ser requeridas para proteger el equipamiento y las telecomunicaciones de:

- La invasión.
- Ruido inducido.
- Eventos que pueden interrumpir el flujo de información.

Los estándares aseguran los requerimientos mínimos.

Estándares a mantener

En general, los estándares son establecidos como una base para comparar una medición o evaluación de:

- | | |
|-------------|------------|
| • Capacidad | • Alcance |
| • Cantidad | • Valor |
| • Contenido | • Calidad. |

Existen organizaciones independientes las cuales se especializan en establecer, certificar y mantener estos estándares.

Productores de Reglamentos y Estándares

Principales organizaciones

Varias organizaciones publican estándares de material y pruebas. Mucho de esto es adoptado por los fabricantes para asegurar la estandarización. Algunas agencias locales adoptan o añaden tales estándares como evidencia de la calidad en la construcción de sus materiales.

La siguiente tabla contiene una lista de las principales organizaciones que realizan los reglamentos y estándares.

Organización	Como ponerse en comunicación
AIA	American Insurance Association http://www.aigdc.org
ANSI	American National Standard Institute http://www.ansi.org
ASTM	American Society for Testing and Materials http://www.astm.org
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions http://www.atis.org
CENELEC	European Electrotechnical Standards Committee http://www.cenelec.be
CSA	Canadian Standards Association http://www.cssinfo.com
EIA	Electronics Industries Association http://www.eia.org
ETSI	European Telecommunications Standards Institute http://www.etsi.fr
FCC	Federal Communications Commission http://www.fcc.gov
IEC	International Electrotechnical Commission http://www.iec.ch
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers http://www.ieee.org
ISO	International Organization for Standardization http://www.iso.ch
ITU	International Telecommunication Union http://www.itu.int
NFPA	National Fire Protection Association http://www.nfpa.org
TIA	Telecommunications Industry Association http://www.tiaonline.org

Tabla 2.1 Organizaciones de regulación

Normatividad

El principal problema al que se encuentran los usuarios de redes locales, es que existe una gran variedad de fabricantes de equipos que ofrecen una amplia gama de diversos productos que no son totalmente compatibles entre sí.

Para automatizar una oficina ó fabrica, es imprescindible contar con varios proveedores alternos, aunque lo ideal sería que la red sea transparente a los equipos a enlazar, es decir no debe afectar la operación de la red al conectar equipos de diversos proveedores.

El establecer las normas de la industria de las telecomunicaciones, es el punto crítico.

Norma Internacional ISO/IEC* 11801

Este estándar provee:

El uso de un sistema de cableado genérico y multi-proveedor, flexibilidad en movimientos, adiciones y cambios fáciles y económicos, edificios preparados para la instalación de los sistemas de telecomunicaciones.

Los fabricantes involucrados con la estandarización de los sistemas de cableado de telecomunicaciones que soporten actuales aplicaciones y compatibles para emigrar a futuras aplicaciones.

Un paso mas hacia la estandarización de las redes de cómputo fue la definición del modelo de referencia para la interconexión de Sistemas de Abiertos (OSI, Open System Interconnection) por la Organización de Estándares Internacionales ISO. Aquí se define la estructura de una red como una jerarquía de siete niveles, cada uno de ellos tiene una función bien definida.

*ISO (International Organization for Standarization)

*IEC (International Electrotechnical Commision)

Norma Americana EIA/TIA

A principios de 1985, un gran número de compañías representantes de la industria de telecomunicaciones y de computación expresan su preocupación sobre la falta de estándares para la construcción de sistemas de cableado de telecomunicaciones.

La Asociación de la Industria de las Comunicaciones por Computadora (CCIA) solicitó a la Asociación de Industrias en Electrónica (EIA) realizar la tarea de desarrollar el estándar requerido. EIA aceptó la tarea y el proyecto se asignó a TR-41.8, bajo el comité de Ingeniería TR-41. El comité TR-41 estableció varios grupos de trabajo relacionados con ésta actividad.

- TR-41.8.1 Grupo de trabajo para Cableado en Edificios Comerciales e Industriales.
- TR-41.8.2 Grupo de trabajo para Cableados en Edificios residenciales y Comercios pequeños.
- TR-41.8.3 Grupo de trabajo para Trayectorias y Espacios/ Administración de telecomunicaciones.
- TR-41.8.4 Grupo de trabajo para Sistema de Cableado de Sección principal para Edificios residenciales y Comercios pequeños.
- TR-41.8.5 Grupo de trabajo para definiciones.
- TR-41.7.2 Grupo de trabajo para aterrizaje y unión eléctrica.
- TR-41.7.3 Grupo de trabajo sobre consideraciones de compatibilidad electromagnética.

Los documentos de los estándares EIA son desarrollados dentro de los comités técnicos de la EIA y los comités de coordinación de estándares del consejo de estándares.

En 1989, el sector de telecomunicaciones de la EIA, se transformó en TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones) bajo el concepto técnico de la TIA. En tanto que la TIA es una corporación separada, conduce las actividades de los estándares de toda la organización de la EIA. Hoy día a ésta organización se hace referencia como ANSI/TIA/EIA.

ANSI/TIA/EIA revisa la mayoría de los estándares cada 5 años. En ese momento, los estándares son reafirmados de acuerdo a las actualizaciones a ser incluidas en la siguiente revisión.

El propósito de la norma ANSI/TIA/EIA, es especificar un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soportarán un ambiente de múltiples productos y proveedores. También proporciona información útil para el diseño de productos de telecomunicaciones para empresas comerciales.

Estándares relacionados:

Este estándar forma parte de una serie de estándares técnicos referentes al cableado de edificios para productos y servicios de telecomunicación. Este documento junto con los estándares que lo acompañan, listados a continuación, satisfacen las necesidades surgidas por la evolución de la industria de las telecomunicaciones.

ANSI/TIA/EIA 568-B	Estándar para Cableado en Edificios Comerciales e Industriales.
ANSI/TIA/EIA 570	Estándar para Cableados en Edificios residenciales y comercios pequeños.
ANSI/TIA/EIA 569	Estándar de trayectorias y espacios / administración de telecomunicaciones.
ANSI/TIA/EIA 568-B	Requerimientos de aterrizado y unión eléctrica de Edificios comerciales para telecomunicaciones.

La EIA/TIA y la ISO/IEC crearon las normas para los sistemas de cableado de voz y datos, estos estándares son dirigidos a los métodos de cableado y guías del mismo (espacios y trayectorias) y están basados en arquitecturas de subsistemas estructurados o en el cableado por elementos como se muestra en la figura 2, en un principio para los estándares, el concepto de subsistema fue utilizado por primera vez en los sistemas de voz, durante los años 80's este concepto fue adoptado para los sistemas de datos

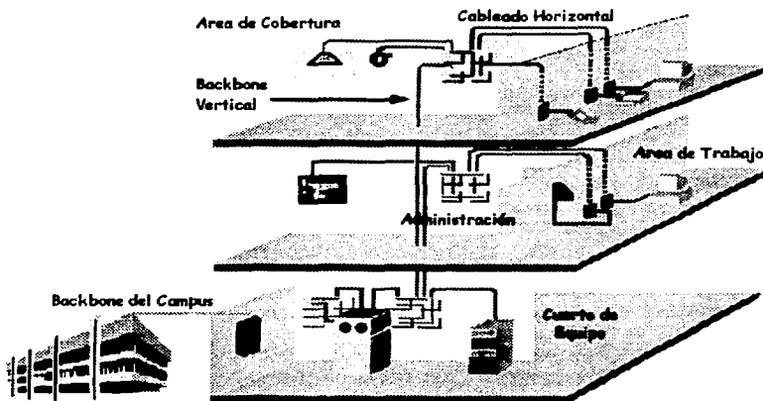


Figura 2.2 Arquitectura de los Subsistemas del Cableado Estructurado

Subsistemas del Sistema de Cableado Estructurado

1) Subsistemas del Backbone del Campus y del Backbone Ascendente

Definición de un sistema backbone

Un sistema backbone (algunas veces referido como un "sistema ascendente") es la parte de un sistema de distribución de un edificio que provee la conexión entre cuartos de equipo, cuartos de telecomunicaciones y el servicio en las instalaciones.

Un sistema de backbone normalmente suministra:

- Conexiones intra edificio entre pisos en edificios de varios pisos.
- Conexiones íter edificio en ambientes de campus.

Los requerimientos y criterios de diseño para backbones de voz son diferentes de los backbone para datos. Los backbones para datos tienen requerimientos de diseño más estrictos y son más complejos que los backbones de voz.

Componentes del Subsistema Backbone

Un sistema de backbone consiste de:

- Rutas de cableado.
- Cuartos de telecomunicaciones.
- Cuarto de equipos.
- Entrada para la prestación del servicio de telecomunicaciones.
- Medios de transmisión (cables y equipo de conexión).
- Misceláneos que soporten los servicios.

Estos seis componentes son descritos en la tabla 2.2.

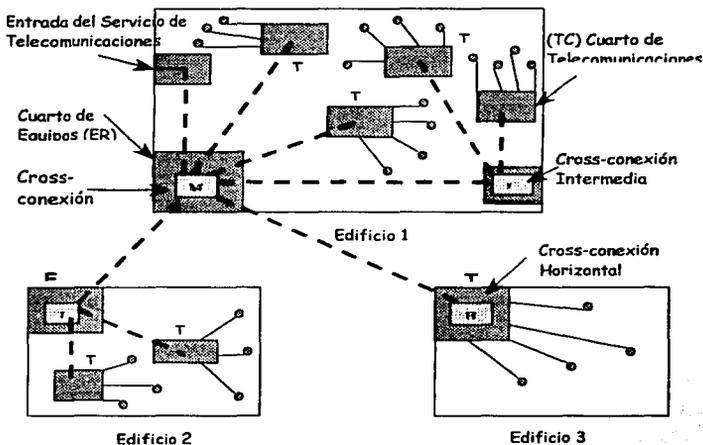
Componente	Descripción
Rutas de cableado	Pozos, conductos, canales y penetraciones en el piso (arificios o ranuras) las cuales suministran espacios para los cables.
Cuartos de telecomunicaciones	Áreas o localidades que contienen equipo de telecomunicaciones para la conexión del cableado horizontal a los sistemas de cableado vertical.
Cuarto de equipos.	Un área donde los sistemas de telecomunicaciones son resguardados y conectados al sistema de cableado de telecomunicaciones.
Entrada para la prestación del servicio de telecomunicaciones	Un área o localidad donde el cableado externo de la planta entra al edificio.
Medios de transmisión	Los cuales pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> • Fibra óptica • Par trenzado de cobre • Cable coaxial de cobre Conexiones a equipo, pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> • Placa de conexión • Panel de parcheo • Cross conexión Nota: El cableado vertical puede ser una combinación de medios de comunicación.
Misceláneos que soporten los servicios.	Materiales necesitados para la terminación y la instalación adecuada del cableado vertical.

Tabla 2.2 Componentes del Subsistema Backbone

Topología Física de los Sistemas Verticales

Topología en estrella

Es recomendado en un sistema vertical utilizar una topología física en estrella al cablear, como se muestra a continuación en la figura 2.3.



Nota: Realizar empalmes no es permitido como parte del cableado vertical.

Figura 2.3 Topología en estrella en el sistema vertical para comunicaciones inter edificios e intra edificios

Esta topología aplica para los medios físicos de transmisión (tales como la fibra óptica, par trenzado y a veces coaxial). Los servicios distribuidos por el sistema vertical pueden compartir los mismos cables físicamente sobre toda o una parte de las distancias involucradas, dependiendo prácticamente de las:

- Características del sitio
- Distribución del equipo de telecomunicaciones.

Otras Topologías

Ciertos sistemas son diseñados para topologías tales como bus, anillo y árbol. Para utilizar interconexiones y adaptadores en los cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones, estas otras topologías lógicas pueden ser adaptadas dentro de una topología en estrella.

Las topologías lógicas en bus, anillo y árbol que se han implementado utilizando una topología física en estrella se muestran en las siguientes figuras 2.4, 2.5 y 2.6.

Topología lógica en bus implementada utilizando una topología física en estrella en el sistema vertical

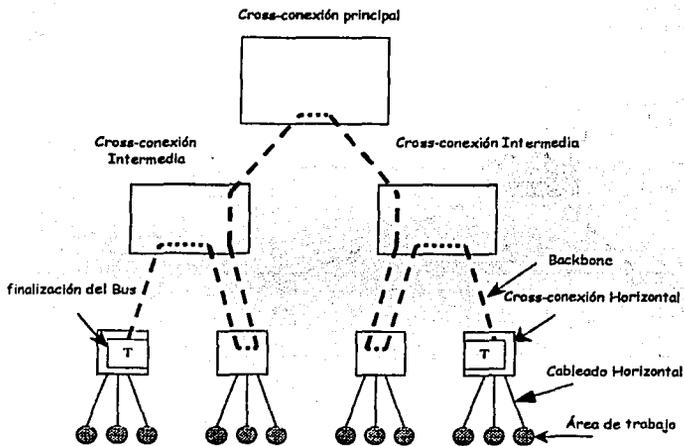


Figura 2.4 Topología lógica en bus

Topología lógica en anillo implementada utilizando una topología física en estrella en el sistema vertical

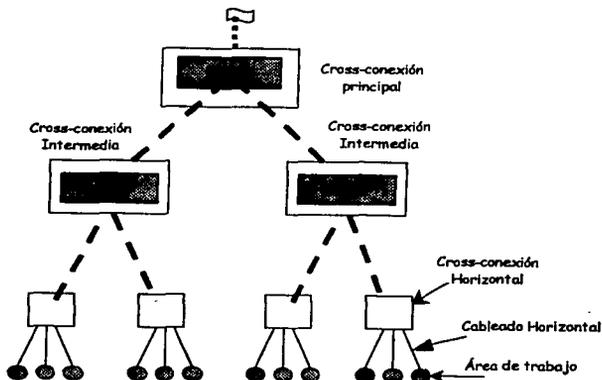


Figura 2.5 Topología lógica en anillo

Topología lógica en árbol implementada utilizando una topología física en estrella en el sistema vertical

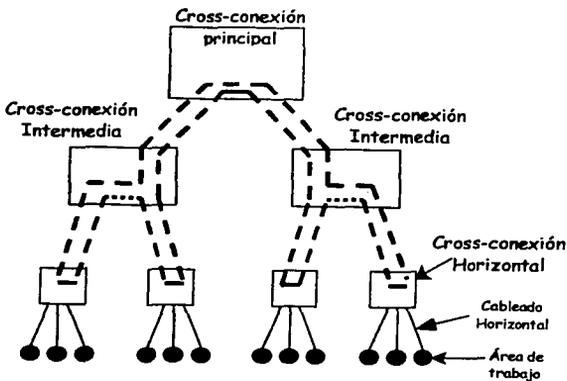


Figura 2.6 Topología lógica en árbol

Conexiones Cruzadas en el sistema vertical

Un sistema vertical con topología en estrella no debe tener más de dos niveles de cross-conexiones. Las conexiones entre cualquiera de dos cuartos de comunicaciones no deberán pasar a través de más de tres cross-conexiones (no incluyendo las cross-conexiones entre el cableado vertical y el horizontal en los cuartos de comunicaciones), como se muestra en la figura 2.7.

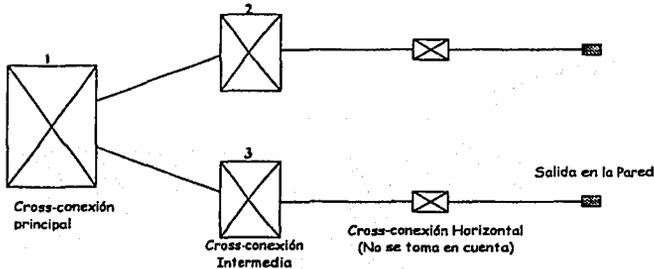


Figura 2.7 Niveles de Cross-conexiones

Pasar a través de no más de una cross-conexión del sistema vertical para alcanzar el mayor nivel de cross-conexión.

Conexiones directas entre cuartos de telecomunicaciones

Las conexiones directas entre los cuartos de telecomunicaciones son permitidas si el sistema vertical está pensado para cumplir con los requerimientos para una configuración de topología en bus o anillo. Estas conexiones directas serían además las conexiones básicas para la topología en estrella.

Los cuartos de comunicaciones deberán conectarse directamente cuando el sistema vertical utilice cable coaxial de 50 ohms para adaptar aplicaciones de IEEE 802.3 (Ethernet).

Medios de Transmisión

Tipos de Cable

El diseñador del sistema vertical deberá elegir un cable basado en una variedad de requerimientos y convenios porque de la amplia gama de servicios y tamaño de los sitios se adaptarán al sistema principal. Los cuatro tipos de cable reconocidos por la norma ANSI/TIA/EIA-569-A como los más adecuados para sistema vertical son:

- Fibra óptica de 62.5/125 μm
- Par trenzado sin blindar de 100 ohms.
- Par trenzado blindado de 150 ohms.
- Fibra óptica monomodo

Estos cuatro tipos de cable pueden satisfacer una amplia variedad de aplicaciones del sistema vertical. Estos pueden ser usados individualmente o en combinación.

Situaciones específicas pueden establecer el uso de otros tipos de cable, incluyendo:

- Fibra óptica de 50/125 μm o 100/140 μm .
- Cable coaxial de 50 ohms.
- Par trenzado blindado de 100 ohms.
- Biaxial
- Cable coaxial de 75 ohms.

Eligiendo el medio de comunicación

La elección de los medios de transmisión para una aplicación específica depende de la aplicación. Los factores a ser considerados incluyen la:

- Flexibilidad del medio de transmisión con respecto a los servicios proporcionados.
- Vida útil requerida del cableado principal.
- Tamaño del sitio y población de usuarios.

El servicio de telecomunicaciones necesario de los usuarios de un edificio comercial variará como pase el tiempo y cambien los usuarios. El futuro uso del cableado vertical puede abarcar desde ser muy predecible hasta ser muy impredecible. Cuando sea posible, primero determine los diferentes requerimientos de servicio. Esto es frecuentemente conveniente para agrupar servicios similares en categorías tales como voz, pantallas, redes de área local (LAN) y otras conexiones digitales. Entonces identifique los tipos de medio de transmisión independientemente y las cantidades proyectadas requeridas dentro de cada grupo.

Cuando los requerimientos son inciertos, utilice el peor de los casos estimado para evaluar las alternativas del cableado vertical. Entre más inciertos son los requerimientos, más flexible debe ser el sistema de cableado vertical.

Cada cable admitido tiene características individuales que lo hacen útil en una variedad de situaciones. En algunas situaciones, un sólo tipo de cable puede no satisfacer todos los requerimientos del usuario. En estos casos, utilizar más de un medio de transmisión en cableado vertical. Los diferentes medios de transmisión deben utilizar la misma arquitectura instalada con las mismas ubicaciones para las cross-conexiones, terminaciones mecánicas, entradas de servicios inter edificio y otras prestaciones.

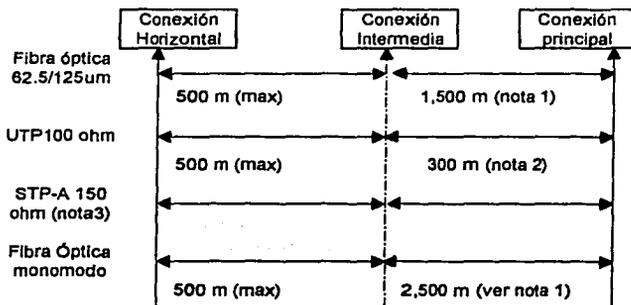
Longitud del cable de Backbone

En cuanto la longitud del cable, las especificaciones son establecidas para asegurar que el Backbone puede soportar la transmisión de aplicaciones de voz y datos, estas especificaciones no necesariamente son aplicadas a Backbones diseñados únicamente para proporcionar servicios de telefonía y transmisión de datos a baja velocidad.

Longitud desde el subsistema Horizontal al subsistema intermedia: La longitud del cable de transmisión entre la conexión horizontal y la conexión intermedia no debe exceder los 500 metros.

Longitud desde el subsistema Horizontal al subsistema principal: La longitud total del cable de transmisión entre el cuarto de telecomunicaciones o el cuarto de equipo y el subsistema intermedio depende del tipo de cable utilizado como se muestra a continuación.

Longitud entre las conexiones y los equipos de telecomunicaciones: Cuando el equipo de telecomunicaciones está conectado directamente a las conexiones principales o intermedias, los cables que se conectan no deben ser mayores en longitud que 30 metros



Nota 1: Cuando la distancia entre la conexión horizontal y la intermedia es menor que la distancia máxima, la distancia entre la conexión intermedia y la principal puede ser por consiguiente incrementada hasta un máximo de 2000 metros

Nota 2: Cuando la distancia entre la conexión horizontal y la intermedia es menor que la distancia máxima, la distancia entre la conexión intermedia y la principal puede ser por consiguiente incrementada hasta un máximo de 800 metros

Nota 3: Recomendada para una distancia máxima de 90 metros. La longitud total entre las conexiones de los equipos activos, no debe ser mayor a 100 metros

Figura 2.8 Longitud para los distintos medios de Tx utilizados en el Backbone

Tipos de Guías de Cable del Backbone

Cuartos de Telecomunicaciones Alineados Verticalmente

Los cuartos de Telecomunicaciones alineados en forma vertical conectados con ranuras o boquetes son las guías más comunes para el Backbone. La ventaja de utilizar cuartos de telecomunicaciones alineados en forma vertical es muy flexible debido a que:

- La cubierta del cable del Backbone es accesible en cada piso.
- Los circuitos pueden ser distribuidos como se requiera.

Ranuras y orificios

La ubicación de las ranuras y orificios para el cable deben ser adyacentes a una pared la cual pueda soportar los cables del Backbone. Las ranuras y orificios no deberán obstruir espacios adyacentes a paredes donde se remata el cableado, esto es, no deberán ser puestas directamente arriba o debajo de un espacio de pared el cual es utilizado por los campos de terminación de cableado.

Los Canales deberán de ser de un mínimo de 2.54cm de espesor

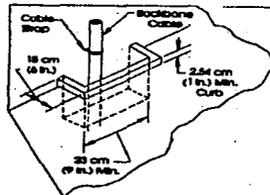


Figura 2.9 Guía en Ranura para el Backbone

Los orificios deben de extenderse a un mínimo de 2.54 cm por arriba del nivel del piso

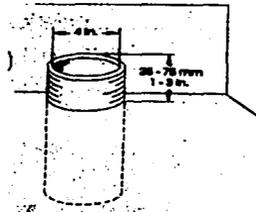


Figura 2.10 Guía en Orificio para el Backbone

Se debe asegurar siempre el proveer de una adecuada barrera contra incendio

Cubos Propios de Elevadores

Se debe evitar establecer como guías del cable del Backbone los cubos que dan servicio al sistema de elevadores.

Conductos o Distribuidores Metálicos Cerrados

Los conductos o distribuidores metálicos cerrados también son utilizados como guías del cableado, estas guías o conductos:

Son algunas veces utilizados para llevar cables punto a punto cuando no se requieren de empalmes o remates.

No son apropiados para propósitos generales de distribución de cable pero proporcionan un alto grado de seguridad y protección física.

Instalación de Cable

En grandes edificios se instalan grandes cantidades de cables UTP entre los pisos del edificio, estos cables son típicamente instalados ya sea:

- Bajando el cable desde lo más alto a través de los canales u orificios.
- Empujando el cable hacia arriba a través de los canales u orificios.

Es necesario utilizar las siguientes recomendaciones para la instalación del cableado.

- Estar seguro de que el personal tiene una adecuada capacitación y experiencia con la instalación del equipo y los métodos apropiados.
- Establecer un adecuado espacio entre el cableado UTP y cualquier otra facilidad que utiliza la misma (o adyacente) guía de subida.
- Consultar las recomendaciones de instalación proporcionadas por el fabricante del cable
- Selección de los métodos de apoyo para el cableado así como las preparaciones necesarias.

2) Subsistema de Cuartos de Equipo

Un cuarto de equipo, es un cuarto el cual tiene como propósito proporcionar espacio y un ambiente de operación apropiado para equipos de cómputo y telecomunicaciones, estos cuartos difieren de los cuartos de telecomunicaciones, en que los cuartos de equipo son generalmente considerados para dar servicio a un edificio o un campus mientras que los cuartos de telecomunicaciones dan servicio generalmente a un piso del edificio. Los cuartos de equipos:

- Agrupan la terminación, interconexión y conexiones cruzadas de los cables de distribución de las telecomunicaciones.

- Proporcionan al personal técnico un área de trabajo.
- Son construidos y dispuestos de acuerdo a estrictos requerimientos tomando en cuenta la naturaleza, costo, tamaño y complejidad del equipo involucrado.

Cuando se diseñan cuartos de equipo de telecomunicaciones, es necesario considerar la incorporación además de los tradicionales sistemas de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio (por ejemplo, CATV, alarmas, seguridad, audio)

En un campus, cada edificio puede tener un cuarto de equipos. Aun cuando normalmente un cuarto de equipos proporciona servicio a un edificio, muchos edificios diseñados, utilizan mas de un cuarto de equipos para proporcionar uno o más de los siguientes servicios:

- Facilidad de separar los diferentes tipos de equipos y servicios.
- Redundancia y estrategias para la recuperación en caso de desastre
- Una facilidad individual para cada residente en un edificio con múltiples residentes

Un cuarto de equipos es una facilidad centralizada que alberga los equipos de telecomunicaciones los cuales son esenciales para las actividades diarias de todos los ocupantes del edificio. Por eso, un cuarto de equipos debe ser:

- **Versátil.** Un cuarto de equipos debe diseñarse para ubicar tanto aplicaciones actuales como futuras. Su diseño debe contemplar el crecimiento así como tener la capacidad de enfrentar las numerosas actualizaciones y cambios de equipos durante su vida con la mínima interrupción del servicio y al menor costo.
- **Confiable.** Un cuarto de equipos debe tener solamente componentes de calidad y debe diseñarse para una fácil operación y mantenimiento.
- **Instalado Profesionalmente:** Algunos clientes utilizan su cuarto de equipos como un escaparate de tecnología.

Consideraciones de diseño

Un cuarto de equipo de puede tener una o varias de las siguientes facilidades:

Equipo Activo: El tipo de equipo albergados en el cuarto de equipos varía ampliamente en tamaño, objetivo y funcionalidad - desde condiciones de alimentación de energía, sistemas de respaldo o controles ambientales hasta equipos de telecomunicaciones para redes digitales y analógicas -; Típicamente, los equipos de telecomunicaciones proporcionan servicio de voz (Equipos PBX, Sistemas de correo de voz, etc.) y datos (Ruteadores, PC, Servidores LAN, etc.) de acuerdo a las necesidades de residentes del edificio.

Conexiones: Los cables de telecomunicaciones se rematan en el cuarto de equipos. Para la distribución del Backbone, en el cuarto de equipo están las conexiones cruzadas principales o conexiones cruzadas intermedias.

Además del remate del cableado, las conexiones facilitan una base para conectar los subsistemas del cableado (por ejemplo, subsistema backbone y subsistema horizontal) entre sí y con los equipos de telecomunicaciones. Los cables del horizontal y de backbone deben de estar permanentemente rematados en un hardware de conexión el cual está instalado en forma segura. Todas las conexiones entre el subsistema horizontal y el subsistema backbone deben de ser conexiones cruzadas

Si se utilizan diferentes tipos de cables, se deben instalar en áreas distintas dentro del cuarto de equipo. Los dos tipos de cables más utilizados son el UTP categoría 5e y la fibra óptica multimodo (62.5/125 um)

Edificio: Aún cuando las características (principalmente de seguridad, eléctricas y HVAC) son necesarias para la operación segura y apropiada de los equipos de comunicaciones, normalmente no son responsabilidad del diseñador de la distribución del cableado y de las telecomunicaciones, sin embargo, son un punto crítico en el diseño de cualquier sistema de telecomunicaciones. Es por eso que el diseño de un sistema de telecomunicaciones deberá tomar en cuenta tales especificaciones en el diseño de los cuartos de equipos

Ubicación del cuarto de equipos.

La ubicación del cuarto de equipos tiene un impacto significativo en los demás aspectos del diseño de una red de telecomunicaciones. Seleccionar una apropiada ubicación es el primer paso en la planeación de un cuarto de equipos. Para la selección de la ubicación del cuarto de equipos, es necesario estar consciente de los espacios adyacentes a este.

En general, la asignación de espacio para el cuarto de equipos esta determinado por:

- El tamaño y variedad de sistemas que serán instalados.
- El área a la cual dará servicio el cuarto de equipos.

Factores de consideraciones

Los factores que deben ser considerados cuando al seleccionar la ubicación de un cuarto de equipos son:

- Espacio requerido para el equipamiento.
- Previsión de futuras expansiones.
- Acceso para la entrega e instalación de grandes equipos y cables.
- Facilidades del edificio que proporcionan o reciben algún servicio del cuarto de equipos
- Requerimientos de los proveedores de servicios.
- Proximidad a los servicios de energía eléctrica
- Entradas de servicios de telecomunicaciones y energía eléctrica
- Acceso y proximidad con las rutas del cableado de telecomunicaciones (incluyendo instalaciones) en las cuales el cuarto de equipo da cabida a múltiples backbones.

Condiciones no aceptables para la ubicación del cuarto de equipos

Los cuartos de equipos no deben ubicarse en lugares que puedan ser sujetos a:

- Infiltración de agua.
- Infiltración de vapor.
- Humedad.
- Calor.
- Cualquier corrosión atmosférica o condiciones ambientales adversas.

Se debe evitar el compartir el cuarto de equipos con otros subsistemas necesarios del edificio. No es conveniente la colocación de los siguientes espacios dentro o contiguos al cuarto de equipo:

- Cuartos de equipo de calefacción.
- Cuartos de lavado.
- Bodegas.
- Bahías de carga y descarga.
- Cualquier otro espacio que contenga:
 - Fuentes excesivas de Interferencia Electromagnética (EMI, Electromagnetic Interference).
 - Equipos Hidráulicos o cualquier otra maquinaria pesada que provoque vibración.
 - Tubería que transporte algún vapor.
 - Coladeras.
 - Cuartos de limpieza.

Designación y distribución del espacio

La distribución de los equipos grandes de telecomunicaciones en un cuarto de equipo deberá facilitar el tendido del cableado de las telecomunicaciones así como el cableado necesario para la alimentación de energía a los diferentes equipos. El diseñador de la red de telecomunicaciones debe evaluar cuidadosamente la ubicación de cada pieza del equipamiento y el espacio requerido por esta.

Espacio adecuado: Un cuarto de equipo debe proporcionar el espacio suficiente para:

- Todo el equipo planeado.
- Acceso al equipo para mantenimiento y administración.
- Crecimiento o expansión.

El cuarto de equipo debe satisfacer los requerimientos de espacio especificados por el fabricante del equipo. Si el cuarto de equipos contiene equipos de diferentes aplicaciones de telecomunicaciones (voz, datos), cada uno de los requerimientos de espacio y disposición debe ser tomado en cuenta. Los fabricantes normalmente proporcionan sugerencias del sistema y diagramas del cableado.

Además del espacio requerido por los equipos de telecomunicaciones y el cableado, el cuarto de equipo debe incluir el espacio necesario para los equipos de control ambiental, de alimentación de energía y los sistemas de UPS que normalmente son instalados.

Dimensiones de cuarto de equipo tomando en cuenta área de servicio: Cuando el diseñador no conoce el equipo específico que será utilizado en el cuarto de equipo, el diseñador puede utilizar el área a la cual proporcionará servicio para determinar las dimensiones mínimas del cuarto de equipo. Para determinar el espacio mínimo de un cuarto de equipo se debe:

- 1- Dividir el área de servicio del piso en espacios de 10 m² para determinar el número de áreas de trabajo individuales a las cuales el cuarto de equipo dará servicio a través del cableado de backbone como del cableado horizontal.
- 2- Multiplicar el número de áreas de trabajo por 0.07 m² para determinar el espacio requerido por el cuarto de equipo

Instalación y trayectoria del Cableado

La aplicación fundamental del cuarto de equipo es la de albergar la interconexión principal para conexiones entre:

- Equipos y el Backbone.
- Backbone y las interconexiones intermedias y horizontales.

Muchos cuartos de equipo también tienen una interconexión horizontal que sirve a las áreas de trabajo ubicadas en el mismo piso y puede tener entradas para el backbone del campus y para los proveedores de servicios.

Cuando se diseñan las guías de entrada del cableado al cuarto de equipo así como las trayectorias dentro del cuarto, se debe:

- Evitar la congestión del cableado.
- Permitir el acceso de los cables.
- Proporcionar holgura a los cables.
- Minimizar la tensión del cable.
- Utilizar rutas para los cables del backbone del campus, para los del backbone del edificio y para los del cableado horizontal.

- Designación y ubicación del espacio para las conexiones cruzadas.
- Llevar a cabo las prácticas establecidas para la instalación de cableado.

Guías del cableado dentro del cuarto de equipos

Las guías del cableado son normalmente utilizadas para llevar la mayoría de los cables de telecomunicaciones dentro del cuarto de equipos. Aunque también son utilizados para la distribución de cables entre diferentes subsistemas, estas trayectorias son particularmente muy apropiadas para la distribución de cable dentro de los cuartos de equipo debido a su capacidad de manejar la mayor parte de los cables y a su habilidad para adecuarse a los cambios.

Las trayectorias normalmente utilizadas para guiar cables dentro de un cuarto de equipo son:

Charolas superiores. Los sistemas de charolas son comúnmente utilizadas para llevar los cables del equipo y del backbone entre los puntos de conexión, los equipos y las guías del backbone. Las charolas superiores se instalan a lo largo de las filas de equipos alcanzando los puntos de conexión. Es necesario tener una planeación junto con los sistemas de iluminación, aire acondicionado y de extinción de incendios de tal forma que las charolas a su máxima capacidad no obstruyan o impidan la operación de estos sistemas.

Sistemas de acceso por el piso. Los accesos por piso normalmente se utilizan para encaminar los cables de los equipos hacia los puntos de conexión de los grandes cuartos de equipo. Los sistemas de acceso por piso (También llamados acceso por piso falso) son casi siempre recomendados por los fabricantes de equipos y son frecuentemente utilizados para el cableado de telecomunicaciones cuando el cuarto de equipos sirve para múltiples aplicaciones (Equipos de datos y PBX). Los cables de alto desempeño (fibra óptica, UTP categoría 5), deben ser instalados apropiadamente para evitar degradación en transmisión. Esto hace que el uso de charolas o algún otro hardware sea muy recomendado en accesos por el piso para así administrar y proteger el cableado.

Guías del cableado entrante al cuarto de equipo

Las siguientes clases de guías de cables son normalmente utilizadas para el cableado de telecomunicaciones, el cual entra o sale de un cuarto de equipo.

Orificios y ranuras- Estos son los métodos más comunes para llevar el cable a través de las paredes y los pisos de un edificio, los orificios circulares son los preferidos debido a que son más fáciles en la protección contra fuego. Un mínimo de 3 a 4 orificios deberán ser provistos en cada cuarto de equipo.

Conductos- Estos métodos también son comunes para llevar el cable a través de paredes y pisos, al utilizar estos métodos se debe utilizar forros en los extremos del conducto para evitar posibles daños en la cubierta del cable, aunque conductos pueden ser utilizados ya sea dentro y entre los cuartos de equipos, estos no son recomendables para la distribución del cableado dentro de los cuartos de equipo debido a que los conductos, son muy costosos, tienen una capacidad limitada para manejar la mayoría del cableado y se adaptan muy poco a los cambios.

Energía Eléctrica

Muchos de los nuevos sistemas de telecomunicaciones tienen rigurosos requerimientos de energía eléctrica, para proveer de energía, y asegurar una buena instalación y servicio después del entrar en funcionamiento, es necesario seguir cuidadosamente:

- Los requerimientos y recomendaciones del fabricante del equipo.
- Requerimientos locales de códigos eléctricos.

Aún cuando el diseñador de la red de telecomunicaciones no es responsable del diseño o instalación del equipo de energía eléctrica, el diseñador debe llegar a estar familiarizado con ello y debe de ser capaz de especificar los requerimientos de energía eléctrica para el cuarto de equipo basado en las necesidades actuales y futuras del cliente. El diseñador debe trabajar en equipo con las personas responsables de los sistemas de energía eléctrica incluyendo los respaldos de energía (baterías) y la instalación del sistema de clima.

3) Subsistema del Cuartos de Telecomunicaciones

Los cuartos de telecomunicaciones difieren de los cuartos de equipo y de las acometidas en que los cuartos de telecomunicaciones son generalmente considerados para ser facilidades, que dan servicio a un piso, las cuales proveen una conexión entre la distribución del cableado horizontal y el cableado vertical. El diseño de los cuartos de telecomunicaciones debe considerar, además, de los tradicionales servicios de voz y datos, la necesidad de incorporar otros sistemas de información en el edificio, tales como, CATV, alarmas, seguridad, audio, y otros sistemas de telecomunicaciones.

Los cuartos de telecomunicaciones proporcionan un área ambientalmente apropiada y segura para la instalación de:

- Cableado.
- Interconexión.
- Equipo de telecomunicaciones.

El diseño de los cuartos de telecomunicaciones depende de:

- El tamaño del edificio.
- Área de piso que se dará servicio.
- Necesidades del usuario.
- Los servicios de telecomunicaciones utilizados.

La facilidad para la distribución de las telecomunicaciones es necesaria debido al incremento de la demanda de:

- Automatización de los lugares de trabajo.
- Integración de voz, datos y vídeo.
- Intercambio de información de escritorio a escritorio.

Aplicaciones en los Cuartos de Telecomunicaciones

Todo edificio esta abastecido al menos de un cuarto de equipo, con un mínimo de un cuarto de telecomunicaciones por piso, no existe un máximo de cuartos de telecomunicaciones que puedan ser establecidos dentro de un edificio.

Los tipos de facilidades para el cableado que son albergados en los cuartos de telecomunicaciones incluyen:

- **Conexión Cruzada Horizontal:** La facilidad utilizada para realizar conexiones con el cableado horizontal en los cuartos de telecomunicaciones, es la conexión cruzada horizontal.

Las conexiones para el cableado horizontal proporcionan acceso hacia el cableado horizontal desde el cableado vertical y los equipos de telecomunicaciones, para llevar a cabo esta función los cuartos de telecomunicaciones deben proporcionar facilidades (por ejemplo espacio) para los remates del cable horizontal y vertical así como la utilización de cables de parcheo, jumpers o ambos.

Los cuartos de telecomunicaciones deben también proporcionar facilidades (por ejemplo, espacio, alimentación de energía eléctrica, sistemas de tierras) para albergar los equipos de telecomunicaciones que dan servicio a las conexiones horizontales.

- **Conexión Cruzada Backbone:** Aún cuando, la función principal de los cuartos de telecomunicaciones es la conexión del cable horizontal, también puede contener las conexiones principales o intermedias (Backbone).

Cuando un cuarto de telecomunicaciones se utiliza para albergar conexiones principales o intermedias, este debe proporcionar facilidades para contener estas conexiones y el equipo particular de telecomunicaciones.

- **Esquemas de Conexión:** En las conexiones, principales, intermedias y horizontales, existen dos esquemas reconocidos para realizarlas:

Conexión Cruzada. Un esquema de conexión entre el cableado, los subsistemas y equipos, utilizando cables de parcheo o jumpers que en cada extremo, se unen por en cada lado al conector de algún hardware.

Interconexión. Un esquema de conexión que proporciona la conexión directa de cables individuales con otros cables o con el cable de algún equipo sin un patch cord.

Conocer estos tipos de facilidades permite tomar decisiones apropiadas en cuanto al tamaño y distribución de los cuartos de telecomunicaciones con la mejor adaptación a las necesidades en instalaciones específicas.

Requerimientos Generales para los Cuartos de Telecomunicaciones

Altura: La altura mínima recomendada al cielo raso es de 2.6 metros. Cuando en el techo un sistema de distribución es utilizado los diseños de los cuartos de telecomunicaciones toman en cuenta las trayectorias adecuadas, espacios de luz abiertos y otros obstáculos dentro de un espacio accesible en el techo.

Conductos: Ubicar los sistemas de entrada y salida de conductos en lugares donde sea fácil jalar y terminar el cableado. El número y tamaño de los conductos utilizados para acceder el cuarto de telecomunicaciones varía con respecto a la cantidad de áreas de trabajo, sin embargo se recomienda por lo menos tres o cuatro conductos para la distribución del cable del backbone.

Los conductos de entrada deben contar con elementos de retardo de propagación de incendio "Barreras contra incendio".

Puertas: Los cuartos de telecomunicaciones se diseñan para tener puertas de acceso con apertura completa, o puertas desmontables con por lo menos 91 centímetros de ancho y 2 metros de alto, tener llave de seguridad, la puerta debe abrir al ras del suelo y no debe tener molduras centrales.

Polvo y electricidad estática: Se debe evitar el polvo y la electricidad estática utilizando piso de concreto, terrazo, loza o similar en lugar de utilizar alfombra.

Control ambiental: Se establece que los cuartos de telecomunicaciones, deben tener un control ambiental las 24 horas al día y los 365 días del año, esto incluye temperatura, humedad relativa y cambio de aire al menos una vez cada hora.

En cuartos que no tienen equipo electrónico, la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse entre 10 y 35 °C y la humedad relativa menor a 85%.

En cuartos que si tienen equipo electrónico, la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse entre 18 y 24 °C y la humedad relativa entre 30% y 55%.

Cielos falsos: Para permitir la máxima flexibilidad y accesibilidad a las trayectorias del cableado, el uso de cielos falsos en los cuartos de telecomunicaciones no está permitido.

Protección contra incendios: Si se instalan rociadores aéreos, deben colocarse cajas de seguridad para evitar una activación accidental. Si se utilizan sistemas con tubos de agua, es recomendable tener desagüe para proteger al equipo del contacto del agua por una posible fuga.

Para prevenir daños por agua, se puede considerar utilizar sistemas rociadores de gas para controlar el fuego.

Prevención de inundaciones: Los cuartos de telecomunicaciones deben estar libres de cualquier amenaza de inundación. El cuarto de telecomunicaciones no debe ubicarse debajo o cercanos a cualquier tubería de agua que pueda representar peligro alguno.

Sistema de tierras: Todos los equipos y las protecciones de cables deben estar aterrizados en forma apropiada.

Iluminación: Se debe proporcionar un mínimo equivalente a 540 lux medido a un metro del piso terminado. La iluminación debe estar a un mínimo de 2.6 metros del piso terminado. Se debe utilizar pintura de color claro en los interiores para mejorar la iluminación. Se recomienda el uso de luces de emergencia.

Localización: Con el propósito de mantener la mínima (con un máximo permitido de 90 metros) distancia del cableado horizontal, se recomienda localizar el cuarto de telecomunicaciones lo más cerca posible del centro del área a servir. Algunas veces la ubicación del cuarto de telecomunicaciones es limitada por la distancia máxima permitida para el cableado horizontal.

Alimentación de Corriente Eléctrica: Deben contarse con tomas de corriente suficientes para alimentar los dispositivos a instalarse en el cuarto de comunicaciones. El estándar establece que debe haber un mínimo de dos tomas de corriente dobles de 220V C.A. dedicados de tres hilos. Deben ser circuitos separados de 15 a 20 amperios. Estas dos tomas de corriente podrían estar dispuestas a 1.8 metros de distancia uno de otro. Considerar alimentación eléctrica de emergencia con activación automática. En muchos casos es deseable instalar un cuadro de control eléctrico dedicado al cuarto de telecomunicaciones. La alimentación específica de los dispositivos electrónicos se podrá hacer con UPS y regletas montadas en los armarios.

Separado de estas tomas deben haber tomas de corriente dobles para herramientas, equipo de prueba etc. Estas tomas de corriente deben estar a 15 cm. del nivel del suelo y dispuestos en intervalos de 1.8 metros alrededor del perímetro de las paredes.

El cuarto de telecomunicaciones debe contar con conexión de tierra al sistema de tierras del edificio que a su vez debe estar conectada mediante un cable de mínimo 2.5 mm con aislamiento amarillo al sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones según las especificaciones de ANSI/EIA-607.

Seguridad: El cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse bajo llave. Se debe asignar llaves a personal autorizado que permanezca en el edificio.

Debe existir un responsable el cual controlará los accesos al cuarto de telecomunicaciones, de ser posible instalar un sistema en el cual se registre cuando y quien accesa al cuarto de telecomunicaciones

Nota: Para evitar algún tipo de riesgo de accidente, siempre se debe tratar de mantener el cuarto de telecomunicaciones limpio y ordenado.

Tamaño del cuarto de telecomunicaciones: El tamaño de los cuartos de telecomunicaciones depende de sus funciones y del tamaño del espacio al que da servicio dentro del piso

Paredes de los armarios: Si no se tienen racks instalados, por lo menos una de las paredes del cuarto deben tener láminas de plywood A-C de 20 milímetros de espesor y de 2.4 metros de alto para asegurar que ésta es capaz de soportar el peso de los equipos.

Diseño del Cuarto de Telecomunicaciones

El diseño apropiado de un Cuarto de Telecomunicaciones incluye una conexión horizontal la cual proporciona una distribución del cableado horizontal hacia el piso al cual se da servicio. Esta conexión es capaz de proporcionar una conexión del cableado horizontal hacia los equipos de telecomunicaciones los cuales dan servicio al piso del edificio y hacia el cableado vertical y/o backbone de:

- Otros cuartos de telecomunicaciones.
- Cuartos de Equipamiento.
- Acometidas.

El cuarto de telecomunicaciones está también diseñado para albergar equipos de telecomunicaciones.

A continuación se listan los requerimientos para el diseño de los cuartos de telecomunicaciones.

Administración, El diseñador debe:

- Realizar los registros y documentos pertenecientes al diseño, diagramas y especificaciones de telecomunicaciones de las trayectorias, espacios y sistemas de cableado.
- Establecer un sistemático y completo principio para identificar los elementos de la infraestructura de telecomunicaciones, así como, procedimientos para llevar a cabo la administración del sistema de telecomunicaciones y los cambios necesarios.

Cuando una instalación es finalizada, el diseñador deberá proporcionar toda la información pertinente a él o los encargados de administrar la red

Conductos, Cajas de distribución y tubos

Para distribuir el cableado del backbone hacia cada cuarto de telecomunicaciones, se debe utilizar conductos, cajas de distribución y tubos.

Acoplamiento y puesta a Tierra

Además de los requerimientos generales de tierras, los siguientes requerimientos deberán tomarse en cuenta:

- Si son necesarios múltiples sistemas de tierras o algún subsistema de tierras, se debe utilizar en el sistema una barra de cobre.
- Si el cable del backbone es suministrado por un proveedor de servicios, se le deberá consultar para determinar cualquier requerimiento especial de tierras que pueda necesitarse.

Área de servicio en el piso del edificio

Debe existir al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipos por piso.

Si el área de trabajo a la cual se le dará servicio excede los 1,000m² o si la longitud del cable horizontal entre los conectores del cuarto de telecomunicaciones y los nodos de servicio exceden los 90 m, serán necesarios múltiples cuartos de telecomunicaciones.

Dimensiones

Los requerimientos en cuanto al tamaño de los cuartos de telecomunicaciones están basados en distribuir los servicios de telecomunicaciones en un área de trabajo individual de 10 m² de espacio utilizado en el piso, el tamaño mínimo de los cuartos de telecomunicaciones se muestra en la siguiente tabla:

Área (A) de servicio en m ²	Medidas mínima en m
$A < \delta = 500$	3.0 X 2.2
$500 < A < \delta = 800$	3.0 X 2.8
$800 < A < \delta = 1000$	3.0 X 3.4

Tabla 2.3 Dimensiones de los cuartos de telecomunicaciones

Espacios libres

Durante el diseño de los cuartos de telecomunicaciones de debe tratar de dejar espacios libres entre los equipos y/o los dispositivos donde se rematan los cables, a continuación se listan algunos requerimientos de espacio:

- Un mínimo de 1 metro de espacio libre entre los equipos y los campos para conectores

- Los Racks o Gabinetes deberán distribuirse en un espacio de al menos 80 cm de ancho y 2.3 m de altura por cada Rack o Gabinete con al menos 80 cm de separación entre los frentes o partes traseras de racks o gabinetes.
- En las esquinas del cuarto de telecomunicaciones es recomendable dejar un espacio libre de un mínimo de 30 cm.

Estándares relacionados:

- Estándar ANSIRRIA/EIA-568-B de Alambrado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.
- Estándar ANSIRRIA/EIA-569 de Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.
- Estándar ANSIRRIA/EIA-606 de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.
- Estándar ANSIRRIA/EIA-607 de Requerimientos de Puesta a Tierra y Punteado de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.
- Manual de Métodos de Distribución de Telecomunicaciones de Building Industry Consulting Service International.
- ISO/IEC 11801 Generic Cabling for Customer Premises.
- National Electrical Code 1996 (NEC).
- Código Eléctrico Nacional 1992 (CODEC).

4) Subsistema del Cableado Horizontal

El sistema de cableado horizontal consta de dos elementos básicos:

- El Cableado horizontal y la conexión de hardware (también llamado "cableado horizontal") proporcionan el medio para transportar las señales de telecomunicaciones entre el enchufe/conector de telecomunicaciones en el área de trabajo y la interconexión horizontal en el closet de telecomunicaciones. Estos componentes son los "contenidos" de las rutas y espacios horizontales.
- Las rutas y espacios horizontales (también llamado "sistema de distribución horizontal") se utilizan para distribuir y soportar el cableado horizontal y la conexión del hardware entre el enchufe del área de trabajo y el closet de comunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" para el cableado horizontal.

NOTA: El término "horizontal" evolucionó desde la orientación horizontal que fue típico de este segmento en la construcción del cableado. Sin embargo, la orientación física del cableado no debe relacionarse con su clasificación horizontal o vertical.

El sistema de cableado horizontal incluye:

- Los enchufes en las áreas de trabajo.
- Cables y conectores de transición o puntos de consolidación instalados entre los enchufes del área de trabajo y el closet de telecomunicaciones.
- Bloques de interconexión y los paneles de parcheo.
- Los jumpers y cables de parcheo usados para configurar las conexiones del cableado horizontal en el closet de telecomunicaciones.
- Espacios, rutas y estructuras usados para distribuir y soportar el cableado horizontal.

NOTA: los cables horizontales no incluyen los cables del área de trabajo o el cableado de los equipos. Sin embargo, la longitud y tipo de cable requerido para conectar los equipos de comunicaciones para el cableado horizontal tendrá un efecto significativo en el desempeño del sistema terminal a terminal y deberá tomarse en cuenta cuando se planea algún sistema.

El cableado horizontal se caracteriza por:

- Contener más cables que el cableado vertical.
- Es menos accesible que el cableado vertical.

Por lo tanto, los costos al realizar cambios en el cableado horizontal pueden ser muy altos. Para evitar estos costos, el cableado horizontal debe ser accesible para manipular un ancho rango de aplicaciones para usuarios. el elegir el tipo de cable y la metodología de distribución es crítico para la capacidad del sistema de cableado horizontal para instalar diversas necesidades y aplicaciones a los usuarios. Además, el sistema de distribución horizontal deberá ser diseñado para hacer el mantenimiento y la relocalización tan fácil como sea posible.

Consideraciones de diseño

El diseñador para distribución de las telecomunicaciones deberá asegurarse de que el diseño del sistema:

- Se realice para alcanzar el óptimo uso de la capacidad del sistema de cableado horizontal para ajustar cambios.
- Comprende los componentes basados en estándares, garantizando la independencia del fabricante.

Cableado Horizontal y Conexión del Hardware

Los requerimientos en esta sección son armonizados con los requerimientos del cableado horizontal especificados en ANSI/TIA/EIA-568-B.

Consideraciones de diseño

El cableado horizontal deberá ser diseñado para instalar diversas aplicaciones de usuario, incluyendo:

- Comunicaciones de voz.
- Comunicaciones de datos.
- Redes de área local.

Para satisfacer necesidades futuras de crecimiento en el cableado, el cableado horizontal deberá:

- Proporcionar una distribución flexible del cableado para ubicaciones en el área de trabajo.
- Facilitar el continuo mantenimiento y reubicación.
- Ajustar futuros cambios de equipos y servicios.

Longitud del Cableado

Las longitudes máximas en la distribución horizontal del cableado son la que se muestran en la siguiente tabla.

Cableado Horizontal ...	No de ser mayor que...
Desde la interconexión horizontal hasta la roseta/conector.	90 m (295 ft).
Utilizado para cable de parcheo y jumper de interconexión en la interconexión horizontal.	6 m (20 ft). Ver notas.

Tabla 2.4 Longitud del cableado en el subsistema horizontal.

Estos límites aplican a todo tipo de cableado horizontal.

NOTAS: Al establecer límites en la longitud del cableado horizontal, un complemento de 10 metros (33 ft) se estableció para la longitud combinada de los cables de parcheo y los cables utilizados para conectar el equipo en el área de trabajo y el closet de telecomunicaciones. Todos los cables para equipos deberán satisfacer los mismos requerimientos de rendimiento como los cables de parcheo, los cables del equipo difieren de los cables de parcheo y de los jumper de interconexión en que estos unen directamente al equipo activo.

Los 6 metros (20 ft) de longitud máxima especificados para los cables de parcheo no incluye el largo adicional necesario para conectar al equipo activo.

Topología

El cableado horizontal deberá instalarse en topología de estrella. Cada salida en el área de trabajo deberá cablearse directamente a una interconexión en el closet de telecomunicaciones

excepto cuando se requiere un punto de consolidación para conectar al cableado en una oficina abierta o cuando se requiere un punto de transición para conectar el cable bajo la alfombra. El cableado horizontal deberá rematarse en un closet de telecomunicaciones el cual está en el mismo piso que el área a la que dará servicio.

El cableado entre closets de telecomunicaciones está considerado como parte del cableado vertical o backbone. Tales conexiones entre closets pueden utilizarse por una configuración "bus virtual" y "anillo virtual" esquematizado utilizando una topología en estrella.

Puntos de consolidación y transición

El cableado horizontal no puede tener más de un punto de consolidación o transición entre las diferentes formas del mismo tipo de cable.

Los conectores del punto de consolidación o transición deben satisfacer los requerimientos de desempeño y fiabilidad especificado en la norma ANSI/TIA/EIA-568-B.

Cable excedente

Cuando el cable se proceda a ser instalado, considere dejar algo adicional en ambas puntas para ajustar futuros cambios en el sistema de cableado. Aunque la cantidad exacta del excedente requerido depende del tamaño y distribución de la conexión del equipo del cuarto de telecomunicaciones y del área de trabajo, la cantidad mínima recomendada de excedente en:

- El cuarto de telecomunicaciones es 3 m (10ft.).
- La roseta es:
 - 1 m (3.3 ft.) para fibra óptica.
 - 30 cm (12 ft.) para par trenzado.

Se debe incluir el cable excedente en todos los cálculos de longitud para asegurar que el cable horizontal no exceda los 90 m (295 ft.).

Consideraciones para puesta a tierra y colocación

Cuando sea aplicable, el cableado horizontal y la conexión del hardware deberá ser puesto a tierra y sujetado. Una inadecuada puesta a tierra del cableado de telecomunicaciones pone un serio riesgo a la seguridad e incrementa la susceptibilidad de los cables a interferencia electromagnética.

Cuando ponga a tierra el cableado de telecomunicaciones, asegúrese de que:

- La instalación se ajuste con las prácticas y reglas correctamente.
- Debe contarse con un sistema de tierras probado en el cuarto de telecomunicaciones para:

- o El chasis de interconexión.
- o Los estantes del panel de parcheo.
- o Equipo activo de telecomunicaciones.
- Los requerimientos de puesta a tierra de los fabricantes de equipo sean seguidos.

Interferencia electromagnética

El diseñador deberá evitar fuentes posibles de interferencia electromagnética como una primera consideración cuando seleccione el tipo de cableado horizontal y diseñe la distribución de las rutas horizontales. Normalmente las fuentes de interferencia electromagnética incluyen:

- Motores eléctricos, transformadores y luz fluorescente que residen en el cuarto cercano al cableado.
- Fotocopadoras que comparten espacio con cables y equipo de telecomunicaciones.
- Cables de energía que suministran a tales equipos.

Una de las maneras de evitar interferencia electromagnética es mantener una separación física entre las posibles fuentes y el cableado.

Cruzamientos

Un sistema de cableado cruzado es una transposición de pares o fibras ópticas que permite a cada par o fibra conectar a un transmisor en una punta y un receptor en la otra. Cuando el sistema de cableado cruzado sea requerido, éstos deben documentarse y etiquetarse.

Para enlaces de cableado UTP de 100 ohms, realice todas las conexiones rectas sin cruzarlos entre pares o conductores. Si se requieren cruzamientos para una aplicación en particular con UTP, estos pueden utilizarse únicamente fuera del sistema de cableado horizontal. Los cables o adaptadores de aplicación especial o equipo específico son a veces utilizados para este propósito.

Cableado Horizontal

Tipos de Cable

- Par trenzado sin blindar de 100 ohms.
- Fibra óptica de 62.5/125 μm .
- Par trenzado blindado de 150 ohms.

Selección del Medio de Transmisión en el Sistema Horizontal

Para proveer de comunicaciones de voz y datos en un edificio comercial, un mínimo de dos cables deben colocarse para dos salidas de telecomunicaciones en un área de trabajo individual. Las dos

salidas en cada área de trabajo permiten soportar múltiples aplicaciones de telecomunicaciones de escritorio.

El cableado horizontal colocado a cada área de trabajo individual deberá consistir de salidas conectadas a:

- Cuatro pares de cable UTP de 100 ohms (Categoría 5 o mayor).
- Fibra óptica doble multimodo de 62.5/125 μm .
- Dos pares de cable STP-A de 150 ohms.

Cables Híbridos

Un cable híbrido es un cable que consta de una cubierta común que contiene:

- Dos o más tipos de cable.
- Dos o más unidades del mismo tipo de cable.

Entre las desventajas de los cables híbridos son que estos:

- Tienden a limitar la flexibilidad del sistema de cableado.
- Son más difíciles para administrar que los cables separados.
- Ocupan demasiado espacio en las rutas a grandes radios de curvatura o cuando uno de los componentes híbridos es dañado o no aprovechado.

Una de las ventajas de los cables híbridos es que pueden reducir los costos de instalación en casos donde no pueden emplearse múltiples cables.

5) Subsistema de Área de Trabajo

Equipo de conectividad Horizontal

El equipo de conectividad para el cableado horizontal incluye:

- Salidas / conectores de telecomunicaciones.
- Conectores usados en las conexiones cruzadas.
- Conectores de punto de consolidación y de transición.

Todo el hardware de conectividad utilizado para conexiones en el cableado horizontal deberá cumplir los requerimientos de fiabilidad, seguridad y desempeño de transmisión especificado en: ANSI/TIA/EIA-568-B

Conexiones a equipos

No conectar los cables horizontales al equipo de telecomunicaciones. Sin embargo, use el apropiado hardware de conectividad y cable de equipamiento para realizar la conexión. Localice los paneles de parcheo y los bloques de conexiones cruzadas de manera que la longitud total de los cables y los cordones utilizados para conectar equipos en área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones, añadiendo el cable de parcheo, no exceda los 10 metros.

- Salidas de Telecomunicaciones.
- Adaptadores de cableado.
- Sistemas de cableado de oficina abierta.
- Ensamble de salida de telecomunicaciones multiusuario.
- Punto de consolidación.
- Ubicación de ensambles de salida de telecomunicaciones multiusuario y puntos de consolidación.
- Salidas de cable UTP de 100 ohms.
- Categorías de desempeño para UTP de 100 ohms.
- Selección de la categoría.
- Fibra óptica de 62.5/125 μm .
- Fibra óptica de 50/125 μm .
- Salida de cable ScTP.

Jumpers para conexiones cruzadas y cordones de parcheo

Los cables utilizados para configuraciones adicionales, movimientos y cambios son tan críticas para el desempeño de la transmisión como tender el cableado horizontal. Los jumpers de conexiones cruzadas y los cables usados para los cordones de parcheo deben cumplir los requerimientos de desempeño descritos en la norma ANSI/TIA/EIA-568-B. Para cableado UTP los jumpers y los cables de parcheo deben ser por lo menos de la misma o de mayor categoría que el cableado para tales conexiones.

Utilizando cordones de parcheo con terminado de fabricante puede reducir variaciones en el desempeño.

Todo cable de equipamiento en el área de trabajo y cuarto de telecomunicaciones debe cumplir los mismos requerimientos de desempeño como los cordones de parcheo.

Requerimientos de longitud

Los jumpers para conexión cruzada y los cordones de parcheo del subsistema horizontal no deben exceder una longitud de 5 metros por enlace. Los diseñadores del sistema lo deben planear para una longitud en el cable de 10 metros para los cordones de parcheo y para las conexiones del equipo en el área de trabajo y cuarto de telecomunicaciones. Esta longitud en adición a los 90 metros de cable permitidos entre la conexión cruzada del subsistema horizontal y el conector / salida de telecomunicaciones.

Sistemas de distribución del cableado horizontal

Los espacios y rutas del horizontal ó sistema de distribución horizontal, constan de estructuras que albergan, protegen y soportan los cables del horizontal entre:

- Las salidas de Telecomunicaciones utilizadas para conectar el equipo de un área de trabajo (voz, datos y video) con el área de trabajo.
- Conexiones cruzadas del horizontal al servicio de los cuartos de telecomunicaciones.

Cuando se diseña un edificio, la disposición y la capacidad de los sistemas de distribución horizontal deben cuidadosamente documentarse en los planos del piso así como otras especificaciones de distribución. El diseñador de la distribución de las telecomunicaciones es el responsable de asegurar que estos sistemas sean construidos con flexibilidad para adecuar las expansiones y cambios de los usuarios.

El sistema de distribución horizontal debe diseñarse para manejar todo tipo de cable de telecomunicaciones (Teléfono, datos y video). Cuando se determina el tipo y dimensiones de las trayectorias para el cableado es necesario:

- Considerar la cantidad y la dimensión de los cables a los cuales se pretende dar cabida en la trayectoria.
- Considerar el crecimiento de las áreas de servicio y de trabajo.

Consideraciones de diseño

Diseñar y seleccionar el tipo y la disposición del sistema de distribución horizontal cuidadosamente. Después de que se construye un edificio, puede ser más difícil lograr el acceso hacia el cableado horizontal que hacia el cableado del backbone, así, la destreza, el esfuerzo y el tiempo requerido para realizar cambios en el cableado horizontal puede resultar muy grande.

Cuando se diseña y selecciona el sistema de distribución horizontal, es importante tomar en cuenta la capacidad del diseño para:

- Adaptar los cambios en el cableado.
- Minimizar la interrupción del usuario cuando se interviene en los espacios y trayectorias horizontales.

Además de soportar las necesidades de los usuarios actuales, el sistema de distribución horizontal debe:

- Facilitar el mantenimiento en las salidas del cableado horizontal.
- Adaptarse a futuras adiciones y cambios en el cableado, equipos y servicios.

El diseño de trayectorias debe permitir un tendido mínimo de 3 cables por área de trabajo individual, aún y cuando, solamente sean requeridos dos cables por área, la capacidad adicional de la trayectoria es necesaria para facilitar los cambios y adiciones futuras que las necesidades de los usuarios alcancen.

Interferencia Electromagnética

La interferencia electromagnética es una consideración importante en el diseño de espacios y trayectorias, se debe establecer una distancia de las fuentes de energía electromagnética con respecto de los elementos de la infraestructura de telecomunicaciones que consecuentemente resultará en una separación de su contenido.

Se deben ubicar espacios y trayectorias de telecomunicaciones lejos de las fuentes de interferencia electromagnética tales como cables de energía eléctrica, transformadores, fuentes y transmisores de radio frecuencia, motores y generadores grandes, inductores de calor, equipo de rayos X y copiadoras.

Utilizar para las trayectorias guías metálicas aterrizadas para reducir el ruido entre los cables de telecomunicaciones y las fuentes de EMI (ElectroMagnetic Interference). La instalación del cable cerca de una superficie metálica también reduce la inducción de ruido.

El uso de supresores de picos de voltaje en los circuitos eléctricos puede limitar la propagación de variaciones eléctricas así como su interferencia asociada.

2.2. Normas Nacionales

La Normalización de las Telecomunicaciones en México

En el sector de las telecomunicaciones de nuestro país fue relativamente sencillo lograr ese pacto durante mucho tiempo, toda vez que, en el marco de una política comercial de "fronteras cerradas", las negociaciones correspondientes se realizaban entre unos cuantos productores de bienes y servicios, los consumidores y la autoridad; no obstante, en los años recientes - y particularmente en la última década, en la que nuestro país ha realizado una total renovación en sus políticas comerciales internas y externas para adaptarse a un mundo que cambia vertiginosamente para mantener, con ello, una perspectiva de mercado global - el pacto que conlleva a la normalización se ha ido complicando.

En este sector de las telecomunicaciones, se creó el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CCNN-CTI), el cual dejó de funcionar a partir del 5 de marzo de 1998, para dar paso a la creación de dos nuevos comités: el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Telecomunicaciones (CCNN-T), presidido por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) y el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Radiodifusión, Telegrafía y Servicio Postal (CCNN-RTSP), presidido por la Subsecretaría de Comunicaciones de la SCT.

En el contexto de la relación internacional cotidiana en la que estamos evolucionando, armonizar los intereses de fabricantes de muy diversas latitudes, que poseen tecnologías variadas y muchas veces diferentes, con los intereses de los productores, distribuidores y consumidores nacionales, no ha resultado una tarea sencilla. Pese a ello, México ha venido desarrollando acciones firmes para sentar las bases de una cultura propia y un proceso de normalización continuo, con el necesario orden y oportunidad que estos asuntos demandan.

Así, entre las acciones más relevantes en este sentido, podemos destacar:

- La promulgación y actualización de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).
- La integración y el funcionamiento de la Comisión Nacional de Normalización (CNN) y de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización (CCNN), los cuales cuentan con la participación entusiasta y la representación de todos los sectores de interés, tanto públicos como privados.
- El fomento de la participación de las diversas instancias del Sector Privado en las tareas de normalización y evaluación de la conformidad. Como ejemplo de esto podemos mencionar en lugar relevante al organismo denominado "Normalización y Certificación electrónica, A.C." (NYCE).
- La negociación y puesta en marcha de convenios y tratados bilaterales y multilaterales para desarrollar el libre comercio internacional con México, así como la participación de nuestro país en organizaciones internacionales (TLCAN, OMC, OCDE, APEC).

- El impulso a la participación, tanto del Sector Privado como del Gobierno Mexicano, en los foros internacionales para el desarrollo y la cooperación en materia de telecomunicaciones (UIT, CITEI, ISO, IEC).
- Los trabajos relativos a los programas nacionales de Normalización 1998 y 1999 en materia de telecomunicaciones, en el marco del CCNN-T.
- Los trabajos conjuntos entre la autoridad federal de las telecomunicaciones y la industria, en torno a la elaboración de un nuevo Procedimiento de Homologación de Equipo de Telecomunicaciones, el cual se encuentra en proceso.
- La continuación de las negociaciones para instrumentar y poner en operación en sus debidos plazos, diversos acuerdos de reconocimiento mutuo de resultados de la evaluación de la conformidad (MRA) con nuestros socios comerciales internacionales.
- El estudio permanente de las recomendaciones internacionales para obtener referencias válidas para retroalimentar el esfuerzo nacional de normalización.

En el esquema de elaboración de normas oficiales mexicanas de telecomunicaciones que se muestra en este artículo, se indican los pasos del procedimiento correspondiente y los roles que juegan los actores involucrados en el proceso. También se enmarcan los tiempos legales previstos para cada una de las acciones.

El Comité Consultivo Nacional de Normalización de Telecomunicaciones (CCNN-T)

Con fecha 9 de julio de 1998, la Comisión Federal de Telecomunicaciones a través de su Presidente, Javier Lozano Alarcón, convocó a entidades y organizaciones relacionadas con las telecomunicaciones para que designaran al personal técnico que las represente en los trabajos del CCNN-T, solicitando asimismo la presencia de las personas designadas para constituir e integrar formalmente dicho Comité el día 22 de julio de 1998.

El CCNN-T determinó la formación de tres sub comités: el de Redes de Telecomunicaciones, el de Radiocomunicaciones y Servicios Satelitales y el de Tecnologías de la Información, los cuales, una vez instalados, se dieron a la tarea de ejecutar el Programa Nacional de Normalización 1998 (PNN-98) en los temas correspondientes. Para ello se formaron 15 Grupos de Trabajo, mismos que se abocaron a elaborar cada uno los anteproyectos de la misma cantidad de Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Actualmente, cuatro de esos anteproyectos se han concluido, están aprobados por el CCNN-T como proyectos de NOM y han sido publicados en el Diario Oficial de la Federación para el conocimiento y opinión de todos los interesados.

Los demás temas que formarán parte del PNN-99 para que sean concluidos y publicados durante el presente año, siguen desarrollándose hasta la fecha, presentando diferentes grados de avance.

El Proceso de Homologación de Productos De Telecomunicaciones.

Tomando en cuenta que el fomento al comercio de aparatos y demás productos utilizados en el sector de las telecomunicaciones es una de las aplicaciones más importantes de la normalización, a fin de que quienes fabriquen, importen, comercialicen y utilicen estos productos cumplan con ciertas características y especificaciones establecidas en las normas técnicas, es preciso asegurar su cumplimiento mediante los procedimientos de autorización de equipo, que en México reciben el nombre de homologación. La Homologación es, de acuerdo con el Artículo 7 fracción V de la Ley Federal de Telecomunicaciones, el acto por el cual la Secretaría de Comunicaciones y Transportes reconoce oficialmente que las especificaciones de un producto destinado a telecomunicaciones satisfacen las normas y requisitos establecidos, por lo que puede ser conectado a una red pública de telecomunicaciones o hacer uso del espectro radioeléctrico. De acuerdo con el Decreto de creación de la COFETEL (DOF: agosto 9 de 1996), con su Reglamento Interno (DOF: diciembre 9 de 1996) y con el Reglamento Interior de la SCT (DOF: octubre 29 de 1996), corresponde a la COFETEL establecer los procedimientos para la adecuada homologación de equipos.

Actualmente la COFETEL está llevando a cabo la reformulación de los procedimientos de homologación a fin de incorporar los elementos pertinentes de las reformas a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, del Reglamento de dicha Ley y de los acuerdos y tratados que el país ha estado celebrando en diferentes instancias de relaciones internacionales.

En el desarrollo de estos trabajos de revisión y replanteamiento de los procedimientos de homologación, la autoridad ha trabajado de manera conjunta con la industria de las telecomunicaciones, agrupada en la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones e Informática (CANIETI), en la Cámara Nacional de la Industria de Televisión por Cable y en las asociaciones industriales especializadas, tomando en cuenta la opinión, análisis y discusión de otros sectores de interés de las telecomunicaciones del país.

México requiere actualmente de un intenso trabajo en todos los sectores para desarrollar la normalización, tanto obligatoria como voluntaria, que le permita tener una adecuada participación en la Economía Global. Pese a que en los últimos tiempos se ha logrado crear una infraestructura básica de normas, el número de normas oficiales mexicanas es todavía reducido para hacer frente a los requerimientos nacionales y a los compromisos internacionales. En materia de telecomunicaciones, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en particular la COFETEL, están impulsando junto con la industria y las diferentes instancias académicas, profesionales y gremiales, la generación de una normalización acorde con las condiciones nacionales e internacionales en esta importante rama de la economía.

La modernización del país, que en buena medida pasa por la evolución de su infraestructura de telecomunicaciones, requiere de la existencia de normas nacionales tanto para la selección de las mejores opciones tecnológicas como para realizar las adquisiciones correspondientes en las mejores condiciones. Es por eso que el Área General de Ingeniería y Tecnología de la COFETEL

ha dispuesto en su estructura funcional una Dirección de Normas y Regulaciones Técnicas, adscrita a la Dirección General de Estudios Técnicos, Investigación y Desarrollo (DGETID), para que de manera regular y en forma programada realicen actividades de fomento y regulación de la normalización de las telecomunicaciones en nuestro país, incluyendo sus necesarios procedimientos de evaluación de la conformidad y los correspondientes a la homologación o autorización de productos empleados en el sector.

2.3. Normas Universitarias

Normatividad Universitaria

Título Primero "Telecomunicaciones"

Sección "A" Disposiciones Generales

1. Para efectos del presente documento se entenderá por:
 - a) Comisión de Telecomunicaciones: es la instancia encargada de asesorar al Rector respecto a las políticas y plan de desarrollo de las telecomunicaciones en la UNAM dependiente del Consejo Asesor de Cómputo;
 - b) DGSCA: a la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico;
 - c) Dependencias: a las dependencias centralizadas y descentralizadas de la UNAM;
 - d) Dependencias externas: a las dependencias que se encuentran fuera de Ciudad Universitaria;
 - e) Dependencias descentralizadas: a las dependencias que tienen presupuesto propio asignado para el pago del servicio telefónico (partida 252);
 - f) Telecomunicaciones: sistema integrado por medios de emisión, transmisión y recepción de señales (voz, datos, sonidos, imágenes y video) que utilizan bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico en cualquier medio como lo son: enlaces satelitales, cableados de fibra óptica y de cobre, así como centrales, dispositivos de conmutación, enrutadores y cualquier otro medio físico necesario para la transmisión de información;
 - a) RIT-UNAM: Red Integral de Telecomunicaciones de la UNAM constituida por la integración de las redes de voz, datos y video para la transferencia de información entre las dependencias universitarias y otras redes públicas y privadas a nivel local, nacional y mundial;

- b) **RedUNAM:** Forma parte de la RIT y corresponde a la red de datos de la UNAM que permite la conexión a Internet.
2. La DGSCA, auxiliada por la Comisión de Telecomunicaciones presentará anualmente el Plan Global de Desarrollo de Telecomunicaciones al Consejo Asesor de Cómputo.
 3. La DGSCA será la única instancia facultada para:
 - a) Regular la instalación del equipo de telecomunicaciones;
 - b) Efectuar toda gestión ante empresas e instituciones externas proveedoras de servicios de telecomunicaciones a la UNAM.
 4. La DGSCA se encargará de unificar y estandarizar la tecnología en materia de telecomunicaciones para ofrecer un adecuado servicio a las dependencias.
 5. La DGSCA mantendrá y garantizará la seguridad e integridad de la infraestructura de telecomunicaciones, por tal motivo se restringe el uso de equipos y programas de análisis y medición de la red de telecomunicaciones (Sniffer y Scanners) a esta instancia.
 6. Las entidades académicas y dependencias del interior del país proporcionarán a la DGSCA la información necesaria referente a los servicios de telecomunicaciones con que cuentan, así como de los servicios nuevos que adquieran, con la finalidad de ser considerados dentro de los paquetes corporativos que tiene la UNAM para tal efecto y lograr la integridad de la RIT.
 7. La DGSCA establecerá los procedimientos necesarios para que todo gasto generado por la instalación de los servicios de telefonía y red quede reflejado por dependencia.
 8. Con objeto de planear y coordinar los cambios derivados de remodelaciones o modificaciones a sus instalaciones, las dependencias deberán notificar a la DGSCA para que coordine la proyección de los cambios que afecten la infraestructura de Telecomunicaciones, evitando de esta forma que se dañe o fraccione la misma en las dependencias universitarias.
 9. La Dirección General de Obras y Servicios Generales enviará a la DGSCA el calendario de obra nueva y rehabilitación, con la finalidad de que sean incluidos en el Plan Global de Desarrollo de Telecomunicaciones y se elaboren los proyectos correspondientes de telecomunicaciones.
 10. La Comisión de Telecomunicaciones propondrá proveedores para la adquisición de equipo de telecomunicaciones, y de esta forma el Comité de Compras y Servicios de la UNAM designe a los mejores, conforme a la normatividad vigente.

11. La Comisión de Telecomunicaciones recomendará anualmente o antes si es necesario, los montos de actualización de todas las tarifas para la utilización de los servicios de telecomunicaciones.
12. La Comisión de Telecomunicaciones asesorará y recomendará a la Dirección General de Patrimonio Universitario sobre las compañías de seguros que ofrezcan el mejor costo/beneficio para los equipos de telecomunicaciones.

Sección "B" Del Mantenimiento a Equipo de Telecomunicaciones

- 1) La DGSCA, después de evaluar la calidad, seriedad y solidez de las empresas de mantenimiento de equipo de telecomunicaciones, emitirá un catálogo de proveedores registrados que darán mantenimiento al equipo de telecomunicaciones.
- 2) Las dependencias sólo contratarán servicios de mantenimiento con los proveedores registrados.
- 3) El titular de cada dependencia será responsable de que todo el equipo de telecomunicaciones cuente con mantenimiento preventivo y correctivo durante la vida útil del equipo.
- 4) La DGSCA dará el visto bueno a todos los contratos para los servicios de mantenimiento a equipos de telecomunicaciones que realicen las dependencias con proveedores externos a la UNAM, así como las externas y/o descentralizadas, evaluando el aspecto técnico de los contratos; los cuales se apegarán a las disposiciones emitidas por el Abogado General de la UNAM, quien los revisará y aprobará.
- 5) Los contratos para servicios de mantenimiento de equipo de telecomunicaciones contemplarán:
 - a) Un compromiso por parte del proveedor de tener un inventario mínimo de refacciones disponibles en el menor tiempo posible.
 - b) Costos bien determinados desde el momento de la contratación.
 - c) Un programa de trabajo que incluya por lo menos dos mantenimientos preventivos anuales, sin afectar los servicios que preste el equipo.
 - d) El proveedor proporcionará un equipo de soporte sin cargo alguno cuando el equipo no se repare en el tiempo convenido.

Sección "C" de la Red Integral de Telecomunicaciones (RIT-UNAM)

1. En caso de obra nueva o rehabilitación, la DGSCA participará en la elaboración del proyecto de infraestructura en telecomunicaciones apoyando a la DGOYC para conformar el proyecto global de instalaciones mediante el procedimiento establecido para tal efecto.

2. No se aprobarán modificaciones al proyecto solicitado en un término de dos años de haberse instalado Red y/o telefonía. Esto responde a que varias dependencias una vez terminada la instalación en un periodo corto, nuevamente solicitan cambios, generando nuevas solicitudes de trabajo que requieren más propuestas, limitando a su vez a otras dependencias para iniciar su proyecto.

Título Segundo "Telefonía"

Sección "A" Disposiciones Generales

1. La DGSCA será la instancia facultada para controlar los servicios de telefonía en la UNAM con las siguientes atribuciones:
 - a) Contratará y asignará las líneas de telefonía digital y directa.
 - b) Dictaminará y contratará los servicios adicionales ofrecidos por las compañías telefónicas para las líneas directas, incluyendo llamada en espera, sígueme, tres a la vez, identificador de llamadas y buzón de voz.
 - c) Dictaminará la asignación de teléfonos públicos.
 - d) Controlará los servicios de llamadas de larga distancia y a líneas de teléfonos celulares, incluyendo la activación y cancelación de claves personalizadas y liberación de líneas digitales y directas.
 - e) Proporcionará la asesoría técnica necesaria para la adquisición, por parte de las dependencias, de equipos, aparatos telefónicos y servicios, a fin de que sean compatibles con la infraestructura y los sistemas telefónicos de la UNAM.
 - f) Asignará equipos de telefonía celular y radiolocalización personal incluyendo contratación, renta, activación, consumo y cambio de equipo.
 - g) Autorizará los cambios, suspensión o baja de teléfonos celulares.
 - h) Dictaminará la asignación de servicios especiales.
2. Cada dependencia designará una persona que será el contacto con la DGSCA y a través del cual se llevará a cabo el control interno derivado del uso de los equipos de telefonía y de todos los requerimientos que dicha actividad implique.
3. La DGSCA será responsable de controlar el ejercicio de la partida Servicios de telefonía (partida 252) y Servicios de Telecomunicaciones (partida 258) por los siguientes conceptos:
 - a) Servicios telefónicos en su modalidad de renta, servicio medido y larga distancia;
 - b) Enlaces nacionales e internacionales;
 - c) Servicios por concepto de telefonía celular y radiolocalización personal.
4. La DGSCA sólo efectuará los pagos que correspondan a los servicios telefónicos contratados por la UNAM.

5. La DGSCA estará facultada para recuperar los gastos no autorizados en el uso de los servicios de telefonía.
6. En el caso de las dependencias descentralizadas, ellas mismas controlarán el presupuesto asignado a la partida Servicios de Telecomunicaciones(252).
7. La DGSCA notificará mensualmente a la Dirección General de Programación Presupuestal y a cada dependencia el estado de cuenta sobre sus consumos.

Sección "B" Telefonía Digital y Directa

Capítulo I Disposiciones generales

1. La DGSCA, después de evaluar la calidad, seriedad y solidez de las empresas proveedoras de equipo de telecomunicaciones, emitirá un catálogo de proveedores, equipos y aparatos telefónicos registrados que puedan ser adquiridos.
2. Las dependencias sólo podrán comprar equipo con los proveedores autorizados.
3. La DGSCA dará mantenimiento preventivo y correctivo al equipo de multilíneas de las dependencias que no cuenten con un contrato de mantenimiento o garantía.
4. Las dependencias solicitarán a la DGSCA asesoría técnica para la adquisición de equipos y aparatos telefónicos mediante el procedimiento establecido para tal efecto.

Capítulo II de la Asignación de Líneas de Servicio de Telefonía Digital y Directa

1. Las dependencias solicitarán a la DGSCA la asignación de líneas de telefonía digital y directa mediante el procedimiento establecido para tal efecto y conforme a los estándares establecidos en el Plan de Desarrollo de Telecomunicaciones de la UNAM.
2. La asignación de líneas directas se aprobará sólo si su uso no puede reemplazarse por una extensión digital y dichas líneas no excedan del 5% del total de los servicios asignados a la dependencia.
3. La DGSCA instalará equipos multilínea en las dependencias sólo en casos excepcionales y avalado por un estudio técnico elaborado por esta instancia.

Capítulo III de los Teléfonos Públicos

1. Las dependencias solicitarán a la DGSCA la asignación de teléfonos públicos mediante el procedimiento establecido para tal efecto.

Capítulo IV de los Servicios de Largo Distancia y Llamadas a Servicios "el que llama paga"

1. La DGSCA aprobará la liberación de líneas de larga distancia y/o llamadas que generan un costo a quien las origina ("el que llama paga", como es el caso de llamadas a teléfonos celulares) a petición del titular de las dependencias donde se justifique su uso.

2. La DGSCA será la única instancia facultada para efectuar toda gestión ante los proveedores para la contratación de servicios que generen costos a la UNAM como lo es el caso de larga distancia, entre otros.
3. El uso de claves personalizadas para el servicio que generan costos a la UNAM será únicamente para el sistema de telefonía digital, no así para líneas directas.
4. Los titulares de las dependencias solicitarán a la DGSCA la asignación, cambio o cancelación de claves personalizadas para servicios que generan costos a la UNAM mediante el procedimiento establecido para tal efecto.
5. Los titulares de las dependencias solicitarán a la DGSCA la liberación o cancelación del acceso a llamadas de larga distancia y/o a teléfonos celulares del sistema digital mediante el procedimiento establecido para tal efecto.
6. Los titulares de las dependencias serán responsables del control de los servicios que generan costos a la UNAM en sus líneas directas mediante la instalación de equipos de protección o solicitarán a la DGSCA la asignación, cambio y cancelación de claves personalizadas para el sistema de telefonía directa mediante el procedimiento establecido para tal efecto.
7. Los titulares de las dependencias solicitarán a la DGSCA la liberación o cancelación del acceso a llamadas de larga distancia y/o a teléfonos celulares del sistema directo mediante el procedimiento establecido para tal efecto.
8. Los titulares de las dependencias solicitarán a la DGSCA la contratación de servicios en líneas directas como: llamada en espera, sígueme, tres a la vez, identificador de llamadas y buzón de voz mediante el procedimiento establecido para tal efecto.

Capítulo V de los Teléfonos Temporales

1. Las dependencias que requieran servicios telefónicos temporales, incluyendo los públicos, para ferias, exposiciones y eventos, lo solicitarán a la DGSCA de acuerdo al procedimiento establecido para tal efecto.

Capítulo VI de la Reubicación y Reparación de Líneas

1. Los titulares de las dependencias, cuando sus necesidades lo requieran, solicitarán a la DGSCA la reubicación de líneas mediante el procedimiento establecido para tal efecto.
2. Los titulares de las dependencias solicitarán la reparación de las líneas telefónicas a la DGSCA de acuerdo al procedimiento establecido para tal efecto.

Título Tercero Redunam

Capítulo I Disposiciones generales

1. La DGSCA será la instancia facultada para el desarrollo y administración de RedUNAM con las siguientes atribuciones:

- a) Administrará y asignará todas las direcciones IP de la UNAM.
 - b) Cederá o retirará la administración total o parcial de las direcciones IP de la UNAM a las dependencias universitarias, cuando lo considere conveniente.
 - c) Representará a RedUNAM ante los organismos reguladores de Internet a nivel nacional e internacional.
 - d) Administrará todos los dominios y subdominios asignados a la UNAM y de los servidores encargados de su resolución.
2. La DGSCA será la única instancia facultada para proveer la conexión de RedUNAM a instituciones externas.
 3. Las dependencias darán a conocer y harán cumplir a los usuarios las disposiciones establecidas en el presente Título.
 4. Cualquier servicio de Red UNAM no puede ser usado para transferir información cuyo contenido sea ilegal, peligroso, invasor del derecho de la privacidad, en cualquier otra forma ofensivo a tercero o violador de los derechos de autor, marcas o patentes.
 5. Para cualquier trámite o servicio de RedUNAM que el usuario solicite a DGSCA, este queda obligado a proporcionar información verídica, correcta, actual y completa a esta.
 6. No se permite enviar a través de Red UNAM mensajes no solicitados (SPAM o de la misma índole), mensajes tipo cadenas o con archivos que contengan virus que dañen equipo de cómputo de terceros.
 7. La DGSCA se reserva el derecho de cancelar o inhabilitar cualquier tipo de servicio de RedUNAM al usuario o dependencia que incurran en incumplimiento de cualquier punto del presente título o que afecten la operación general de RedUNAM.
 8. La dependencia deberá establecer uno o dos responsables que sea(n) el o los único(s) contacto(s) para trámites técnico-administrativos de la red de esa dependencia ante la DGSCA.
 9. La información y los recursos disponibles a través de RedUNAM son privados y sus dueños tienen todos los derechos, a menos que renuncien explícitamente a ellos.
 10. RedUNAM no tiene ninguna responsabilidad por el contenido de los datos ni por el tráfico que en ella circule, la responsabilidad recae directamente sobre el usuario que los genere o solicite.
 11. Los usuarios serán responsables del uso que le den a RedUNAM y no utilizarán sus servicios de manera desmedida para evitar cargas excesivas.

12. Las actividades de los usuarios de la red no podrán ser interferidas o entorpecidas por cualquier medio o evento que no haya sido solicitado expresamente por los mismos.
13. Cuando se detecte un uso indebido de la RedUNAM, se cancelarán las claves de usuario o se desconectarán los equipos o redes involucrados, temporal o permanentemente.

Capítulo II de la conectividad

1. Cada dependencia contará con un plan de desarrollo a mediano plazo que abarque, entre otros puntos, el crecimiento de su red local basado en criterios de uso.
2. Las dependencias que requieran una conexión a RedUNAM, expansión en su red local o reubicación de puntos de red por remodelaciones en sus instalaciones, lo solicitarán a la DGSCA mediante el procedimiento establecido para tal efecto.
3. Toda expansión o cambio en la estructura de la red de una dependencia será asesorada, supervisada y autorizada por la DGSCA.
4. Las dependencias que no cuenten con un proyecto para la expansión o remodelación de su red, serán apoyadas por la DGSCA con la asesoría para el diseño de la red local, diseño de las canalizaciones o ductos internos y externos, tecnología de cableado, cuantificación y características del equipo activo.
5. Las dependencias que cuenten con un proyecto para efectuar una expansión en su red o una remodelación en sus instalaciones, que afecte la estructura de la misma, solicitarán a la DGSCA la revisión y Vo.Bo de dicho proyecto, y de no aprobarse, la DGSCA propondrá un nuevo proyecto a la dependencia en cuestión.
6. Cualquier aspecto no considerado en el presupuesto asignado para la conexión a RedUNAM será analizado por el Consejo Asesor de Cómputo a efecto de emitir una recomendación a las instancias correspondientes.
7. La interacción de la DGSCA con las dependencias y las actividades relativas a la infraestructura de telecomunicaciones de las mismas se hará con base en las Disposiciones Generales para Instalación de Telecomunicaciones de las Normas Universitarias de Diseño de Ingeniería Electromecánica Volumen I-VI (NUDE-ITC01-DG-2000) y a los Criterios Normativos para Instalación de Telecomunicaciones de las Normas Universitarias de Diseño de Ingeniería Electromecánica, volumen VI (NUDE-ITC-CN-2000) respectivamente.

Capítulo III de las redes locales

1. Las dependencias universitarias asignarán a una persona encargada de la administración de la red local el cual cumplirá con las siguientes funciones:
 - a) Fungirá como punto de contacto con la DGSCA para el seguimiento y resolución de las fallas, actualización de las bases de datos del servicio de resolución de nombre (DNS, Domain Name Service), solicitud de asignación de direcciones IP y asesorías técnicas.
 - b) Administrará las Direcciones IP de la dependencia.
 - c) Proporcionará a la DGSCA documentación actualizada de la red local: planos de cableado, ubicación del equipo y relación de las asignaciones de direcciones IP;
 - d) Administrará los servicios locales de red como son WWW, correo electrónico, servidor de FTP y servidores de aplicaciones en red, entre otros;
 - e) Solucionará fallas menores como son: cables desconectados, pérdida de suministro de energía eléctrica en los equipos de datos, desconfiguración de las computadoras de los usuarios o direcciones IP repetidas.
2. Cada dependencia fomentará el desarrollo de aplicaciones y servicios propios de la dependencia, entre ellos: servicio de correo electrónico basado en el protocolo SMTP(Simple Mail Transfer Protocol), servidor de WWW, servidor FTP, configuración de equipos y servidor de impresión.

Capítulo IV de las Cuentas de Correo Electrónico y de Acceso a Internet vía Módem a través de RedUNAM.

1. La DGSCA será la única instancia autorizada para proveer el servicio de acceso a Internet vía módem a través de RedUNAM.
2. La asignación de las cuentas se otorgará dando prioridad al personal académico y a los estudiantes de la UNAM.
3. La DGSCA asignará las cuentas de correo electrónico y de acceso a Internet vía módem, (a través de RedUNAM), de acuerdo al procedimiento establecido para tal efecto.
4. La renovación de claves de correo electrónico y de acceso vía telefónica se efectuará de acuerdo al procedimiento establecido para tal efecto.
5. Todas las cuentas de acceso a Internet vía módem a través de RedUNAM y a los servidores son personales e intransferibles, por lo que únicamente pueden ser usadas por los propietarios de las mismas, siendo el poseedor de la clave el responsable de la confidencialidad de la contraseña correspondiente.

CAPITULO 3

EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE COMUNICACIONES

- 3.1 Convertidores de Medio y Velocidad**
- 3.2 Switches**
- 3.3 Equipo Inalámbrico Para Lan**
- 3.4 Equipo Para Telefonía**
- 3.5 Equipo Para Videoconferencia**

3.1 Convertidores de Medio y Velocidad

Descripción de los dispositivos de conectividad LAN

Los dispositivos de conectividad LAN permiten que distintas LANs instaladas en un mismo edificio se interconecten y en otros casos, la conexión a un medio de transmisión externo.

- Repetidor

Este dispositivo es el más rápido. Se usa para extender las longitudes físicas de las redes, pero no contiene inteligencia para funciones de enrutamiento. Un repetidor se utiliza cuando dos segmentos están acercando sus longitudes físicas máximas, las cuales son limitadas por el cableado.

- Puente

El puente trabaja en las capas física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI; no cuida que los protocolos de red estén en uso, sólo prueba la transferencia de paquetes entre las redes. Con el empleo de un puente la información se intercambia entre los nodos por medio de direcciones físicas. El puente normalmente se utiliza al dividir una gran red dentro de áreas pequeñas, con lo que se reduce la carga de tráfico y se incrementa el rendimiento.

- Ruteador

Este dispositivo se emplea para traducir información de una red a otra. La información se intercambia mediante direcciones lógicas. El ruteador funciona en la capa de red del modelo de referencia OSI; por eso, aunque un ruteador tiene acceso a la dirección física sólo se intercambia información lógica.

- Compuerta

Este elemento también se conoce como convertidor de protocolo y se emplea como interfase de protocolos de redes diferentes. La compuerta se utiliza en una gran variedad de aplicaciones donde las computadoras de diferentes manufacturas y tecnologías deben comunicarse. La información que pasa a través de las compuertas es información de par a par que viene de las aplicaciones, de las interfaces y de los programas del usuario final. Estos dispositivos son lentos y dedicados por lo que no se deben emplear para una alta velocidad de intercambio de información.

- Conmutador de datos

Son dispositivos usados para proveer un enlace dedicado de alta velocidad entre segmentos de redes de cómputo. Los sistemas generalmente se utilizan en aplicaciones en las que el tráfico de una serie de estaciones de trabajo necesitan alcanzar un simple servidor.

Los conmutadores de datos trabajan en la capa de enlace del modelo OSI y opcionalmente dependiendo del fabricante en la capa de red. Estos se emplean al conectar redes que accedan y comparten datos entre la misma serie de servidores de archivos y estaciones de trabajo

- **Concentradores**

Reparten un único canal de comunicaciones de cierta capacidad entre subcanales de entrada, cuya suma de velocidades es siempre mayor al valor de dicha capacidad.

El uso de los concentradores tiene la finalidad de ahorrar costos en circuitos de transmisión. Los equipos informáticos comparten en forma dinámica los Canales de salida con base en la demanda de tráfico existente.

- **Multiplexores**

Se define como aquel que reparte un único canal de comunicaciones de cierta capacidad entre subcanales de entrada cuya suma de velocidades no puede superar el valor de capacidad de dicho canal.

3.2 Switches de Datos

Tecnología de SWITCH

Un switch es un dispositivo de *propósito especial* diseñado para resolver problemas de rendimiento en la red, debido a anchos de banda pequeños y embotellamientos. El switch puede agregar mayor ancho de banda, acelerar la salida de paquetes, reducir tiempo de espera y bajar el costo por puerto. Opera en la capa 2 del modelo OSI y reenvía los paquetes con base en la dirección MAC.

El switch segmenta económicamente la red dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estación final. No están diseñados con el propósito principal de un control íntimo sobre la red o como la fuente última de seguridad, redundancia o manejo.

Al segmentar la red en pequeños dominios de colisión, reduce o casi elimina que cada estación compita por el medio, dando a cada una de ellas un ancho de banda comparativamente mayor.

¿Dónde usar un Switch?

Uno de los principales factores que determinan el éxito del diseño de una red, es la habilidad de la red para proporcionar una satisfactoria interacción entre cliente / servidor, pues los usuarios juzgan la red por la rapidez de obtener un prompt y la confiabilidad del servicio.

Hay diversos factores que involucran el crecimiento de ancho de banda en una LAN.

- El elevado incremento de nodos en la red.
- El continuo desarrollo de procesadores más rápidos y poderosos en estaciones de trabajo y servidores.
- La necesidad inmediata de un nuevo tipo de ancho de banda para aplicaciones intensivas cliente / servidor.
- Cultivar la tendencia hacia el desarrollo de granjas centralizadas de servidores para facilitar la administración y reducir el número total de servidores.

La regla tradicional 80/20 del diseño de redes, donde el 80% del tráfico en una LAN permanece local, se invierte con el uso del switch.

Los switches resuelven los problemas de anchos de banda al segmentar un dominio de colisiones de una LAN, en pequeños dominios de colisiones.

En la figura 3.1, la segmentación casi elimina el concurso por el medio y da a cada estación final más ancho de banda en la LAN.

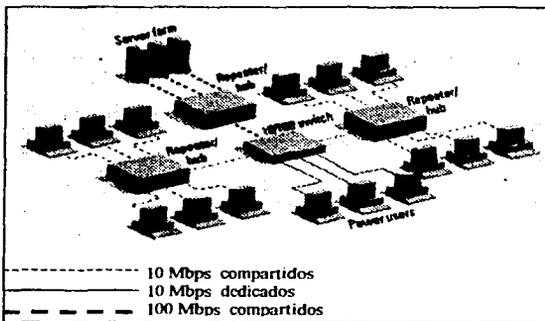


Figura 3.1 segmentación del ancho de banda

Segmentado LAN's con Switch

Podemos definir una LAN como un dominio de colisiones, donde el switch está diseñado para segmentar estos dominios en dominios más pequeños. Puede ser ventajoso, pues reduce el número de estaciones a competir por el medio.

En la figura 3.2 cada dominio de colisión representa un ancho de banda de 10 Mbps, mismo que es compartido por todas las estaciones dentro de cada uno de ellos. Aquí el switch incrementa dramáticamente la eficiencia, agregando 60 Mbps de ancho de banda.

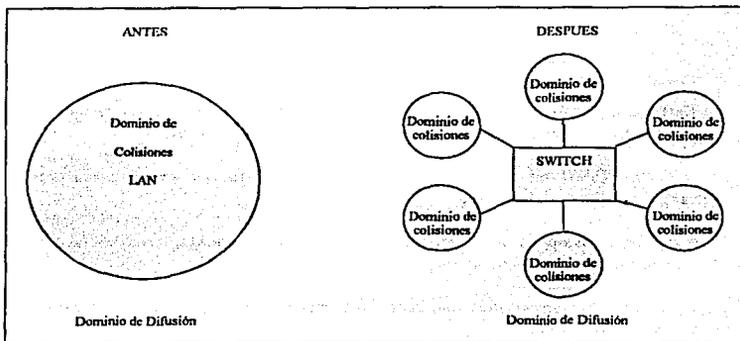


Figura 3.2 Incremento de eficiencia del ancho de banda utilizando switch

Es importante notar que el tráfico originado por el broadcast en un dominio de colisiones, será reenviado a todos los demás dominios, asegurando que todas las estaciones en la red se puedan comunicar entre sí.

Seleccionando un Switch para segmentar

Al trabajar un switch en la capa 2 del modelo OSI, crea dominios de broadcast y de colisiones separados en cada interfase. Esto significa que el switch puede usarse para segmentar una LAN y adicionar ancho de banda. Entonces, si la aplicación sólo requiere incrementar ancho de banda para descargestionar el tráfico, un switch probablemente es la mejor selección.

Dentro de un ambiente de trabajo, el costo interviene en la decisión de instalar un switch y como el switch es de propósito general, este tiene un bajo costo por puerto en comparación a otros dispositivos.

Diseñando redes con Switches

Cuando se diseña eficientemente una red de comunicación de datos, puede ser la parte central de una organización. Pero si se diseña mal, la red puede ser un obstáculo para el éxito de la organización.

El diseño abarca todos los aspectos del sistema de comunicación, desde el nivel individual de enlace hasta el manejo global de la red, también un diseño exitoso debe fijarse dentro de los límites presupuestales de la organización. Al mostrar diferentes diseños de red con switches se deben exponer sus beneficios y limitaciones en grupos de trabajo, backbone y ambiente WAN, pues cada uno de ellos tiene sus prioridades, topología y objetivos.

Diseñando redes para grupos de trabajo

Un grupo de trabajo es un conjunto de usuarios finales que comparten recursos de cómputo; pueden ser grandes o pequeños, localizados en un edificio o un campus y ser permanente o un proyecto.

Pequeños grupos de trabajo

Si se quiere dar ancho de banda a los grupos de trabajo, el switch es la mejor solución, pues sus ventajas son mayores para este tipo de aplicaciones dado que:

- El switch ofrece mayor velocidad, al enviar su salida a todos los puertos a la vez.
- El switch da mayor rendimiento por puerto en termino de costos, ya que este es un factor importante, pues limita la compra de dispositivos y el poder adicionar segmentos a la red.
- Un switch es más fácil de configurar, manejar y reparar. Cuando el número de dispositivos de la red incrementa, generalmente es más deseable tener unos cuantos dispositivos complejos, que un gran número de dispositivos simples.

Grupos de trabajo departamentales

Un grupo de trabajo departamental, es un grupo compuesto de varios grupos pequeños de trabajo. La figura 3.3 ilustra un típico grupo de trabajo departamental, donde los grupos de trabajo individuales son combinados con un switch que proporciona interfaces de alta velocidad.

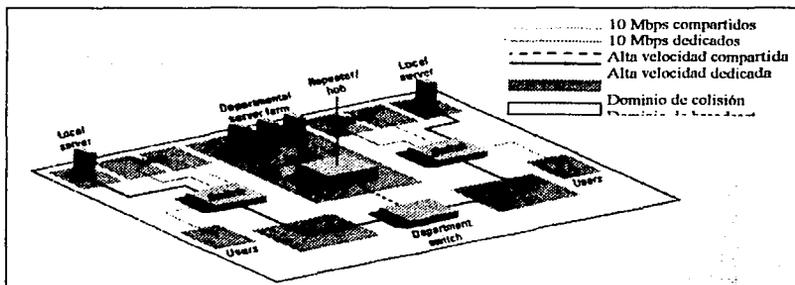


Figura 3.3 Switch en un grupo de trabajo departamental

La eficiencia del switch departamental, debe ser igual a los switches individuales, ofreciendo además un rico conjunto de facilidades, versatilidad modular y una forma de migración a tecnologías de alta velocidad. En general un switch a nivel departamental es la base de los dispositivos del grupo de trabajo.

Respecto al tráfico de Broadcast:

Dado el alto rendimiento que ofrecen los switches, algunas organizaciones se interesan por los altos niveles de tráfico de broadcast y multicast. Es importante comprender que algunos protocolos como IP generan una gran cantidad de tráfico de broadcast, pero otros como IPX, hacen un abundante uso de tráfico de broadcast.

Para aliviar la preocupación del consumidor, algunos fabricantes de switches tienen implementado un "regulador" de broadcast, para limitar el número de paquetes enviados por el switch y no afectar la eficiencia de algunos dispositivos de la red. El software contabiliza el número de paquetes enviados de broadcast y multicast en un lapso de tiempo específico, una vez que el umbral a sido alcanzado, ningún paquete de este estilo es enviado, hasta el momento de iniciar el siguiente intervalo de tiempo.

3.3 Equipo Inalámbrico para LAN

Introducción

Las ventajas de las Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN's) sobre las cableadas son: flexibilidad en la localización de la estación, fácil instalación y menores tiempos en la reconfiguración.

Las tecnologías para las LAN's inalámbricas son dos: Infrarrojas y Radio Frecuencia. El grupo IEEE 802.11 está desarrollando normas para LAN inalámbricas. Ellos planean introducir una nueva subcapa de Control De Acceso al Medio (MAC) que tenga capacidad de acceder varios medios de transmisión y que tenga un rango aceptable para los requerimientos del usuario. No es fácil para el grupo tratar de rehusar alguna de las subcapas MAC existentes. Por dos razones principales:

1. El rango de requerimientos de usuario impide el soporte simultáneo de estaciones fijas, móviles y estaciones vehiculares.
2. El permitir múltiples medios de transmisión, especialmente en la tecnología de radio frecuencia, el cual requiere de complicadas estrategias para cubrir la variación del tiempo en el canal de transmisión.

Así las LAN inalámbricas, únicamente son compatibles con las LAN's cableadas existentes (incluyendo Ethernet) en la Subcapa de Control de Enlaces Lógicos (LLC). Sin embargo por restricciones, el rango de aplicaciones de éstas requiere estaciones fijas y por reordenamiento, para la tecnología infrarroja, es posible rehusar cualquiera de las Subcapas MAC.

Se propondrán algunas soluciones para la introducción de células infrarrojas dentro de redes Ethernet existentes (10Base5 ó 10base2). Se incluirá la presentación de la topología de LAN híbrida y los nuevos componentes requeridos para soportarla. Las LANs híbridas permitirán una evolución de las redes LANs IEEE 802.11. La relación entre las LAN híbridas y sus parientes IEEE 802.3 se presenta en la FIG. 3.4.

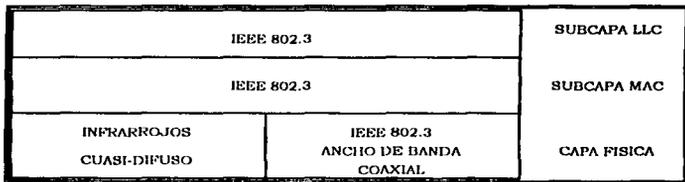


Figura 3.4 Relación entre las LAN híbridas y las IEEE 802.3

Modos De Radiación Infrarrojos

Las estaciones con tecnología infrarroja pueden usar tres modos diferentes de radiación para intercambiar la energía óptica entre transmisores-receptores, estos son: punto-a-punto, cuasi-difuso y difuso, los cuales se muestran en las figuras. 3.5 A, 3.5 B y 3.5 C respectivamente.

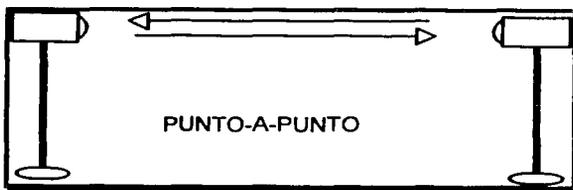


Figura 3.5 A Radiación Punto a Punto.

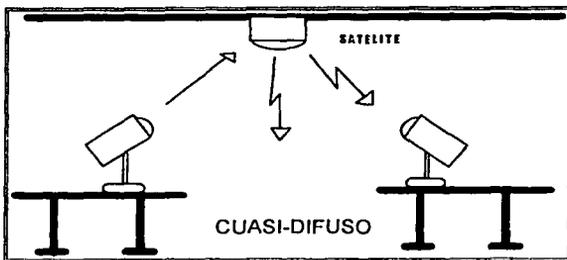


Figura 3.5 B Radiación Cuasi-Difusa

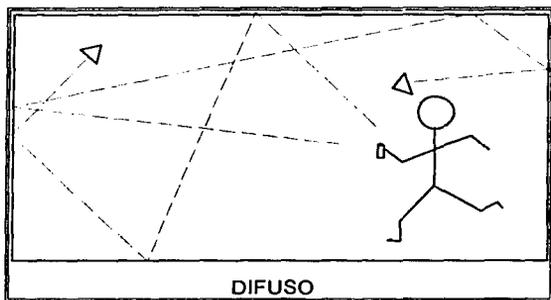


Figura 3.5 C Radiación Difusa

En el modo punto-a-punto los patrones de radiación del emisor y del receptor deben de estar lo más cerca posible, para que su alineación sea correcta. Como resultado, el modo punto-a-punto requiere una línea de vista entre las dos estaciones a comunicarse. Este modo es usado para la implementación de redes Inalámbricas Infrarrojas Token-Ring. El "Ring" físico es construido por el enlace inalámbrico individual punto-a-punto conectado a cada estación.

A diferencia del modo punto-a-punto, el modo cuasi-difuso y difuso son de emisión radial, o sea que cuando una estación emite una señal óptica, ésta puede ser recibida por todas las estaciones al mismo tiempo en la célula. En el modo cuasi-difuso las estaciones se comunican entre si, por medio de superficies reflejantes. No es necesaria la línea-de-vida entre dos estaciones, pero si deben de estar en línea con la superficie de reflexión. Además es recomendable que las estaciones estén cerca de la superficie de reflexión, esta puede ser pasiva ó activa. En las células basadas en **reflexión pasiva**, el reflector debe de tener altas propiedades reflectivas y

dispersivas, mientras que en las basadas en **reflexión activa** se requiere de un dispositivo de salida reflexivo, conocido como satélite, que amplifica la señal óptica. La reflexión pasiva requiere más energía, por parte de las estaciones, pero es más flexible de usar.

En el modo difuso, el poder de salida de la señal óptica de una estación, debe ser suficiente para llenar completamente el total del cuarto, mediante múltiples reflexiones, en paredes y obstáculos del cuarto. Por lo tanto la línea de vista no es necesaria y la estación se puede orientar hacia cualquier lado. El modo difuso es el más flexible, en términos de localización y posición de la estación, sin embargo esta flexibilidad está a costa de excesivas emisiones ópticas.

Por otro lado la transmisión punto-a-punto es el que menor poder óptico consume, pero no debe de haber obstáculos entre las dos estaciones. En la topología de *Ethernet* se puede usar el enlace punto-a-punto, pero el retardo producido por el acceso al punto óptico de cada estación es muy representativo en el rendimiento de la red. Es más recomendable y más fácil de implementar el modo de radiación cuasi-difuso. La tecnología infrarroja está disponible para soportar el ancho de banda de *Ethernet*, ambas reflexiones son soportadas (por satélites y reflexiones pasivas).

Topología y Componentes de una LAN Híbrida

En el proceso de definición de una Red Inalámbrica *Ethernet* debe de olvidar la existencia del cable, debido a que los componentes y diseños son completamente nuevos. Respecto al *CSMA/CD* los procedimientos de la subcapa *MAC* usa valores ya definidos para garantizar la compatibilidad con la capa *MAC*. La máxima compatibilidad con las redes *Ethernet* cableadas es, que se mantiene la segmentación.

Además las células de infrarrojos requieren de conexiones cableadas para la comunicación entre sí. La radiación infrarroja no puede penetrar obstáculos opacos. Una LAN híbrida (Infrarrojos/Coaxial) no observa la estructura de segmentación de la *Ethernet* cableada pero toma ventaja de estos segmentos para interconectar diferentes células infrarrojas.

La convivencia de estaciones cableadas e inalámbricas en el mismo segmento es posible y las células infrarrojas localizadas en diferentes segmentos pueden comunicarse por medio de un repetidor *Ethernet* tradicional. La LAN *Ethernet* híbrida es representada en la **figura 3.6** donde se incluyen células basadas en ambas reflexiones pasivas y de satélite.

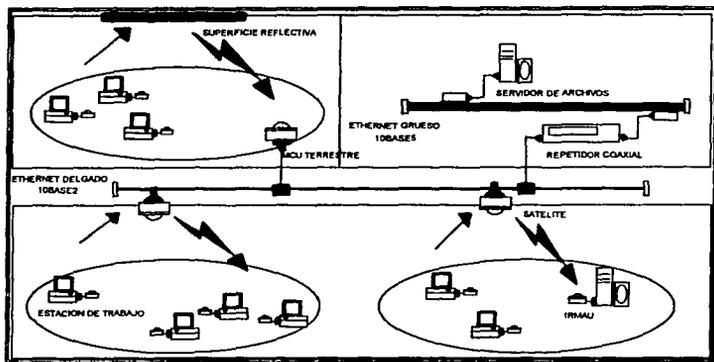


Figura 3.6 LAN Ethernet Híbrida

En comparación con los componentes de una Ethernet cableada (Por ejemplo MAU'S, Repetidores), se requieren 2 nuevos componentes para soportar la Red híbrida. Un componente para adaptar la estación al medio óptico, la Unidad Adaptadora al Medio Infrarrojo (IRMAU), descendiente del MAU coaxial, y otro componente para el puente del nivel físico, del coaxial al óptico, la Unidad Convertidora al Medio (MCU), descendiente del repetidor Ethernet. La operación de estos componentes es diferente para las células basadas en reflexión activa (satélite) y las de reflexión pasiva.

Rango Dinámico en Redes Ópticas CSMA/CD

En las redes ópticas CSMA/CD el proceso de detección de colisión puede minimizarse con el rango dinámico del medio óptico. El nivel del poder de recepción óptico en una estación puede variar con la posición de la estación; y existe la probabilidad de que una colisión sea considerada como una transmisión fuerte y consecuentemente no sea detectada como colisión. El confundir colisiones disminuye la efectividad de la red. Mientras el rango dinámico incrementa y el porcentaje de detección de colisión tiende a cero, se tenderá al protocolo de CSMA.

En las redes inalámbricas infrarrojas basadas en modos de radiación cuasi-difuso, el rango dinámico puede ser menor en las células basadas en satélites que en las basadas en reflexión pasiva. En las células basadas en satélites, el rango dinámico puede reducirse por la correcta orientación de receptores/emisores que forman la interfase óptica del Satélite. En una célula basada en reflexión pasiva el rango dinámico es principalmente determinado por las propiedades de difusión de la superficie reflexiva.

Operación y Características del IRMAU

La operación de IRMAU es muy similar al MAU coaxial. Únicamente el PMA (Conexión al Medio Físico) y el MDI (Interfase Dependiente del Medio) son diferentes *Figura 3.7*. El IRMAU debe de tener las siguientes funciones:

- Recepción con Convertidor Óptico-a-Eléctrico.
- Transmisión con Convertidor Eléctrico-a-Óptico
- Detección y resolución de colisiones.

El IRMAU es compatible con las estaciones Ethernet en la Unidad de Acoplamiento de la Interfase. (AUI). Esto permite utilizar tarjetas Ethernet ya existentes. Para las estaciones inalámbricas no es necesario permitir una longitud de cable de 50 mts., como en Ethernet. La longitud máxima del cable transceptor debe estar a pocos metros (3 como máximo). Esto será suficiente para soportar las separaciones físicas entre estaciones e IRMAU con la ventaja de reducir considerablemente los niveles de distorsión y propagación que son generados por el cable transceptor. Los IRMAUs basados en células de satélite ó reflexión pasiva difieren en el nivel de poder óptico de emisión y en la implementación del método de detección de colisiones.

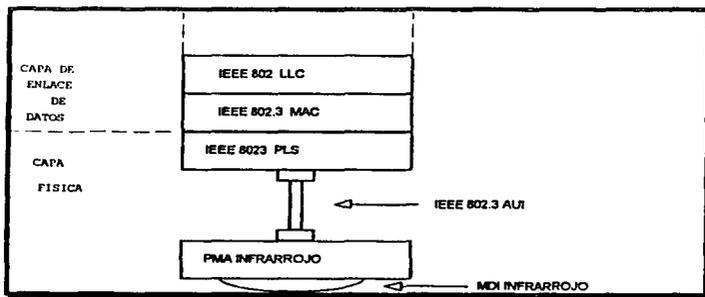


Figura 3.7 Funcionamiento de IRMAU

Características y Operación del MCU

La operación de MCU es similar a la del repetidor coaxial. Las funciones de detección de colisión, regeneración, regulación y reformato se siguen realizando, aunque algunos procedimientos han sido rediseñados. La *Figura 3.8* representa el modelo del MCU.

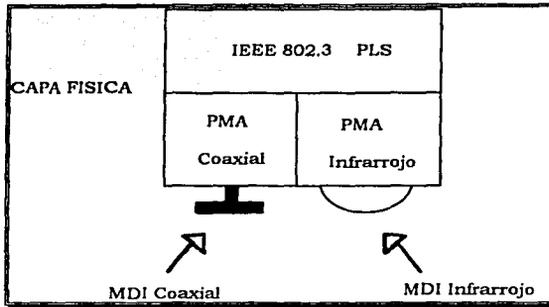


Figura 3.8 Modelo del MCU

La operación de células basadas en reflexión activa o de satélites es:

- Cuando un paquete es recibido en la Interfase coaxial, el satélite lo repite únicamente en la interfase óptica.
- Cuando un paquete es recibido en la interfase óptica, el satélite lo repite en ambas interfaces, en la óptica y en la coaxial.
- Cuando la interfase óptica está recibiendo, y una colisión es detectada en alguna de las dos interfaces, la óptica o la coaxial, el satélite reemplaza la señal que debería de transmitir, por un patrón CP (Colisión Presente), el satélite continua enviando la señal CP hasta que no detecte actividad en la interfase óptica. Ninguna acción es tomada en la interfase coaxial, y por lo tanto se continuará repitiendo el paquete recibido colisionado a la interfase óptica.
- El satélite no hace nada cuando la colisión detectada es de la interfase coaxial mientras la célula no está transmitiendo a las estaciones, el paquete colisionado puede ser descargado por la estación, en el conocimiento de que es muy pequeño.
- A diferencia del repetidor, el satélite no bloquea el segmento coaxial, cuando una colisión es detectada en la interfase coaxial. La colisión puede ser detectada por todos los satélites conectados al mismo segmento y una señal excesiva circulará por el cable.

Las funciones básicas de un satélite son:

- Conversión óptica a eléctrica
- Conversión eléctrica a óptica

- Reflexión óptica a óptica
- Regulación, regeneración y reformateo de la señal
- Detección de Colisión y generación de la señal CP

El MCU de tierra opera como sigue:

- Cuando una señal es recibida en la interfase coaxial, a diferencia del satélite, la señal no es repetida en la interfase óptica (no hay reflexión óptica).
- Cuando la señal es recibida por la interfase coaxial del MCU terrestre, la repite a la interfase óptica. En este caso, un contador es activado para prevenir que la reflexión de la señal recibida en la interfase óptica sea enviada de nuevo a la interfase coaxial. Durante este período los circuitos de detección de colisión, en la interfase óptica, quedan activos, porque es en este momento en el que una colisión puede ocurrir.
- Cuando una colisión es detectada en la interfase óptica, el MCU terrestre envía una señal JAM para informar de la colisión.
- Como en el caso del satélite, el MCU terrestre nunca bloquea al segmento coaxial.

Las funciones básicas de un MCU terrestre son:

- Conversión óptica a eléctrica
- Conversión eléctrica a óptica
- Regulación, regeneración y formateo de la señal
- Detección de colisión y generación de la señal JAM

Configuración de una Red Ethernet Híbrida.

Los nuevos componentes imponen restricciones a la máxima extensión física de la red, como se mencionó un Ethernet coaxial puede tener un máximo de 5 segmentos (3 coaxiales) y 4 repetidores entre 2 estaciones. La Ethernet híbrida debe de respetar estas reglas.

Ahora un MCU será como un repetidor coaxial al momento de la definición de la red, con funciones similares. Algunas restricciones resultan de este factor, dado que la transformación de un paquete entre dos estaciones inalámbricas de diferentes células, se transportará a través de dos MCUs, por ejemplo, si se requiere que 3 segmentos deban de soportar células infrarrojas (segmentos híbridos), entonces el enlace punto-a-punto no puede ser utilizado entre estos segmentos.

La extensión máxima de una red híbrida se obtiene cuando un segmento es híbrido. En la Figura 3.9 se muestra 1 segmento híbrido + 2 enlaces punto-a-punto + 1 segmento no híbrido, conectados por 3 repetidores coaxiales.

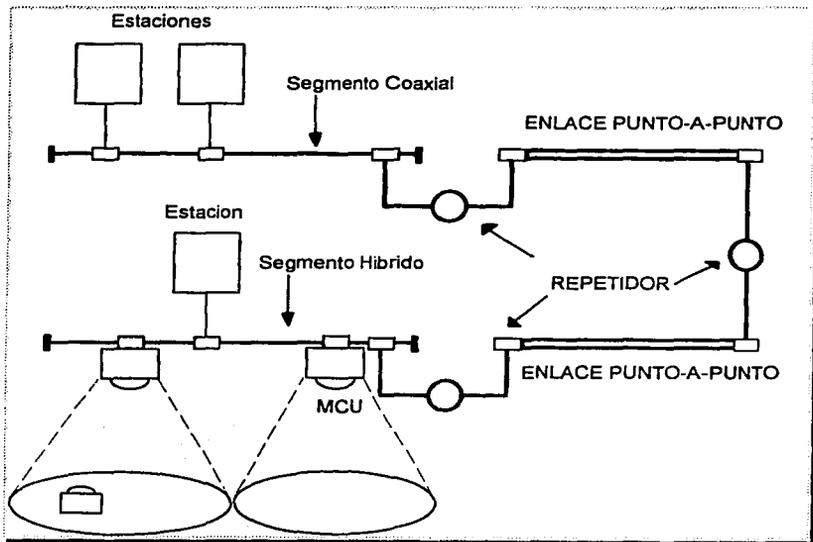


Figura 3.9 La figura muestra un ejemplo de extensión máxima para una red Híbrida

3.4 EQUIPO TELEFÓNICO

El Teléfono

El Diccionario de Newton's Telecom define al teléfono como un invento realmente extraordinario que realiza las siguientes funciones:

- Cuando levantas el auricular, el sistema detecta que deseas realizar una llamada telefónica.
- La central o sistema telefónico envía un tono de marcación, con lo que se procede a marcar el número correspondiente.
- Envía el número del teléfono al que se llama.
- Indica el progreso de tu llamada a través de tonos: timbrado, ocupado, etc.
- Timbra para alertarte por una llamada entrante.
- Transforma tu conversación en señales eléctricas para transmitir las a un punto distante e interpreta las señales eléctricas recibidas en voz humana para escuchar.
- Automáticamente se ajusta para cambios en la fuente de alimentación.
- Cuando cuelgas, se señaliza al sistema telefónico que has terminado.

Al teléfono se le refiere también como un instrumento, estación o terminal. Hay *teléfonos multilínea* y *teléfonos de una línea*. Estos teléfonos pueden ser analógicos o digitales y no se puede decir siempre cual es cual por su apariencia. Los teléfonos trabajan con líneas de la compañía telefónica local o como una extensión de un sistema corporativo de telefonía.

El teléfono está diseñado para operar bajo un amplio rango de condiciones eléctricas, mecánicas y acústicas. Algunos de los parámetros de diseño están impuestos por factores humanos, tales como los niveles de presión del sonido y las dimensiones del auricular. Algunos son remanentes históricos tales como el voltaje y frecuencia de timbrado. Otros, tales como la corriente de línea mínima para la operación satisfactoria del transmisor de carbón y del relevador, son impuestos por las propiedades físicas de los materiales utilizados en el teléfono.

Los teléfonos utilizados hoy en día son de diferentes épocas. Los teléfonos recientemente fabricados sustituyen con micrófonos algunos de los materiales, tales como el transmisor de carbón todavía encontrado en algunos teléfonos antiguos que aun están en uso.

Las siguientes ilustraciones muestran un teléfono de una sola línea (figura 3.10) y un teléfono multilínea (figura 3.11). Como se puede ver, ellos varían algo en apariencia, pero tienen algunas cosas en común.



Figura 3.10 Teléfono de una línea

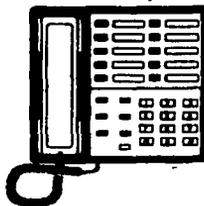
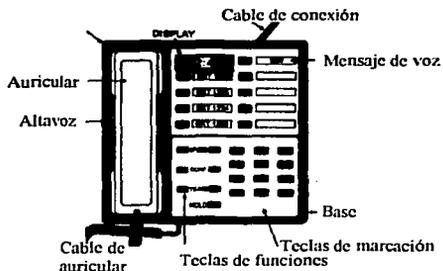


Figura 3.11 Teléfono Multilínea

Los componentes del Teléfono

Primero, hablaremos acerca de las cosas que usted puede ver en él, y luego examinaremos lo que está adentro. A continuación se muestra un teléfono con sus componentes externos señalados.



La figura 3.12 Partes del teléfono

- *El handset del teléfono*, también llamado *auricular*. De hecho, este incluye tanto el receptor que le permite escuchar y el transmisor a través del cual habla. Puede también tener un control de volumen o una barra que puede presionar para mudo o la capacidad de recibir o de transmitir.

Los auriculares vienen en diferentes formas y tamaños y son a menudo hechos para funcionar con el teléfono de un fabricante específico.

El auricular puede estar integrado al cordón telefónico el cual a su vez está integrado a la base del teléfono, o puede haber un conector modular en una o ambas puntas del cordón.

Es posible comprar un auricular independiente del teléfono y conectarlo en algún tipo de jack, el cual a su vez está conectado al teléfono. La gente que gasta el día entero en el teléfono tal como los representantes de servicio al cliente, vendedores de acciones y telefonistas a menudo usan una diadema en lugar de un auricular.

- *El cordón del auricular.* También conocido como el cordón rizado. A menudo se hace demasiado torcido en el cual se puede romper o dañar los alambres internos causando interferencia (estática). Puede ser arreglado para mantenerlo y permitir colgar el auricular en la terminal, desenroscándolo. Como se mencionó, la mayoría de los auriculares son conectados al teléfono con un pequeño conector de plástico modular que se conecta en un jack en el teléfono. Algunos auriculares son integrados al teléfono y no pueden ser desconectados.
- *Cable telefónico.* Es un cordón o cable recto, generalmente de color gris o plata. Las longitudes típicas son 6, 9, 13 y 25 pies. Este cable a veces tiene un conector modular en ambos extremos, un conector en el jack del teléfono y el otro conector en un jack en la pared. En algunos casos el cable telefónico está integrado directamente al teléfono o a la pared o en ambos y no puede ser quitado.
- *El teclado de Marcación.* Llamado también el *keypad*, teclado *touch-tone*, botones *touch-tone* o teclado DTMF ("DTMF" significa multifrecuencia de doble tono). La mayoría de los teléfonos usan el método de DTMF para enviar un número telefónico.

La central telefónica deberá tener la capacidad para procesar esos tonos. El teléfono está equipado con un teclado de marcación que tiene 12 botones que representan los números del 0 hasta el 9 y los símbolos * y #. Presionando uno de los botones se activa un circuito electrónico para generar dos tonos. Hay un tono de baja frecuencia para cada fila y un tono de alta frecuencia para cada columna. Por lo que al utilizar este método de doble tono, únicamente siete tonos producen 12 combinaciones únicas. La distribución de frecuencias y el teclado de marcación han sido estandarizados internacionalmente, pero las tolerancias por variaciones en la frecuencia pueden variar en diferentes países.

El teclado de marcación es usado no solamente para llamar a números telefónicos, sino para interactuar con los sistemas de Buzón de Voz y el sistema interactivo de respuesta por voz.

Algunos teléfonos pueden tener un marcador giratorio, pero actualmente es menos común. Las señales enviadas por un marcador giratorio son llamadas *marcación por pulsos*.

Algunos teléfonos tienen un pequeño switch a un lado, el cual convierte las señales emitidas por el teléfono de DTMF a marcación por pulsos. Esto será necesario para identificar una llamada de un teléfono touch-tone si la compañía de teléfonos local no puede aceptar señales

DTMF. El teclado de marcación es fijo en touch-tone. Cuando marca el número telefónico en un teclado touch-tone, tomará más tiempo el teléfono enviar los pulsos marcados (con respecto al que hubiera tomado si estuviera usando un teléfono giratorio). Puede normalmente escuchar los sonidos del teléfono "pulsándolos" mientras está esperando.

En ocasiones, podrá encontrar un teléfono funcionando con un sistema de telefonía corporativo en el cual no hay señales DTMF. Esto presenta un problema cuando intenta utilizar el teléfono con sistemas de procesamiento de voz. Algunos sistemas telefónicos no emiten una señal DTMF cuando se presiona el botón de "*" o el botón "".

- *Características de los botones*, también conocidas como *características de las teclas o funciones de las teclas*. Estas pueden servir para una variedad de funciones. Pueden activar funciones del sistema telefónico tales como la transferencia de llamada, llamada en conferencia, envío de llamada, etc. Pueden también ser utilizados para acelerar la marcación a números llamados frecuentemente. Cada fabricante de un sistema telefónico trata que estas características en los botones sean diferentes, así que lo aprendido acerca de un sistema puede que no aplique en otro. Algunas características son flexibles, entendiendo que pueden ser programadas para una variedad de funciones. Algunos son preprogramados, significa que pueden proporcionar solamente una función. Algunos sistemas tienen *teclas suaves* lo cual significa que el mismo botón ejecuta diferentes funciones en diferentes momentos dependiendo de lo que esta desplegado en la pantalla correspondiente.
- *La pantalla*, también conocida como el LCD (Pantalla de Cristal Líquido, *Liquid Crystal Display*). No todos los teléfonos tienen pantalla. La mayoría de los fabricantes lo proporcionan, pero la pantalla de los teléfonos eleva el costo. Los diferentes sistemas proporcionan información particular en la pantalla. Algunos muestran la fecha y la hora cuando el teléfono no es utilizado. Otros proporcionan mensajes de instrucción para la persona que intenta usar las funciones del sistema telefónico. La mayoría muestran el nombre o número de extensión de la persona que le llama, si la llamada entrante es de alguien que está en el mismo sistema de telefonía del corporativo. A veces muestra el nombre o número telefónico de la persona que está llamándole de otra localidad. Algunos sistemas permiten dejar un mensaje preseleccionado así que cuando alguien interno llame a tu teléfono, leerá en su pantalla el mensaje "fui a comer" o que estas "en una junta". Otros sistemas habilitan a la secretaria enviar un mensaje silencioso a su jefe mientras él está en otra llamada. Como en las características de los botones, lo más importante es recordar que los teléfonos y los sistemas telefónicos de diferentes fabricantes utilizan de forma diferente la pantalla. No hay dos exactamente iguales.
- *Luces y LEDs (Light Emitting Diode)*. El propósito de este es indicar el estatus de una llamada en progreso en una de las líneas externas o extensiones. Las luces pueden ser de color rojo, verde, blanco o ámbar. Esto difiere dependiendo del fabricante o sistema. Una luz intermitente y de baja intensidad puede indicar una nueva llamada entrante y es a veces acompañada por un timbre. Si la misma extensión aparece en más de un teléfono esta puede simplemente parpadear en algunos teléfonos y dar un timbre en otros. Una luz fija normalmente indica que la línea está en uso o su teléfono lo está u otro teléfono está descolgado en la misma línea. Una luz destellando puede indicar que una llamada está en

espera. En algunos sistemas pudiera no ser una luz, sino que en su lugar esto se indica en la pantalla del teléfono.

- *El switchhook.* Este se refiere a ese pequeño botón de plástico que al presionarlo en un teléfono convencional se cuelga el auricular. Cuando cuelga, está en ese momento abriendo un circuito eléctrico el cual le conectó a una persona en otro punto mientras estuvo hablando. En algunos teléfonos, esto puede ser un simple botón que se presiona cuando se cuelga. Otros teléfonos tienen un interruptor magnético que no puede ser visto desde el exterior del teléfono.
- *Speaker.* La mayoría de los teléfonos multilinea y unos pocos de los unilinea están equipados con algún tipo de altavoz. Un *altavoz* permite a la persona utilizar el teléfono para tener una conversación a manos libres con otra persona en una localidad distante sin levantar el auricular. Algunos altavoz son de una sola vía. Estos permiten a la persona utilizar el teléfono para marcar o mantenerse en espera. Ellos pueden escuchar lo que está en la línea abierta, pero no pueden hablar a su interlocutor sin levantar el auricular. Un *speaker* en el teléfono puede también ser usado sólo para intercomunicación interna, donde algunos a través de las mismas premisas pueden llamarle y la voz vendrá del *speaker*. Algunos sistemas permitirán contestar en modo de manos libres mientras otros no.
- *Indicador de mensaje en espera.* Si el sistema está trabajando con un sistema de Buzón de Voz, este indicador de luz o LCD permitirá conocer que tiene un mensaje en espera en el Buzón de Voz. Esto puede además indicar un mensaje en espera de la recepción o un mensaje en su escritorio si no tiene Buzón de Voz, aunque este uso es menos común. En algunos sistemas, el indicador de mensaje en espera es un botón que, cuando lo presiona, lo enviará directo a su sistema de buzón de voz para recibir sus mensajes.
- *Base del teléfono ó cubierta telefónica.* Esta es generalmente una cubierta moldeada en plástico diseñada para albergar los componentes de un tipo de teléfono en específico.
- *El transmisor.* El transmisor es el oído del teléfono que "escucha" la voz de la persona que habla en él. El transmisor es un reóstato miniatura con pila de carbón. Un reóstato es un dispositivo que controla una corriente eléctrica por medio de la variación de la resistencia en el circuito, similar a la operación de control de un dimmer. Las variaciones en la presión del sonido de la vibración de la voz contra el diafragma cambian la compresión de los granúlos de carbón. Estos varían la resistencia del transmisor. El transmisor tiene dos contactos que están aislados uno del otro. La corriente sólo puede fluir a través de los granúlos de carbón. Como la presión del sonido de la voz empuja contra el diafragma, el carbón está más fuertemente comprimido dentro de la cavidad. Comprimiendo los granúlos de carbón disminuye la resistencia del transmisor resultando en más flujo de corriente a través del circuito transmisor. Cuando la presión sobre el diafragma es liberada, momentáneamente reacciona más allá de su posición original. El carbón está bajo menos presión de lo normal y la resistencia del transmisor momentáneamente aumenta. El flujo de corriente decrece.

El diafragma del transmisor está hecho de fósforo de bronce ligero, duraluminum o un material similar. También el centro está reforzado por un cono interno extra del mismo

material o este es acanalado para actuar como un estabilizador. El borde flexible externo está firmemente sujetado a la cubierta del transmisor. Este diseño permite al diafragma moverse hacia adentro y hacia afuera del centro como un pistón. Ya que el diafragma es sensible a ondas sonoras, los gránulos de carbón son comprimidos y liberados así como la correspondiente presión de los cambios de ondas sonoras.

Los transmisores telefónicos utilizados hoy en día son en principio, como los inventados hace más de 100 años por Thomas Edison. Los más recientes teléfonos electrónicos utilizan auténticos micrófonos conectados a equipo relacionado al procesamiento de voz para variar la línea de corriente. Pequeños microchips permiten teléfonos "desechables" económicos y pequeños, siendo baratos y de alta calidad. La salida ahora generada por microchips establece que los teléfonos deben emular las mismas variaciones creadas por el tipo de carbón granulado del transmisor.

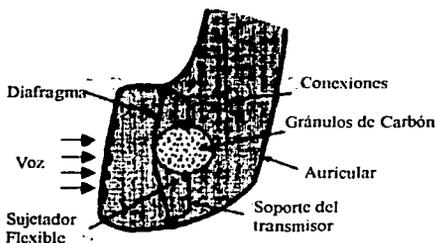


Figura 3.13 El Transmisor

- **El receptor.** El receptor es la "boca" del teléfono que habla en el oído de la persona que utiliza el teléfono. Este también contiene un diafragma cuyo movimiento es causado por intensificar y disminuir el campo creado por el magneto dentro del receptor. El receptor convierte la variación de corriente eléctrica sustituyendo la señal de voz transmitida a variaciones de presión del aire percibidas como sonido por el oído humano. Un receptor electromagnético consiste de bobinas de muchas vueltas de cable devanado delgado con centros de hierro dulce permanentemente magnetizado que forma una armadura. La armadura es un diafragma hecho de un material de hierro dulce.

Cuando alguien dice una palabra en el transmisor distante, el flujo de corriente en el circuito está alternadamente incrementando y decreciendo así el electrodo impulsor oscila en la cámara de carbón. Un requerimiento para un receptor electromagnético es un imán permanente para suministrar un campo constante para la variación del campo electromagnético para trabajar en contra. Si no, ambas corrientes positiva y negativa deberán empujar la armadura en la misma dirección. Las variaciones en la corriente eléctrica representan el flujo de la voz a través de las bobinas y se produce un campo electromagnético variable. Alternadamente ayuda y se contrapone al campo magnético permanente; así, alternadamente incrementa y decrecienta la acción total del campo magnético en el diafragma.

Esto ocasiona que el diafragma vibre en sincronía con la variación de corriente y se mueva el aire para reproducir el sonido original que causa los cambios de corriente.

Otros tipos de receptores operan similarmente, excepto por que la armadura es una parte separada y está conectado a un diafragma cónico no magnético. La vibración en la armadura causa que el diafragma de aluminio vibre para reproducir el sonido original. En los teléfonos recientes este receptor está hecho con la ayuda de microprocesadores.

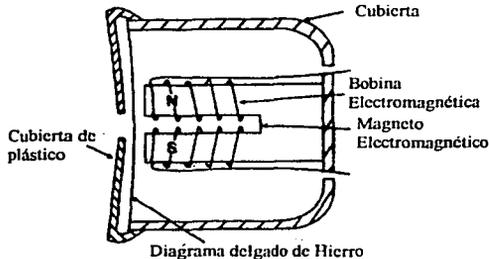


Figura 3.14 El Receptor

- *El timbre.* Hay una amplia variedad de tipos de timbres. Los teléfonos funcionan con DC (corriente directa) donde los electrones fluyen en una dirección. La campana o timbre opera en AC (corriente alterna), lo cual significa que los electrones están moviéndose en dos diferentes direcciones para activar la campana. Esta corriente alterna enviada en la línea telefónica es llamada *generador del timbre* (90 a 105 volts de AC a 20 Hz). En la línea hay siempre -48 volts de DC, la cual es usada para operar el teléfono después de ser contestado.

Microprocesadores. Los microprocesadores en teléfonos electrónicos pueden reemplazar algunos de los componentes internos y pueden también añadir capacidades y funciones adicionales al teléfono, tales como marcado rápido, etc.

Sistemas de Telefonía: Multilíneas y PBX

Esta sección explica la operación y funciones de un sistema de telefonía.

Muchas organizaciones utilizan ya sea un Sistema Multilínea (KTS, Key Telephone System o Multilínea) o una Central Privada de Conmutación (PBX, Private Branch Exchange), con el equipo de control para el sistema ubicado en sus instalaciones. Con la llegada de la telefonía computarizada, algunos de estos sistemas ahora son capaces de realizar instrucciones desde una

PC. La PC puede conectarse a un teléfono específico dentro del sistema o con el sistema completo como su punto de control. Un PBX puede actualmente residir en una tarjeta de circuitos dentro de una PC.

Algunas organizaciones usan el servicio de una central telefónica con las funciones del sistema telefónico controladas fuera de sus instalaciones por el equipo de la compañía de teléfonos local en su central telefónica.

A pesar de la forma que el sistema telefónico asume, existen capacidades que la gente ha llegado a esperar de sus sistemas. Los responsables del desarrollo, instalación y administración de los sistemas telefónicos, necesitan comprender estas expectativas.

Como se estableció antes, muchos sistemas de teléfonos son KTS (Key Telephone System) Sistemas Multilíneas mientras que otros son PBX (Private Branch Exchange) Centrales Privadas de Conmutación. También se pueden ver los términos PABX (Private Automatic Branch Exchange) y EPABX (Electronic Private Automatic Branch Exchange). Algunos fabricantes para distinguir sus productos, usan el término CBX (Computerized Branch Exchange) o IBX (Integrated Branch Exchange) o también NBX (Network Branch Exchange), todos estos son esencialmente la misma cosa

En términos de función, tal vez se escucha el Conmutador, sistema de conmutador o el sistema de teléfono, todos ellos también refiriéndose al PBX, "Private" de PBX significa que el control del equipo está en tus propias manos, opuesto a la Red Pública Conmutada

Diseño del sistema

La forma en la cual el sistema de teléfonos está instalado es a menudo llamado el diseño del sistema. Hasta finales de los años 80 las diferencias entre un KTS (Multilíneas) y un PBX fueron claras. Los sistemas Multilínea eran para pequeños negocios y su característica distintiva fue que en cada línea externa (el número de teléfono externo) aparecía en los teléfonos de todos en el sistema.

Diseño de un Sistema Multilínea (KTS, Key Telephone System)

Las líneas estaban (y continúan) asignadas desde la compañía de teléfonos local. Cuando la primera línea está en uso, llamadas entrantes llaman en la segunda línea y así siguen la secuencia de los números telefónicos. Esto es conocido como el buscador de grupo o hunt group. La secuencia continua hasta alcanzar la última línea del grupo. Con todas las líneas en uso, el que llama escucha una señal de ocupado.

Si la recepcionista contesta una llamada, es puesta en espera y la persona es informada para contestar en la línea 3. Cuando el botón para tomar la línea 3 es seleccionado en cualquier teléfono de la oficina, la llamada entra. Los usuarios de KTS presionan una tecla o un botón de una línea para establecer una llamada de salida. Ellos escuchan el tono de marcación llegando desde la

central de la compañía de teléfonos local. No es necesario marcar 9 para establecer una llamada de salida.

Muchos KTS continúan configurados de esta manera y son conocidos como un sistema multilínea cuadrado (Figura 3.15). Esto es porque todos los teléfonos parecen ser el mismo y toman el mismo grupo de líneas de salida

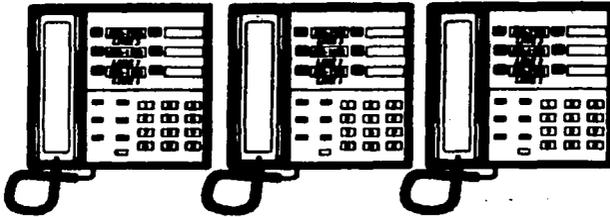


Figura 3.15

Esto funciona bien en oficinas donde no hay mas de 10 líneas. Después, llega a ser difícil recordar quien esta en que línea y es confuso tanto para los usuarios y los que llaman y son dejados en espera y cuestionados muchas veces "con quien quiere hablar".

Si la compañía ha estado operando con un KTS con mas de 10 líneas y éste funciona bien, podría no ser necesario cambiar o remplazar el sistema telefónico.

Los KTS normalmente tienen un intercomunicador así, la recepcionista puede anunciar una llamada en espera a la persona requerida por la persona que llama. El intercomunicador también permite las comunicaciones internas como lo hacen los PBX.

A veces se escucha que un sistema telefónico es "solo un KTS", usado en una manera derogativa sugiriendo que no es tan bueno como un PBX. De hecho, muchos de los KTS actualmente en el mercado incorporan muchas, si no es que todas, las funciones de un PBX, así la distinción ha llegado a ser confusa.

Tal vez el término híbrido se refiere a un KTS que puede ser establecido tanto como un sistema Multilínea o PBX. Cuando seleccionamos un sistema de telefonía, es más importante enfocarnos en las capacidades de crecimiento y características del sistema que en si es un KTS híbrido o un PBX

Diseño de sistemas PBX

Un PBX ha sido tradicionalmente establecido de la siguiente manera. La compañía tiene un número telefónico principal, algunas veces terminando en doble o triple cero (por ejemplo 53503500).

Cuando este número telefónico está ocupado, las llamadas pasan a la segunda línea y así a través del grupo búsqueda (o hunt group) como se describió en el KTS

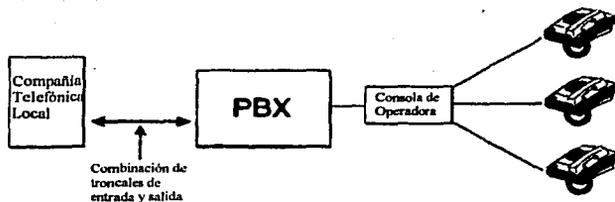
Con un PBX, el número de líneas externas puede ser mayor y estas no aparecen en los teléfonos de los demás. En cambio, son contestadas por una posición central conocida como la tarjeta de conmutación o un asistente de consola. Quien llama le dice al operador o asistente de conmutador el nombre de la persona a quien desea llamar. "Por favor con Linda Jiménez" después el operador pasa la llamada a la persona indicada marcando el número de extensión asignada al teléfono de la persona.

Para establecer una llamada de salida, se utiliza el mismo grupo de líneas de externas. Puesto que la persona que establece la llamada tiene sólo un número de extensión asignado a su teléfono, es necesario presionar el botón para ese número de extensión y marcar un código de acceso, normalmente 9, así, se toma una línea de salida y la persona puede establecer una llamada.

Si todas las líneas están en uso, como con una KTS, quien llama escucha una señal de ocupado del teléfono principal. La gente intentando establecer una llamada de salida, cuando marca 9, también escuchará una señal de ocupado (enviada desde el PBX, no de la central telefónica de la compañía de teléfonos local) indicando que todas las líneas están en uso.

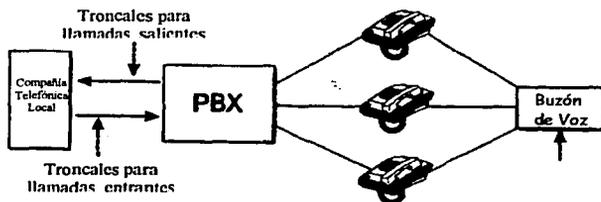
Es importante entender que el número total de llamadas telefónicas, sean de entrada o salida, no pueden exceder el número total de líneas externas. Si se tienen 10 líneas externas y se reciben 4 llamadas telefónicas y al mismo tiempo 6 personas están realizando llamadas de salida, la próxima llamada hacia el número telefónico se escuchará una señal de ocupado. Las líneas externas son también llamadas números telefónicos, líneas troncales con tono de marcación y líneas POTS (Plain Old Telephone Service)

Lo que anteriormente se describió, con todas las llamadas entrantes hacia el operador del conmutador, es el diseño de un sistema de telefonía tradicional (Figura 3.16). Con el incremento en el uso del buzón de Voz y asistencia automatizada, muchos sistemas están siendo establecidos de forma diferente. Por ejemplo, puede ser utilizada un tipo de línea externa llamada troncal Direct Inward Dial, esta permite a cada persona utilizar el sistema para tener un número de teléfono separado para proporcionarlo, así el número especificado de su extensión puede ser llamado directamente sin la intervención del operador del conmutador. Si la extensión marcada directamente no es contestada o está ocupada, entonces la llamada pasa al operador del conmutador o esta puede ser contestada por el buzón de voz. Quien llama escucha la voz de la persona a quien busca. "Esta es la extensión de Fernando Valenzuela, por el momento no me encuentro por favor déjame tu mensaje y te regresará la llamada lo mas pronto posible o marca 0 para asistencia inmediata". Quien llama puede entonces dejar un mensaje, y así, activar un indicador de mensaje en espera en el teléfono de la persona a quien se llamó (Figura 3.17)



Cuando una llamada entra en una troncal, está es contestada por la operadora, entonces la llamada es enviada hacia la extensión deseada. Desde una extensión se marca 9 para obtener tono de marcación hacia una troncal y así realizar una llamada saliente del sistema, la operadora normalmente no toma parte de este proceso.

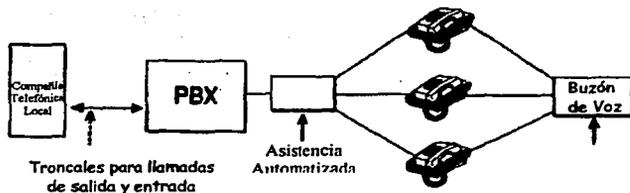
Figura 3.16 Sistema Telefónico Tradicional



En este escenario las llamadas son establecidas directamente hacia la extensión deseada. Cuando la llamada no es contestada o la extensión está en uso la llamada es enviada hacia el sistema de buzón de voz.

Figura 3.17 Sistema Telefónico con Troncales DID y Buzón de Voz

Un asistente automatizado puede tomar el lugar del operador del conmutador contestando el número principal con un mensaje tal como "Gracias por llamar a Red Telefónica. Si conoce el número de la extensión márkela ahora, para ordenar un teléfono, marque 1; para el área de publicidad, marque 2, para el directorio de la compañía, marque 3; o espere en la línea para asistencia personal". Sigue siendo necesaria una persona en algún punto para atender a las personas que no conocen lo que quieren o que no desean utilizar el sistema automatizado. Figura 3.18



El PBX, La contestadora Automática y el Buzón de voz están dentro del mismo cuarto y algunas veces dentro del mismo rack, el flujo de las llamadas es controlado por el software del sistema. Desde las extensiones, se marca nueve para tomar una troncal para realizar llamadas de salida

Figura 3.18 Sistema Telefónico con Contestación Automática y Buzón de Voz

Funciones de los sistemas telefónicos

A continuación se describen algunas de las características y capacidades de los KTS's y PBX's.

Consola de contestación

Todos los Sistemas telefónicos tienen lo que es conocido como el lugar de contestación donde una recepcionista o el operador del conmutador ha históricamente contestado las llamadas que entran. Con un KTS, el lugar de contestación puede parecer el mismo para cada uno de los otros teléfonos en el sistema.

Muchos KTS tienen un módulo separado el cual está junto al teléfono en el lugar de contestación conocido como un DSS/BLF (Direct Station Selected and Busy Lamp Field). Este consiste de botones representando cada uno de los teléfonos en el sistema. Cuando una llamada llega, la recepcionista la contesta. Entonces ella observa en el BLF. Si está encendida la luz junto al botón que representa el teléfono de la persona solicitada, la recepcionista sabe que la persona está en una llamada y pregunta a quien llama si desea esperar o dejar mensaje.

Si la luz no está encendida en el BLF, la recepcionista selecciona el botón junto a la "luz de ocupado" el cual automáticamente timbra el teléfono de la persona solicitada. De ahí el nombre de Estación Directa de Seleccionado o DSS (Direct Station Selected). Esto significa que oprimiendo ese botón, se selecciona la estación (o teléfono) representado por ese botón.

Algunos PBX's utilizan el mismo concepto DSS/BLF, pero otras muchas tienen lo que es llamado Consola de Asistencia o Consola de Conmutación como un lugar de contestación. Puede haber más

de una consola de asistencia. Cada sistema tiene un límite de cuantas consolas pueden trabajar con el sistema. La consola es normalmente mucho más grande y de apariencia diferente que los teléfonos. Cada consola del sistema telefónico trabaja diferente, pero en general, la llamada timbra en ya sea en una o varios botones en la consola, normalmente acompañados por un timbrado audible y un indicador de luz intermitente. El asistente presiona el botón para contestar la llamada. El que llama es entonces pasado al número de extensión apropiado, el cual es marcado por el asistente en el teclado de tonos de la consola. Normalmente es necesario presionar otra tecla o botón para enviar la llamada hacia la extensión después de que ésta es marcada.

Muchas consolas también tienen una pantalla la cual provee alguna información, tal como, el número de a quien se llama, la extensión o el número de la troncal de la llamada de entrada en el PBX.

Aún con sistemas que utilizan marcado directo de números y buzón de voz, normalmente hay al menos un asistente de consola quien toma las llamadas que regresan de un teléfono no contestado, de los buzones de voz y de las llamadas de las extensiones marcando 0.

Algunas asistentes de consolas pueden requerir de hasta un cable de 25 pares en lugar de cables de 1 o 2 pares necesarios para el teléfono.

Privacidad

En los KTS, donde todos en la compañía toman el mismo grupo de líneas de salida, pueden ser comparadas con un departamento dentro de una gran compañía usando un PBX. Mucha gente dentro de este departamento podría tener el mismo grupo de extensiones apareciendo en cada uno de sus teléfonos (Figura 3.19). En este caso el sistema puede ser equipado con privacidad. Esto previene a alguien más de descolgar la misma línea o extensión y así cortar una conversación en progreso.

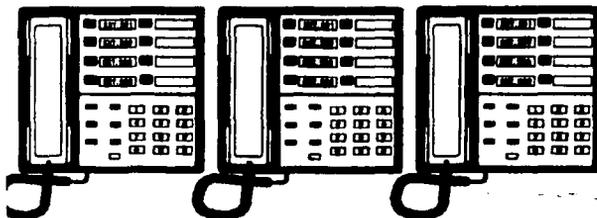


Figura 3.19 Teléfonos en un PBX con las mismas extensiones

Algunos sistemas tienen privacidad automática, mientras otros requieren que un botón por separado en cada teléfono sea activado para garantizar privacidad. Un botón separado llamado liberación de privacidad, puede permitir, si se quiere agregar a una persona en una conversación en otro teléfono a la conversación.

Transferencia de llamada

Si se desea enviar una llamada hacia otro teléfono y que la extensión de donde se llama no aparezca en ese otro teléfono, se deberá transferir la llamada. Muchos teléfonos están equipados con un botón para transferencia que es presionado previo a marcar el número de extensión el cual se quiere transferir la llamada. Al avisar que se va a transferir la llamada a la persona en la otra extensión y cuando se cuelga, la llamada es transferida. Si no se avisa de la llamada y la extensión a la cual se ha enviado la llamada no la contesta, la llamada puede terminar por regresarse, pasar el conmutador o al buzón de voz. Esto depende de como el sistema es programado.

Conferencias de Llamadas

Muchos sistemas telefónicos están equipados con un botón para conferencias en el teléfono. Esto permite establecer una conferencia de 3 o más personas, conectar gente dentro de la oficina con otros fuera de ésta. Los sistemas varían en el número de llamadas de entrada y salida que pueden ser puestas en conferencia. Normalmente, llega a ser difícil escuchar en una conferencia con más de 3 participantes a menos que se utilice un equipo especializado el cual está separado del sistema de telefonía.

Existen alguna otras funciones de los teléfonos que funcionan con un sistema de telefonía. Esto incluye, establecimiento de una llamada de salida, recepción de llamadas entrantes, marcar a otro teléfono en el sistema, última remarcación, velocidad de marcado o marcado automático, toma de llamadas y puesta en espera de una llamada.

Funciones para control de gastos

Un teléfono es solamente un vehículo para usar la red. Lo mismo puede ser señalado para el sistema telefónico. Si el KTS o PBX no está conectado al mundo externo, entonces no es mas que un sistema de intercomunicación. Muchos sistemas telefónicos están conectados con el mundo externo. También llamada PSTN (Public Switched Telephone Network) para distinguirla de una red de conmutación privada o de la red Internet. En todo momento puede establecerse una llamada telefónica, llevando a un gasto. Muchas de las funciones de los sistemas ayudan a una organización a controlar estos gastos.

Restricción de llamadas

"Toll restriction" o restricción de llamadas permite programar los sistemas telefónicos de manera que cada extensión tiene lo que es llamado una clase de servicios. La designación de cada clase de servicios permite llamar a ciertas áreas y restringir llamar hacia otras. Los sistemas más

sofisticados pueden programarse para restringir la marcación de números de teléfonos específicos. Otros se pueden restringir por código de área. La figura 3.20 muestra un escenario típico.

Clase 0 = Solamente llamadas internas
Clase 1 = Solamente llamadas locales hacia un área específica
Clase 2 = Solamente llamadas locales hacia algunas áreas específicas
Clase 3 = Llamadas de larga distancia nacional hacia algunas áreas
Clase 4 = Llamadas de larga distancia nacional sin restricciones
Clase 5 = Llamadas de larga distancia internacional hacia EU y Canadá
Clase 6 = Sin restricción alguna, puede llamar hacia cualquier parte del mundo

Figura 3.20 Clase de Servicios para la Restricción de Llamadas

También se usa la clase de servicio para dar a cada extensión acceso a ciertas funciones del sistema y restringirlas de usar algunas otras. Al escuchar el termino "six digit toll restriction" lo cual se refiere que los primeros seis dígitos marcados (el código de arrea e intercambio) puede restringirse a través programación. "Ten digit toll restriction" permite restringir marcación a un número de teléfono específico

Selección Automática de Ruta

Muchos PBX y KTS tienen la habilidad de Selección Automática de Ruta (ARS, Automatic Route Selection) o Ruteo de Menor Costo (LCR, Least Cost Routing), los cuales son esencialmente lo mismo. Muchos sistemas de telefonía grandes tienen separadas líneas de salida que, cuando se usan, resultarán en un menor costo de ciertas llamadas telefónicas. Por ejemplo, una compañía puede tener una línea directa conectándose a una compañía telefónica de larga distancia. Cuando una llamada es solicitada desde el sistema telefónico, el ARS reconoce por donde la llamada sale y la envía por la ruta de menor costo, basado en como el sistema ha sido programado.

En los años 70's y 90's muchas compañías tenían líneas para Servicios de Telefonía de Área Extensa, WATS (Wide Area Telephone Service). Las líneas WATS fueron líneas de salida separadas permitiendo llamar para ser ubicadas a una proporción desestimada en áreas geográficas específicas dentro de un país. (Banda 0 a través de banda 5, como las áreas fueran nombradas), ésta fue la época en la cual los ARS eran más importantes. Ahora las decisiones son más simples.

Muchas compañías tienen un solo grupo de líneas para todas las llamadas, pero los ARS continúan siendo incluidos como una característica del sistema y toma sentido su utilización en ciertas instancias. Con la creciente competencia de los servicios de telefonía local, puede haber un resurgimiento en las necesidades de los ARS. Algunas Organizaciones tal vez deciden el uso de diferentes compañías de telefonía local para manejar diferentes tipos de llamadas. Por ejemplo, el usuario que utilizan sus terminales para conectarse a Internet a través del PBX pueden ser

direccionada su conexión vía ARS hacia un grupo de líneas ISDN (Integrated Service Digital Network), el crecimiento de realizar llamadas de voz en el propio Internet puede utilizar ARS.

Los sistemas telefónicos sin ARS pueden parecer esto al asignar códigos de acceso para grupos separados de líneas externas llamadas grupos de troncales. En este escenario, al marcar 9 para llamadas locales y 8 para llamadas de larga distancia así se accesa a grupos separados de líneas.

Contador de llamadas

Muchos sistemas telefónicos también tienen la capacidad de proporcionar información de las llamadas que son realizadas a través del sistema. Esto incluye la hora en que fue establecida, la duración de la llamada y el número marcado. Esto es llamado Estación Grabadora de Detalle de Mensajes o contador de llamadas (SMDR, Station Message Detail Recording), Grabador de Detalles de Llamadas (CDR, Call Detail Recording) o Identificación Automática de Marcación Externa (AIDO, Automatic Identification of Outward Dialing), este último no actual, usado esporádicamente. Es importante entender que el PBX proporciona la preparación de datos solamente. Para realizar cualquier cosa con los datos, estos deben ser capturados y procesados dentro de un formato apropiado.

En muchas organizaciones, la salida SMDR se almacena en un buffer que después es recibido por un sistema de conteo de llamadas, normalmente en sitio. El Contador de llamadas está normalmente basado en una PC. Este toma la información de la llamada del PBX, después asigna un costo a cada llamada que se asemeja al costo real de la llamada, tipos de llamada, en el número de extensión. El costo de cada extensión puede ser agrupado en reportes departamentales, normalmente proporcionados a cada gerente de departamento.

Las llamadas pueden ser clasificadas en cuentas de códigos, números los cuales están asociados con ciertos clientes o proyectos de la compañía. Así, una compañía conocerá cuanto está gastando en cada cliente y tal vez usar esta información para cobrar los cargos de llamadas al cliente. Bajo estas circunstancias, el PBX requiere la marcación de un código para contar antes de que cada llamada de salida sea hecha. El PBX mantiene el código asociado para contar la llamada y envía esta información hacia el buffer.

Análisis de tráfico

Muchos PBXs proporcionan información de como las líneas de salida en el sistema están siendo usadas. Esto es llamado análisis de tráfico. Aún cuando el sistema contador de llamadas es capaz de proveer un análisis de tráfico, no siempre está configurado para realizarlo. En cambio, la compañía de instalación y mantenimiento es usualmente llamada para examinar al PBX por un tiempo para proveer la información de tráfico. Cuando se requiere un análisis de tráfico, es importante ser muy específico sobre la información que se quiere obtener y cual es el objetivo.

Si se cuenta con un nuevo sistema de telefonía instalado con 20 líneas de salida por los cuales se está pagando \$300 cada uno por mes ($20 * \$300 = \6000) y después de un año se desea conocer si realmente se necesitan todas esas líneas.

Un análisis de tráfico se efectúa por una semana y registra todas las llamadas de entrada y salida, el resultado indica que en los tiempos de mas uso, no más de 10 de las líneas están en uso. Siendo conservativo, al decidir dejar 15 líneas y quitar las otras 5, ($5 * \$300 = \1500), así se ahorra a la compañía \$1500 por mes. Nota: cuando se quitan líneas, los costos de instalación y mantenimiento se reducen, ya que estos están normalmente basados en el número de puertos de salida, también se debe reprogramar el sistema telefónico para que el sistema no busque alguna línea faltante cuando alguien marque 9 o en su caso los troncales DID (Direct Inward Dialling), cuando una llamada entra.

Otra situación en la cual se puede desear tener o correr un análisis de tráfico es cuando, al llamar a ciertas compañías es posible que se obtenga una señal de ocupado. Una semana de análisis de tráfico muestra que las 20 líneas están en uso el 10 % del tiempo, lo que confirma que durante este tiempo la llamada no puede ser establecida, se compran otras 5 líneas a la compañía de teléfonos las cuales son conectadas a la instalación del sistema de telefónico de la compañía donde talvez sea necesario comprar algún circuito adicional para instalar estas nuevas líneas y después de varias semanas al correr un análisis de tráfico se observa que en los tiempos de mayor ocupación no mas de 22 líneas están en uso con lo que las quejas de ocupación de líneas terminan.

Es recomendable correr un análisis de tráfico en el sistema telefónico al menos una vez al año

Cambios y movimientos

Muchas compañías gastan miles de dólares moviendo teléfonos en la organización y cambiando las extensiones o características en los teléfonos. Este es el trabajo MAC (Moves And Changes), el cual puede ser proporcionado por la compañía que instala el sistema telefónico. Muchos PBX's permiten realizar estos trabajos al utilizar una PC con el software apropiado para realizar cambios en el programa del PBX. En los sistemas telefónicos anteriores, los cambios se realizan con solamente el teclado o una terminal tonta. Por ejemplo, dos ejecutivos están intercambiando oficinas, por lo que será necesario cambiar las extensiones que aparecen en los teléfonos de cada oficina, en los teléfonos de las secretarías, y en todos los teléfonos dentro de la organización. Si todos los Teléfonos están en un lugar los cambios pueden hacerse en sitio desde la terminal sin llamar a la compañía de instalación del sistema. Es siempre aconsejable inspeccionar los teléfonos en forma individual para estar seguros de que los cambios tomaron efecto. (Nota: Algunos sistemas nuevos permiten a los usuarios llevar su teléfono con ellos y conectarlo en su nueva oficina manteniendo todas las extensiones y sus características).

Otro ejemplo de un cambio en un PBX, puede ser la reconfiguración, la cual puede realizarse para alguna modificación en la restricción de llamadas. El sistema contador de llamadas puede indicar que una gran cantidad de llamadas de larga distancia se realizan desde los teléfonos del comedor. Aún y cuando a los empleados sólo se les permite realizar llamadas locales, por lo que los teléfonos son reprogramados para que sólo llamadas locales puedan ser realizadas, los intentos de llamada de larga distancia serán enviados hacia la consola.

Una ventaja de tener terminal MAC en las instalaciones (y alguien en la compañía capacitado para usarla) es que se puede proporcionar información actual sobre como está programado el sistema, de otra manera, se necesitarían los servicios de la compañía de instalación del sistema, o incluso

se necesitaría reunir la información manualmente. Las terminales MAC permiten obtener lo siguiente:

- La lista de todas las extensiones utilizadas en el sistema telefónico
- La lista de las extensiones no utilizadas en el sistema telefónico
- La lista de todas las troncales en el sistema telefónico. Será en el número de troncales asignadas a cada línea externa en el PBX. No proporcionará el número actual asignado a la línea en la compañía de telefonía local.
- El directorio de la compañía listado por nombre, departamento y número de extensión
- La lista de todas las extensiones asociadas con sus clases de servicios, refiriéndose a cuales áreas pueden ser llamadas y cuales funciones pueden ser accesadas.
- Lista de todas las clases de servicios utilizados y lo que ellos significan.
- Lista de cómo cada extensión está programada para desviar llamadas bajo una variedad de condiciones incluyendo cuando la extensión está ocupada y cuando ésta no es contestada.
- Información de cómo cada slot y puerto es utilizado en el gabinete de control del PBX
- Identificación de puertos y slots no utilizados para expansión

Entendiendo el Sistema PBX

Pensando en términos sobre que puede hacer un PBX, es importante recordar que el PBX de cada fabricante es diferente y tiene sus propias fuerzas y debilidades. Un PBX o KTS puede estar en áreas externas pero en otros casos esto no es posible. Cuando se trabaja con un PBX en particular, más conocerá, lo mejor será cuando sea capaz de programarlo y usarlo. Cada compañía dedicada a la instalación de sistemas telefónicos tiene personal que entiende el PBX que su compañía vende. Si una compañía vende o da soporte para diferentes PBX's, la probabilidad de que su personal entienda muy bien cualquiera de los equipos disminuye.

El conocimiento de muchas compañías de instalación está basado en la experiencia colectiva de su personal, ninguna persona conoce todo hay que saber sobre un PBX en particular; hay mucho que saber sobre el PBX y este cambia regularmente ya que los productos son continuamente actualizados y mejorados, los fabricantes deben de realizar esto para mantenerse competitivos.

Si se es responsable de administrar un sistema de telefonía, tal vez es deseable juntar a un grupo de usuarios, estos grupos de usuarios existen para la mayoría de los PBX. Es gente que utiliza los sistemas en ambientes reales y muchas veces son la mejor fuente de información en un sistema en particular.

Hardware dentro del gabinete del PBX

Cuando nos referimos al sistema telefónico, incluimos, los teléfonos, el cableado, el cuarto de control del PBX y el gabinete del PBX; El equipo dentro de este gabinete conecta los teléfonos dentro de la oficina con las líneas telefónicas y con el mundo exterior a la oficina.

La figura 3.21 muestra un gabinete típico de un PBX. Los KTS y los sistemas híbridos están ensamblados en una manera similar

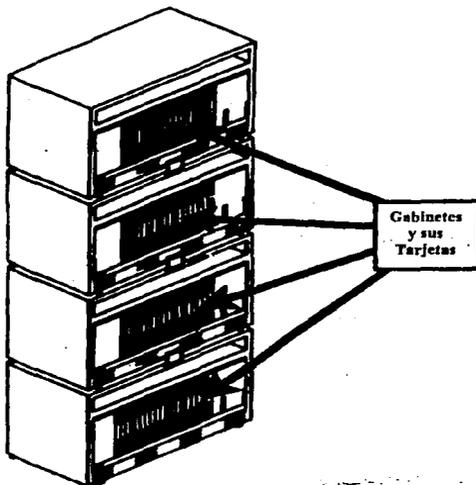


Figura 3.21 Apariencia típica de un PBX

Gabinete del PBX

El gabinete del PBX es una cabina de metal diseñada para contener los componentes electrónicos que hacen que el PBX funcione. En algunos casos, es posible comprar el gabinete completo en el cual se tiene el equipo para el sistema a su máxima capacidad, en otros, se pueden comprar módulos para ser apilados o colocados lado a lado, en sistemas pequeños, el gabinete puede empotrarse en la pared.

Cuando se planea la instalación de un PBX, es importante encontrar el suficiente espacio para las dimensiones exactas del gabinete (y dimensiones para cualquier expansión del gabinete que pueda ser agregada), se requiere espacio adicional alrededor del gabinete para la gente que trabaja en

éste, para ventilación y para puertas las cuales giran para abrirse (algunas son removibles), para asegurarse que los requerimientos de electricidad y tierras son conocidos, se necesita saber donde será conectado el PBX. El enchufe debe ser ubicado a la altura correcta

Otras cosas por saber son la cantidad de BTU por hora (Los PBX deben mantenerse en ambientes similares a los de las computadoras) y estar seguro de que el piso puede soportar el peso del PBX. Nota: Algunos PBX recientes son controlados por uno o mas gabinetes que son esencialmente PCs con circuitos de telefonía

Repisa del PBX

Cada gabinete o módulo del gabinete contiene una o más repisas. Lucent Technologies (Anteriormente AT & T) llama a la repisa un contenedor, pero otras compañías lo llaman repisa.

La repisa es formada por un grupo de ranuras dentro de los cuales las tarjetas electrónicas se insertan. Muchos sistemas tienen diferentes ranuras para diferentes tipos de tarjetas electrónicas, aunque, algunos sistemas pueden tener ranuras universales las cuales pueden aceptar mas de un tipo de tarjetas electrónicas.

Cada PBX tiene un esquema de numeración para que la ubicación de cada repisa y ranura (y gabinete, si hay más de uno) pueda ser identificada. El esquema de numeración también incluye el número de puerto en cada tarjeta. Nota: Estos números son típicamente etiquetados en cada cable que conecta al PBX con los teléfonos. Por ejemplo 01-04-08 puede representar el puerto 8 de la tarjeta electrónica 4 de la primera repisa. Algunos gabinetes del sistema vienen equipados con todas las repisas y algunos otro no, requiriendo futuras compras para adicionar repisas como sean necesarias. Una repisa puede costar miles de dólares o más, es importante registrar como cada PBX se coloca cuando esta es instalada para evitar sorpresas cuando se desee expanderlo.

Muchos fabricantes de PBX están construyendo los sistemas en módulos apilables. Un módulo combina la gabinetaría externa con la repisa interna. Esto esta siendo más común en los sistemas recientes que en los anteriores gabinetes "tamaño refrigerador", aunque ambos tienen un amplio uso.

Tarjetas electrónicas del PBX

Cada repisa del PBX está diseñada para aceptar un cierto número de tarjetas electrónicas, éstas también son conocidas como tablas electrónicas, o simplemente tarjetas, tablas o paquetes de circuitos (en los sistemas de Lucent Technologies), es sólo como cada fabricante de PBX le llama a en sus sistemas para diferenciar, los nombres de los componentes de los sistemas también difieren, así que es importante tener en claro la terminología. Existen diferentes tipos de tarjetas dentro del PBX.

Tarjetas tróncales bidireccionales

Las tróncales bidireccionales o troncales combinadas, son líneas que pueden usarse para recibir llamadas entrantes o para establecer llamadas salientes. Existen puertos en cada tarjeta, un

puerto por troncal. Algunos sistemas tienen dieciséis puertos por cada tarjeta, otros tienen ocho, cuatro o dos. Un sistema no muy reciente utiliza dos puertos por troncal en lugar de uno.

Siempre se agregan líneas de salida, por lo que es necesario considerar si se tienen o no suficientes puertos en las tarjetas para poder manejarlas, si no es así, será necesario comprar otra tarjeta. Los precios de las tarjetas para troncales pueden variar desde cientos hasta miles de dólares. Algunas veces se utilizan troncales de dos direcciones solamente para llamadas salientes y se conocen como troncales de salida directa o DOD (Direct Outward Dialing)

Troncales DID

Las tarjetas para Troncales DID (Direct Inward Dial) son un tipo especial de troncales utilizadas sólo para llamadas entrantes, permiten la marcación directa de cada extensión individual en el PBX. Es posible tener 10 Troncales DID para 100 números telefónicos DID separados. En muchos sistemas las tarjetas DID manejan ya sea 16 u 8 troncales.

Nota: Las troncales DID enviadas en un circuito PRI ISDN pueden utilizarse para salida. Esto crea el DID de dos vías.

Tarjetas troncales universales.

Una tarjeta troncal universal permite fusionar en la misma tarjeta troncales de dos direcciones y troncales DID. Esto crea eficiencias en el uso de los puertos y por lo tanto puede disminuir el costo interno en el número de tarjetas que son adquiridas, también puede ahorrar espacio dentro del PBX

Tarjetas ISDN

Algunos PBX pueden aceptar líneas ISDN (Integrated Services Digital Network). Las tarjetas pueden ser para una línea ISDN PRI (Primary Rate Interface) la cual tiene 23 canales B y un canal D, pocos PBX pueden aceptar también tarjetas para líneas ISDN BRI (Basic Rate Interface) con 2 canales B y un canal D. Las líneas ISDN pueden utilizarse para conversaciones de voz y transmisión de datos, frecuentemente se utilizan para conectar una computadora al Internet con altas capacidades en el circuito, permitiendo enviar más datos en menor tiempo.

Tarjetas para Líneas TIE

Las líneas TIE, son líneas punto a punto que conectan dos PBX para que los usuarios de dos sistemas se puedan comunicar sin utilizar una línea de salida. Algunos sistemas tienen tarjetas para estas líneas. Muchos sistemas utilizan una tarjeta la cual maneja dos o cuatro líneas TIE

Tarjetas E1

Un E1 es un circuito de alta capacidad que utiliza dos pares de cobre, para la transmisión de 30 conversaciones de voz al mismo tiempo. Para poder realizar todo esto, se requiere en cada extremo un hardware llamado multiplexor.

La tarjeta EI es un multiplexor que entra justo en la repisa del PBX, en algunos PBX la tarjeta EI debe ser colocada en una repisa específicamente diseñada para manejarla, en algunos casos al utilizar una tarjeta EI se necesitará comprar una repisa separada para esta tarjeta EI, cada PBX tiene límites, es necesario saber cuantos EIs puede soportar el PBX. Existe el Banco de Canales (Channel Bank) el cual es un multiplexor externo al PBX el cual puede utilizarse si el PBX no tiene capacidad para tarjetas EI

Tarjetas para teléfonos digitales

Muchos sistemas telefónicos utilizan teléfonos digitales, esto significa que la señal analógica de la voz es convertida en el teléfono a una forma digital y llega al PBX como dígitos (Combinación de 1s y 0s) siempre en 8, 16 o 32, para estos teléfonos en el sistema es necesario tener una tarjetas para teléfonos digitales, estas tarjetas también son llamadas tarjetas de estación digital o tarjetas de líneas digitales. Cada puerto de las tarjetas le corresponde a un teléfono específico en el sistema, cada teléfono tiene una ubicación numérica asociada en el gabinete del PBX indicando el puerto, la tarjeta y la repisa.

Tarjetas para teléfonos analógicos

Muchos sistemas de telefonía están instalados con al menos una tarjeta analógica ya sean con 8 o 16 puertos para teléfonos digitales, muchos teléfonos son analógicos, en estos la señal de voz se envía desde el teléfono hacia la tarjeta del PBX en una forma analógica

Los puertos analógicos proporcionan extensiones analógicas requeridas para usar faxes y módems de computadora a través del PBX

Hay diferencia de opiniones en si es mejor o no que los faxes y módems corran a través del PBX o en líneas de salida separadas, algunos PBX pueden afectar las señales en tal manera que distorsionan o disminuyen la transmisión de datos.

Muchos fabricantes de PBX no garantizan la salida de datos más allá de cierta velocidad, si se espera tener computadoras y faxes utilizando el PBX, es importante saber que velocidades se pueden esperar, talvez sea necesario decidir dejar en bypass el PBX.

Algunos sistemas también utilizan los puertos analógicos de interfaz con un sistema de buzón de voz o un sistema de atención automatizada aunque la integración más fácil se logra con una interfaz digital.

Tarjetas DTMF

La señalización DMTF (Dual Tone Multi Frequency or Touch-Tone) requiere una tarjeta separada dentro del PBX con receptores DTMF, si se tiene que esperar un largo rato para que el PBX marque después de que se ha levantado el auricular, es posible que sean necesarios más receptores DTMF, el receptor se emplea cuando alguien dentro del sistema está marcando un número de teléfono y es liberado después que se completa la marcación.

Tarjetas de control común

Estas tarjetas albergan la capacidad de procesamiento central del PBX. Muchos PBX tienen tarjetas de control común en todas las repisas, el cual es un tipo distribuido de procesamiento, muchos de los PBX anteriores a los años 80's tenían un control común en una repisa solamente, si esta fallaba, el sistema completo fallaba.

Otros componentes dentro del gabinete del PBX

Normalmente se ve la fuente de energía, el ventilador y una variedad de componentes electrónicos dentro del gabinete del PBX, el buzón de voz y la atención automatizada pueden también residir dentro del gabinete.

Es importante recordar que las tarjetas, como los teléfonos, son específicos de un fabricante de PBX particular, éstos no son intercambiables con otras tarjetas de otros PBX, incluso algunas veces no pueden ser intercambiables con otras tarjetas de otros PBX de la misma línea de productos del fabricante.

Esto no se mantiene con algunos PBX recientes que utilizan tarjetas de conmutación y funciones de procesamiento de voz que son compradas a un socio fabricante y pueden ser utilizadas también en sistemas de la competencia, pero aún en este caso, la forma en que cada sistema opera es única.

Los recientes PBX no tienen teléfonos propios, indicando que puede utilizarse cualquier teléfono en el sistema, en este caso, llega a ser importante observar todas las funciones del sistema y como operan fácilmente, pues si se instalan los teléfonos propios diseñados para un sistema específico a menudo implica intercambio en simplicidad de funciones.

Como Funciona el PBX

Después de conocer y ver que hay dentro del gabinete del PBX, hablaremos un poco de lo que pasa y lo cual no podemos ver, esos circuitos impresos que son controlados por el software.

Como se mencionó anteriormente el PBX es también llamado "conmutador", lo cual es actualmente lo que realiza, conmutación se refiere al método de conectar los teléfonos que llaman con los teléfonos llamados, esto es necesario para todos los casos donde el teléfono necesita ser conectado con más de un teléfono. La gente utiliza el teléfono para ser conectada con algunos otros teléfonos y solamente uno a la vez, el sistema de conmutación es el encargado de establecer muchas combinaciones para conectar dos teléfonos los cuales tienen acceso a este, si no fuera por la conmutación, sería necesario una conexión física permanente entre los dos teléfonos y en cada uno de los teléfonos a los que quisiera ser conectado.

Muchos PBX instalados al final de los años 60 tienen una tarjeta para los cables como la consola de atención. Hoy en día solo se ven pocos de estos sistemas. La tarjeta para los cables servía a las funciones básicas de: permitir a la extensión del usuario señalar al operador de la tarjeta de

conmutación, permitir al operador establecer un circuito y conectar la extensión del usuario con una línea de salida

De esta tarjeta viene el término de toca y timbra. Esto se refiere a dos cables separados en el conector con los cuales, cuando se conectan, encuentran dos contactos en el enchufe para completar el circuito. Este término continúa algunas veces en uso para referirse a los cables necesarios para completar el circuito de telecomunicaciones, puede también usarse como un término para una línea POTS (Plain Old Telephone Service), la cual es normalmente una línea de marcado de tonos

La tarjeta para el cableado era el punto en el cual el control de la conmutación tomaba lugar, conectando los teléfonos con líneas de salida en variadas combinaciones de conexiones en los cables.

Como el número de teléfonos y líneas de salida se incrementaba junto con la necesidad de menor uso de la tarjeta del operador, se evolucionó hacia nuevos tipos de sistemas de conmutación, estos automatizaron las operaciones básicas de la tarjeta del cableado. Esto tomó lugar tanto en las instalaciones de las empresas como en las centrales de las compañías de teléfonos (donde las tarjetas del cableado habían sido utilizadas también.)

Muchas generaciones de métodos de conmutación electromecánica siguieron, la invención del transistor permitió el uso de la electrónica dentro del switch. Este dispositivo, junto con el circuito integrado proporcionó mayores velocidades y un menor costo, utilizando menos energía.

Los sistemas telefónicos en compañías de negocios y en las centrales de las compañías de teléfonos ahora se parecen a las computadoras, el sistema lógico ya no es electromecánico, como en el pasado, ahora es controlada por instrucciones almacenadas en un sistema de memoria. En sistemas anteriores (años 60's, 70's y principios de los 80's) había una trayectoria física establecida a través del PBX para todas las llamadas, esto es conocido como un sistema por división de espacio. En otros sistemas, los espacios eran en tiempo-compartido de pequeñas conversaciones codificadas en bits lo que ahora es conocido como división de tiempo.

Muchos sistemas instalados hoy en día son sistemas de conmutación digitales, como se mencionó anteriormente, la voz es convertida en forma digital y enviada a través del PBX en esa forma, y puede continuar en esa forma digital a través de la red de la compañía telefónica local y de larga distancia si los circuitos son digitales.

La memoria, junto con el control común, es el corazón del PBX, el programa controlando las funciones básicas de la conmutación del PBX se guarda en una memoria permanente y protegida contra daños accidentales. El procesador utiliza memoria para almacenar y manipular datos cuando procesa una llamada o desempeña otras funciones del sistema.

Los programas de diagnóstico y mantenimiento también son almacenados en la memoria para proporcionar corrección automática de fallas.

En un sistema utilizando lógica o control centralizado, el procesador central realiza todas las funciones lógicas del sistema, explora las extensiones para determinar si la extensión está tratando de usar el sistema, conecta la extensión con las líneas de salida, recibe y almacena los dígitos marcados con lo cual determina el destino de una llamada, completa y termina la conexión con las líneas de salida cuando la extensión cuelga, opera en forma autónoma con poca confianza en los otros subsistemas en el PBX.

Otros sistemas utilizan lógica distribuida, en este escenario, el procesador central administra los subsistemas, editando y aceptando comandos para proveer el mismo tipo de funciones descritas en el párrafo anterior.

Aunque todos los PBX utilizan uno o más sistemas de memoria, los dispositivos utilizados y la manera en la cual interactúan difieren de un sistema a otro, el bloque básico en la estructura del PBX es el circuito impreso

Crecimiento del PBX y Alcance del Sistema

Cuando se planea la compra de un PBX, la capacidad de crecimiento es una gran consideración, aunque pueden ser modulares en diseño, en términos de teléfonos y líneas de salida que pueden ser conectadas al sistema, muchos PBX tienen una capacidad máxima. Un puerto representa la capacidad para conectar un teléfono a una línea de salida, un sistema de 400 puertos puede contener un total de 400 combinaciones de líneas de salida y teléfonos.

No hay proporciones precisas en términos de cuantas líneas externas son requeridas para el número de teléfonos, una cantidad conservativa podría ser de 25 líneas externas (para llamadas entrantes y salientes) por cada 100 teléfonos, si no hay muchas llamadas, 10 líneas podrían ser suficientes y si están muy ocupadas entonces se necesitarían más de 25 líneas.

Existen tablas de estadísticas y programas de software disponibles que permiten determinar el número de líneas de salida necesarias. El utilizar estas estadísticas para determinar el número de líneas de salida requeridas es llamado ingeniería de tráfico, para que esto pueda tener sentido, es necesario conocer el número de llamadas, la duración de estas en las horas mas ocupadas del día, mucha gente no conoce esta información, por eso utilizar el juicio combinado con prueba y error estiman el número de líneas de salida necesarias. En el mundo de la ingeniería de tráfico en teléfonos es posible escuchar el termino *CCS* el cual se deriva de 100 llamadas por segundo o 100 call seconds (*C* como representación del 100 en números Romanos) o, simplemente 100 segundos valor de llamadas telefónicas, 36 *CCS* o 3600 llamadas por segundo son igual al valor de una hora de llamadas conocido como Erlang, las tablas estadísticas o programas de software expresan el volumen de llamadas de esta manera para poder determinar el número de líneas de salida necesarias para manejar este volumen de llamadas. Algo llamado grado de servicio está expresado en términos tal como P.01 indicando que, estadísticamente hablando, uno por ciento de todas las llamadas será bloqueado.

Regresando al número de puertos en el sistema, otra cosa por recordar es que el buzón de voz, el sistema contador de llamadas, los sistemas de pago y muchas otras funciones también toma puertos en el PBX, la capacidad de un PBX para crecer es dependiente del software del sistema

así como del hardware, si al abrir el gabinete del PBX y ver varias ranuras vacías, pero si la memoria en el software del sistema ha sido ocupada, no sería posible agregar algo más.

Mucha gente no pone atención en que tanto del software es utilizado hasta que ocurre una crisis, sería mejor planear cuidadosamente el uso del software del sistema, al igual que el resto del sistema. Por ejemplo, conociendo que tipos de funciones utilizan la memoria y en que cantidad, muchos PBX se configuran con porciones significativas de memoria distribuidas para funciones del sistema que tal vez nunca sean utilizadas. Todas las capacidades del sistema utilizan en alguna forma memoria.

Planeación para Recuperación por Fallas

También es importante planear que hacer cuando las cosas están mal. Planeación para recuperación por fallas es el término normalmente usado para esta actividad. Y ¿sí la corriente eléctrica falla? Muchos PBX funcionan con baterías separadas conocidas como baterías de respaldo o UPS (Uninterruptible Power Supply), las cuales mantendrán el sistema operando por varias horas, dependiendo de que tanto respaldo ha sido comprado. Otros sistemas tienen lo que es conocido como transferencia por falla de energía eléctrica, esto permite a las líneas externas ser conmutadas hacia líneas analógicas prediseñadas para las fallas de energía eléctrica que alimentan el PBX

Averiguar que hacer cuando la energía eléctrica regresa para asegurarse de que el PBX trabajará y operará rápidamente.

Y ¿sí algunos o todos los procesos del PBX fallan? Muchos sistemas están instalados con diferentes grados de redundancia e inclusive tienen un sistema duplicado en espera "stand by"

Otros tipos de respaldo pueden incluir dos arreglos separados de líneas de salida de dos compañías de teléfonos (muy costoso) o dos diferentes compañías de larga distancia.

El aspecto más importante de la planeación para recuperación por fallas es documentarlo y permitir que todos conozcan como el plan debe ser aplicado. Las pruebas también son imperativas.

Tendencias en la Evolución del PBX

Las siguientes opiniones de tendencias de la evolución del PBX fueron proporcionadas por Allan M. Sulkin, experto consultor en telecomunicaciones que escribe e imparte clases para la revista Business Communications.

Muchas de las características de los teléfonos ahora vendidos con un PBX pueden ser proporcionadas en una PC, así como los fabricantes de PBX's están observando lo que el mercado demanda, los PBX están evolucionando hacia controladores de telecomunicaciones de propósitos generales, capaces de transmitir voz, datos y vídeo.

Los PBX están llegando a ser más adaptables y menos patentados

Algunas de las mejoras hasta ahora vistas son:

1. Métodos de procesamiento RISC (Reduced Instruction Set Computing).
2. Incremento de la capacidad en el ancho de banda a través de la matriz de conmutación.
3. Teléfonos inalámbricos, integrados al PBX, funcionando como una extensión.
4. Soporte de conectividad FDDI (Fiber Distributed Data Interface) para comunicaciones LAN y conectividad Ethernet para TCP/IP.
5. Videoconferencia en escritorio por medio de la PC.
6. Soporte de ATM (Asynchronous Transfer Mode).
7. Soporte de ISDN.

Muchos PBX están basados en un procesador elemental de conmutación principal de 32 bits, los fabricantes están incrementando sus capacidades de procesamiento como anticipación a futuras aplicaciones.

El Definity 63r de Lucent Technologies fue el primer PBX en utilizar un procesador RISC como el elemento principal del PBX. Algunos de los demás fabricantes seguirán aplicándolo y otros optarán por otras opciones.

En términos de evaluar el desempeño del PBX, el diseño del procesamiento es tan importante como la energía en el procesador, hay una tendencia de algunos fabricantes hacia un diseño del procesamiento distribuido, esto lleva a tener más inteligencia a nivel tarjetas o a nivel teléfono, en lugar de residir en el gabinete o en los controladores de la repisa.

Teniendo un procesador principal poderoso se reducen las necesidades de distribuir procesos en el gabinete o repisas del PBX. Esto resulta en menores puntos los cuales podrían afectar que un gran número de teléfonos o líneas de salidas trabajen mal. La reducción en el número de niveles en esta jerarquía de procesamiento pone más énfasis en las tarjetas controladoras de teléfonos, líneas de salida e interacción con el buzón de voz, muchas tarjetas están equipadas con procesadores de 8 o 16 bits, con lo cual se reduce la carga de procesos en el procesador central, así cuando un procesador en una tarjeta falla, sólo un número limitado de líneas de salida u otros dispositivos terminales se afectan.

La avanzada capacidad en las tarjetas también mejora el alcance de trabajo de las compañías de mantenimiento para localizar exactamente la fuente de problema a través de un diagnóstico remoto, esto permite más personalización y flexibilidad de diseño de teléfonos individuales en términos de sus accesos a las funciones del sistema.

Otro aspecto del diseño del procesamiento que mejora el desempeño del sistema en el PBX es el algunas veces llamado *Memory Shadowing*, el mismo concepto puede tener diferentes nombres dependiendo del fabricante, como ha sido señalado, algunos PBX tienen controles comunes

redundantes establecidos para que si el procesador 1 falla, el sistema automáticamente transfiera el control hacia el procesador duplicado, esto es transparente para las llamadas en proceso y las llamadas no se cortan cuando la transferencia toma lugar, muchos PBX tienen un control redundante, pero es esta transferencia transparente del control lo que hace que el Memory Shadowing sea una función deseable en el sistema.

Otra tendencia en la evolución de los PBX que está tomando lugar es el cambio de procesadores de aplicaciones adjuntas por los que están completamente integrados con el PBX, el control primeramente separado en tipos de aplicaciones tales como Buzón de voz, ACD (Automatic Call Distribution), teléfonos inalámbricos y mensajes multimedia están siendo ahora incorporados dentro del diseño de proceso del PBX.

Mientras el proceso y el diseño son importantes en términos de evaluación del desempeño de un PBX, así como las tecnologías emergentes de telefonía y computadoras, el software del sistema operativo y los lenguajes de programación utilizados podrían ser más importantes. Esto afecta las flexibilidades que serían incorporadas en futuras mejoras de los PBXs.

Ya no es tan rentable para los fabricantes de PBX mantener como propietarios de CPU principal, elementos y sistemas operativos del pasado, en su lugar, están abriendo sus sistemas para trabajar y soportar software desarrollado por otras compañías a un cliente específico. Las compañías de PBX proveen Interfaces para Programación de Aplicaciones (API, Applications Programming Interfaces) para su uso con sistemas adjuntos de computadoras, el software actual del PBX no está normalmente abierto, sin embargo, los clientes están actualmente limitados a desarrollar aplicaciones que corren en un proceso adjunto, también existe el termino OAI (Open Applications Interface) acuñado por Intercom pero adoptado por otros, para indicar que el PBX tiene algún grado de apertura.

Se anticipa que la primera apertura de programación del PBX generada por el cliente será en los niveles de los sistemas de gestión. Muchos clientes tanto con PBXs y LANs necesitan un solo sistema de gestión para administrar y controlar a ambos. Tan necesario que, el mercado está llevando al desarrollo de un sistema abierto, gestión basada en normas y plataformas de aplicaciones.

Existe un protocolo llamado SNMP (Simple Network Management Protocol), el cual puede servir como una base para esto, la programación orientada a objetos es otra herramienta de procesamiento que puede hacer más simple a los usuarios de PBX conectar sus operaciones, lo que puede ayudar a los diseñadores del sistema y a los clientes desarrollar aplicaciones mas avanzadas, que pueden tener un gran impacto en la capacidad de gestionar y administrar los sistemas, incluyendo los dos sistemas y la reconfiguración de las redes, también podrían mejorar los sistemas de seguridad.

Con la programación orientada a objetos, los comandos de programación son remplazados por pantallas basadas en iconos y símbolos con los cuales hay más velocidad entre el sistema y las personas que lo administran.

Otra tendencia en PBX es que soportan la conmutación de altos volúmenes de datos hacia velocidades mayores, últimamente llevándolos hacia el complaciente ATM. En efecto, los PBX llegarán a conmutar voz datos y vídeo, en lugar de solamente voz.

Los subsistemas ATM soportan canales de altas capacidades los cuales pueden utilizar como transporte a SDH (Synchronous Digital Hierarchy) y utilizarse en aplicaciones tales como vídeo conferencia en completo movimiento con alta resolución, estaciones de trabajo gráficas de altas velocidades, imágenes medicas, soporte a LANs, y WANs. Muchos de los grandes fabricantes de PBX tales como, Lucent Technologies, Nortel Networks, Fujitsu, NEC, Siemens y Ericsson están desarrollando capacidad de conmutación ATM para la red pública.

Como es típico en la industria de las telecomunicaciones, los diferentes fabricantes tienen diferentes ideas de cómo las cosas funcionarán en el futuro, algunos creen que el PBX continuará proporcionando las características básicas de la telefonía y baja velocidad para conmutar datos y una interfaz para un conmutador de ambiente ATM. Otros, proponentes del concepto de integración de telefonía y computación, creen que los servidores de datos sustituirán a los PBX y que la voz sólo será uno de los tipos de información enviada por las estaciones de trabajo en una LAN.

Sistemas Telefónicos Inalámbricos

Los teléfonos inalámbricos que trabajan con un PBX están basados en controladores adjuntos (separados pero conectados) que utilizan enlaces analógicos como interfaz con el procesador principal del PBX. En el futuro esto probablemente no sea necesario así como las estaciones distribuidas que transmiten y reciben señales inalámbricas podrán ser soportadas por tarjetas separadas las cuales podrían residir en una repisa del gabinete del PBX. La distribución del espectro de frecuencia y estándares deberán ser resueltos antes de que el uso de extensiones inalámbricas del PBX llegue a una gran expansión.

Es importante recordar que continúa instalada una base substancial de sistemas analógicos de telefonía, al igual que PBX's instalados a lo largo de los años 80's y principios de los 90's incapaces de soportar muchas eficiencias avanzadas y la integración de telefonía y computadores.

El punto es que la implementación de toda esta tecnología dependerá de la disposición de negocios y otras organizaciones que paguen por actualizar sus sistemas. La decisión dependerá de cómo sean percibidas las aplicaciones que son útiles.

Los laboratorios desarrolladores de tecnología están actualmente trabajando en conmutación óptica, lo cual puede convertir a los circuitos actuales de conmutación en circuitos obsoletos.

3.5 EQUIPO Para VIDEOCONFERENCIA

Entendiendo el estándar H.323

Esta sección contiene información acerca del estándar H.323 y su arquitectura, y discute como Microsoft® Windows® NetMeeting® apoya H.323 para conferencia de audio y video. También explica los protocolos de H.323 y la interoperabilidad de productos basados en H.323.

Contenido

- ¿Qué es el estándar H.323?
- Beneficios
- Pruebas e interoperabilidad de H.323
- Arquitectura H.323
- Control de llamadas y trama
- Codificadores de audio y video
- Comunicaciones de datos T.120
- MCUs, Gateways y Gatekeepers de H.323
- Como NetMeeting utiliza el estándar H.323
- Productos y servicios de conferencia por H.323

¿Qué es el estándar H.323?

H.323 es un estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que provee especificaciones de comunicación para computadoras, equipos y servicios para multimedia sobre redes que ofrecen una garantía de calidad en el servicio. Las computadoras y equipo H.323 pueden transportar video, audio y datos o alguna combinación de estos elementos en tiempo real. Este estándar está basado en la Internet Engineering Task Force (IETF), Real-Time Protocol (RTP) y Real-Time Control Protocol (RTCP), con protocolos adicionales para señalización de llamadas, datos y comunicaciones audiovisuales.

Los usuarios pueden conectarse con otras personas por Internet y usar una variedad de productos que soportan H.323, así como la gente utiliza diferentes marcas y modelos de teléfonos que pueden comunicarse sobre líneas de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN). H.323 define como la información de audio y video es formateada y empaquetada para la transmisión en la red. El estándar de codificación de audio y video codifica y decodifica la entrada / salida de fuentes de video y audio para la comunicación entre nodos. Un codificador / decodificador convierte señales de audio y video de analógicas a digitales y viceversa

También H.323 especifica los servicios T.120 para comunicaciones de datos dentro y seguido de la comunicación de una sesión H.323. Lo más importante de T.120 es que soporta el manejo de

datos que puede ocurrir tanto en la conjunción de audio y video sobre H.323 así como en forma separada.

Microsoft y mas de 120 compañías líderes han anunciado su intención de apoyar e implementar H.323 en sus productos y servicios. Esta plataforma establece H.323 como el estándar para videoconferencia sobre Internet.

Beneficios

H.323 ofrece los siguientes beneficios a los usuarios

- Los productos y servicios desarrollados por múltiples fabricantes bajo el estándar H.323 pueden interoperar sin limitaciones en sus plataformas. La comunicación H.323 de clientes, servidores, bridges y gateways soporta esta interoperabilidad. H.323 provee múltiples codificadores de audio y video que estructuran los datos de acuerdo a los requerimientos de las diferentes redes usando diferentes opciones de velocidad, retardo y calidad. Los usuarios pueden elegir los codificadores que mejor soporten sus elecciones de computadora y red.
- El complemento de T.120 para comunicar datos con la especificación H.323 significa que los productos desarrollados en H.323 pueden ofrecer un amplio rango de funciones multimedia y ayuda con la comunicación de datos y videoconferencia juntos.

Pruebas e Interoperabilidad de H.323

La interoperabilidad de los productos H.323 es medida en los siguientes 3 niveles:

- **Señalización y control de llamadas**

Los casos de prueba verifican que NetMeeting puede establecer una conferencia sobre conexiones TCP/IP con el apropiado flujo y secuencia de datos. La prueba identifica si la tercera parte de los productos interoperan basados en las especificaciones H.323 para los protocolos H.245 y Q.931.

Las pruebas de señalización y control intentan negociar estas capacidades de las siguientes maneras:

Verificar que el producto de un fabricante puede aceptar una llamada NetMeeting usando el mismo codificador establecido, o que el NetMeeting pueda negociar una base establecida de codificadores

Determinar si los productos pueden abrir canales y pasar datos después que la llamada se estableció.

Verificar que todas las secuencias de control corren correctamente

Típicamente las pruebas de interoperabilidad de control fallan cuando una llamada está fuera de secuencia o cuando la llamada no es consumada en el tiempo asignado

- Separación de audio y video

Estas pruebas verifican que el NetMeeting y los productos de los diferentes fabricantes puedan manejar la separación de audio y video en paquetes sobre conexiones UDP (User Datagram Protocol). Los mecanismos de separación que se acoplan a los productos H.323 son RTP (Real-Time Protocolo) y RTCP (Real-Time Control Protocol). Los problemas de interoperabilidad podrían ocurrir dentro de RTP y RTCP, por ejemplo, el encabezado de los paquetes podría ser incorrecto o un bit podría faltar.

- Compatibilidad del codificador de audio y video

Estas pruebas determinan si un fabricante provee codificadores compatibles para estructurar y transmitir las entradas y salidas de audio y video. NetMeeting corre mejor usando G.723 y H.263, pero puede negociar otros estándares, tales como, H.261 y G.711. Los encargados de las pruebas verifican que los equipos intercambien satisfactoriamente audio y video en tiempo real con NetMeeting. Normalmente los problemas del codificador se desarrollan de diferencias sutiles en los algoritmos usados por NetMeeting y el fabricante del producto.

Arquitectura H.323

La figura 3.24 muestran la arquitectura H.323. Esta arquitectura define una serie de funciones específicas para tramas y llamadas de control, codificadores de audio y video, y comunicaciones de datos T.120. La ilustración también muestra las interfaces de la red y las interfaces del equipo de audio y video.

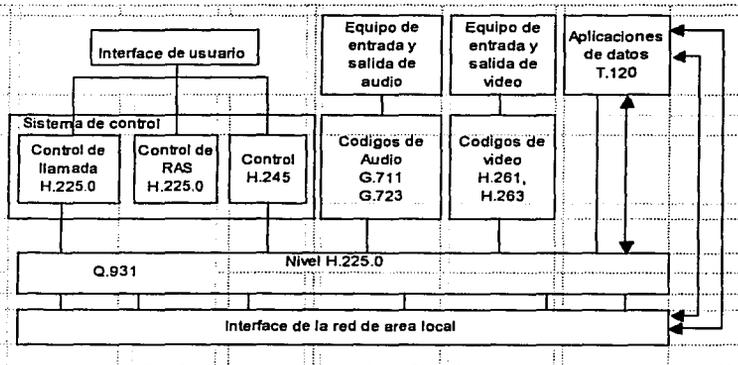


Figura 3.24 Esquema de conexión para videoconferencia

La arquitectura de la terminal H.323 mostrada en la figura 3.24 es la implementación más común de la especificación H.323. Esta misma arquitectura puede también ser implementada para una MCU (Multipoint Control Unit) de H.323, gateways y gatekeeper.

Control de llamadas y Tramas

Los siguientes estándares forman la unidad de control del sistema la cual provee las capacidades de trama y control de llamada:

- *H.225.0*, Este estándar define un nivel que estructura el flujo transmitido de video audio, datos y control para la salida a la red y recupera los correspondientes flujos desde la red. Como parte de las transmisiones de audio y video, H.225.0 utiliza las especificaciones RTP y RTCP con formato de paquetes especificado por la IETF (Internet Engineerin Task Force), para las siguientes actividades.
- *Trama lógica*, Define como el protocolo forma las tramas de audio video y datos en bits para transportarse sobre un canal de comunicaciones seleccionado.
- *Secuencia de numeración*, Determina el orden de los paquetes transportados sobre un canal de comunicaciones.
- *Detección de errores*, Después de iniciada una llamada se establecen una o más conexiones RTP o RTCP. Se generan múltiples flujos que permiten a H.225.0 enviar o recibir diferentes tipos de medios simultáneamente, cada uno con sus propias secuencias de trama y calidad de opciones en el servicio. Con ayuda de RTP y RTCP el nodo de recepción sincroniza los paquetes recibidos en el orden apropiado, así el usuario escucha o ve la información correctamente.

El estándar H.225.0 además incluye control del registro, admisión y estatus (RAS), el cual es utilizado para comunicarse con el gatekeeper. Un canal de señalización RAS realiza las conexiones entre el *gatekeeper* y los componentes disponibles de H.323. Los controles de la terminal H.323 el *gatekeeper*, *gateway* y MCU para acceder a la red de área local (LAN) por permitir o negar el permiso a conexiones H.323.

- *Q.931*, Este protocolo define como cada nivel de H.323 interactúa con los demás niveles, así que los participantes pueden interoperar con agrado en sus formatos. El protocolo H.323 reside dentro de H.225.0. como parte del control de H.323, Q.931 en un protocolo a nivel de enlace para establecer conexiones y tramas de datos. Q.931 provee un método para la definición de canales lógicos dentro del ancho de un canal. Los mensajes de Q.931 contienen un protocolo discriminador que identifica cada único mensaje con un valor de referencia y un tipo de mensaje. El nivel H.225.0 entonces especifica como estos mensajes de Q.931 son recibidos y procesados.
- *H.245*, Este estándar provee los mecanismos de control que permite a terminales compatibles en H.323 conectarse a cada una de las otras. H.245 provee un estándar principal para establecer conexiones de audio y video - las series de comandos y peticiones que deben ser seguidas por un componente para conectarse y comunicarse con

otro -. Este estándar especifica la señalización, control de flujo, y la canalización de mensajes, peticiones y comandos.

El esquema inherente de H.245 permite codificar la selección y la capacidad de negociación dentro de H.323. La velocidad, el tamaño de la trama, el formato y el algoritmo elegidos son algunos de los elementos negociados por H.245.

Codificadores de Audio y Video

Los codificadores definen el formato de la información de audio y video y representa la forma en que el audio y el video son comprimidos y transmitidos en la red. H.323 suministra una variedad de opciones para codificar audio y video. Se requieren dos codificadores, G.711 para audio y H.261 para video según la especificación H.323. Las terminales H.323 deberán poder enviar y recibir algoritmos codificados en ley-A y ley- μ (también conocidas como G.711), como determinados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Estandarización de Telecomunicaciones (ITU-T), Uniendo los codificadores de audio y video proporcionan una variedad de estándares en velocidad, retraso y calidad opciones que son apropiadas para un rango de selecciones de la red. Utilizando H.323, los equipos pueden negociar codificadores no estándares de audio y video.

Los siguientes párrafos describen los codificadores de audio y video requeridos (G.711 y H.261). Como también los dos codificadores por default preferidos para conexiones en NetMeeting (G.723 y H.261) los cuales ofrecen conexiones de baja velocidad necesarias para la transmisión de audio y video en Internet.

- *G.711*, Este codificador transmite audio a 48, 56 y 64 Kbps. Este codificador de alta velocidad es apropiado para audio sobre enlaces de alta velocidad (enlaces dedicados).
- *G.723*, Este codificador especifica el formato y algoritmo utilizado para enviar y recibir comunicaciones de voz en la red. G.723 es un codificador de alta velocidad que transmite audio y video a 5.3 y 6.3 Kbps, el cual reduce el uso de ancho de banda.
- *H.261*, Este codificador transmite video imágenes a 64 Kbps (calidad VHS). Este codificador de alta velocidad es apropiado para video en enlaces de alta velocidad (dedicados).
- *H.263*, Este codificador especifica el formato y algoritmo usado para enviar y recibir imágenes de video en la red. Este codificador soporta formatos gráficos, formato de intercambio común (CIF), formato de intercambio común en partes (QCIF) y formato de intercambio común en subpartes (SQCIF) y es superior para transmisión en Internet sobre enlaces de baja velocidad, por ejemplo un módem a 28.8 Kbps.

Comunicación de Datos en T.120

H.323 ejecuta una condición para usar T.120 como el mecanismo para empaquetar y enviar datos. T.120 puede usar el nivel H.225.0 para enviar y recibir paquetes de datos o simplemente crear una asociación con la sesión de H.323 y usar su propia capacidad de transporte para transmitir datos directamente a la red. Los datos de programas de comunicación, tales como transferencia de archivos y compartir programas, usan la ayuda de T.120 para operar en conjunción con conexiones H.323. También, los equipos compatibles de H.323 interoperan con equipos de comunicación de datos desarrollados bajo la especificación T.120.

MCUs, Gateways y Gatekeepers para H.323

Además para la arquitectura terminal de H.323, es posible implementar elementos adicionales como se describe a continuación:

- **Unidad de Control Multipunto**

Una Unidad de Control Multipunto (MCU) en una comunicación de H.323, también llamada conferencia de servidores o conferencia de puentes, permite tres o más terminales H.323 para conectar y participar en una conferencia multipunto. Una MCU incluye ambos controladores multipunto, los cuales manejan las funciones y capacidades de la terminal H.323 en una conferencia multipunto y procesadores multipunto, el cual procesa el flujo de audio, video y datos entre terminales H.323.

- **Gateway**

La comunicación de *gateways* H.323 la realizan las terminales de H.323 sobre una LAN disponible para terminales sobre redes de área amplia (WAN) u otro gateway H.323. Los *gateways* son los mecanismos de translación para señalización, transmisión de datos y codificación de audio y video. Los *gateways* satisfacen parte de la visión de interoperabilidad de equipos para H.32x debido a la capacidad para conectarse cada uno a otro.

Los *gateways* pueden servir a los siguientes propósitos:

- Para puentear una llamada H.323 a otro tipo de llamada, tal como un teléfono. Potencialmente, *NetMeeting* podría llamar a cualquier teléfono en el mundo.
- Para puentear llamadas H.323 a H.320, la cual es transmisión de audio y video sobre la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).
- Para puentear llamadas H.323 a H.324, la cual es transmisión de audio y video sobre líneas telefónicas convencionales.
- Para puentear diferentes redes: una organización podría poner un puente en un *firewall* para conectar una red corporativa interna con redes externas para aceptar llamadas de entrada. En este caso, las funciones del gateway son similares a un MCU para conectar usuarios a través de redes. Normalmente, aún y cuando, el gateway es el mecanismo de translación en un enlace punto a punto, únicamente uno de los puntos extremos es un

dispositivo H.323. De otra forma, un MCU usualmente conecta muchos dispositivos H.323 en conferencias multipunto.

- **Gatekeepers (Guardianes)** Los gatekeepers proveen de servicios de red para terminales H.323, MCUs y gateways. Los dispositivos H.323 registran con los gatekeepers el envío y recepción de llamadas H.323. Los gatekeepers otorgan el permiso para realizar o aceptar una llamada basado en una variedad de factores.

Los gatekeepers pueden proveer servicios de red tales como:

- o Controlar el número y tipo de conexiones permitidas a través de la red.
- o Ayudar a enrutar una llamada al destino correcto.
- o Determinar y mantener la dirección de red para llamadas de entrada.

Como NetMeeting utiliza el estándar H.323.

Microsoft desarrollo NetMeeting para conferencias de audio y video con características basadas en la infraestructura de H.323, la cual permite a NetMeeting interoperar con otros productos basados en el estándar H.323. Los codificadores y protocolos H.323 son las bases para las siguientes funciones de NetMeeting:

- **La habilidad para establecer y mantener conexiones de audio y video**

Dos participantes pueden establecer una conferencia en NetMeeting con audio y video sobre una conexión en TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Con H.225.0, múltiples flujos de audio y video transportan información de NetMeeting INBOUND and OUTBOUND. Con los protocolos H.323, los usuarios de NetMeeting pueden comunicarse y transmitir datos con otros usuarios compatibles de audio y video. Además, un MCU permite conferencias multiusuarios de audio y video entre múltiples clientes de NetMeeting, así como otros productos compatibles H.323

- **Codificadores de audio y video que optimiza las conexiones de Internet**

NetMeeting provee una serie de codificadores operando entre 4.8 Kbps y 64 Kbps los cuales soportan diferentes tipos de conexiones y computadoras. Para un óptimo desempeño sobre Internet, NetMeeting especifica a H.263 y G.723 como los codificadores por default. NetMeeting puede negociar otras codificaciones tales como H.261 o G.711 esto es dependiendo de los requerimientos de otros productos compatibles con H.323. También, NetMeeting crea formatos apropiados de información del usuario y manejadores para las codificaciones de los clientes.

- **Soporte para las comunicaciones datos en T.120**

NetMeeting crea la asociación entre T.120 y H.323 durante una conferencia NetMeeting. Esta asociación permite a la llamada NetMeeting completarse en dos fases, cada una para T.120 y H.323, pero aparece como una sola llamada.

Las posibles adiciones futuras al estándar H.323. serán seguridad e interoperabilidad mejorados con separación en los servidores de medio.

Productos y servicios para conferencias H.323

NetMeeting puede potencialmente operar con productos para conferencia H.323 o sobre conexiones TCP/IP. Estos productos y servicios pueden ser separados dentro de las siguientes categorías:

- Clientes para conferencias de audio y video.

NetMeeting es capaz de conectarse a cualquier conferencia de audio y/o video que soporte la especificación H.323. Dependiendo de la disponibilidad de los codificadores de audio y video, los productos H.323 pueden potencialmente interoperar e intercambiar información de audio y video. Por ejemplo, NetMeeting es completamente interoperable con el teléfono de video para Internet de Intel, proporcionando alta calidad, conferencias de audio y video frente a frente desde una computadora de escritorio.

- Servidores o Bridges para conferencias

Los servidores o bridges para conferencias pueden aceptar conferencias multipunto de audio y video para productos compatibles H.323. Algunos servidores y bridges pueden también aceptar conferencias de audio y video en conjunción con conferencias para datos tales como programas compartidos o transferencia de archivos. Los proveedores de servicios pueden ofrecer una red avanzada de audio, video y datos, puentes de conferencias, administradores profesionales de conferencias y características especiales tales como passwords de seguridad.

- Gateways

Distintas compañías han desarrollado gateways que permiten a los usuarios de NetMeeting conectarse con otros tipos de redes, tales como una red de videoconferencia H.320 de ISDN(Integrated Services Digital Network) o con un teléfono en la red pública.

- Gatekeepers (Guardianes)

Distintas compañías han desarrollado guardianes H.323 que permiten proveer servicios de red para NetMeeting, como ruteo de llamadas a través de firewalls y de la PSTN. Los guardianes también pueden limitar el número de llamadas que pueden establecerse en un tiempo dado.

CAPITULO 4

PROPUESTA de DISEÑO de la RED de VOZ, DATOS Y VIDEO

- 4.1 Recopilación de Información**
- 4.2 Necesidades del Usuario**
- 4.3 Análisis de la Información**
- 4.4 Elaboración de propuesta de rediseño**

Universum

El museo de las ciencias Universum es actualmente un centro de enseñanza y también de entretenimiento, ya que combina el conocimiento científico con el empírico. Desde su creación el Museo de Ciencias Universum, antiguo edificio del CONACYT, tiene como propósito mostrar a las nuevas generaciones de estudiantes, de primaria y secundaria principalmente, el que la ciencia no tiene por que ser aburrida, sino por el contrario que la ciencia está aplicada en cada momento de nuestra vida.

Este sitio de conocimiento cuenta con todo lo necesario indispensable para que el visitante se lleve la mejor impresión de lo que es la ciencia en forma útil y esto desarrolle a su vez en el individuo la necesidad de buscar información al respecto.

El museo de ciencias Universum se compone de cuatro edificios donde tres de ellos conforman las salas de exposición y el restante se compone de las oficinas administrativas y de trabajo así como de una biblioteca. Anexo existe un pequeño edificio conocido como la casita de las ciencias en donde se encuentran otras tantas áreas que ayudan a la operación del museo de las ciencias.

4.1 Recopilación de Información

Información Lógica y Física de la Red

Un aspecto importante para el rediseño de un sistema de cableado estructurado es reunir la información necesaria que nos muestre la operación actual del sistema para así poder determinar los cambios y/o actualizaciones necesarias a realizar en el sistema para lograr la optimización e integración de los servicios actuales y futuros tomando en cuenta la variedad de aplicaciones que se utilizan así como facilitar la administración de movimientos, cambios físicos, etc.

La posibilidad de migrar a nuevas tecnologías sin desechar la inversión realizada es un aspecto muy importante hoy en día, ya que los avances de la tecnología son tan vertiginosos que lo instalado se puede volver obsoleto en un par de años.

Equipo de Cómputo

El equipo de cómputo con el que cuenta tanto las áreas administrativas como las áreas abiertas al público van desde una computadora con procesador 486 hasta equipos recientes para aplicaciones multimedia en donde la velocidad de procesamiento es un factor importante. También se cuenta con servidores que trabajan en plataformas Windows NT, Linux y Unix.

Equipo de Telecomunicaciones

El equipo de telecomunicaciones actual dentro del Universum es el siguiente:

- 1 Switch de datos de 12 puertos en la planta Baja
- 1 Switch de datos de 24 puertos en el Segundo Nivel
- 1 Switch de datos de 24 puertos en el Tercer Nivel

3 Concentradores de 24 puertos (biblioteca, multimedia 3er piso, Casita de las ciencias),
1 Concentrador de 12 puertos (sala Internet)
Varios mini concentradores (aproximadamente 12) de 8 y 6 puertos que dan servicio a diferentes áreas.

En su gran mayoría estos concentradores no están debidamente instalados ya que son servicios improvisados y tanto el cableado como la instalación propia del equipo no son los adecuados, además no se cuenta con la memoria técnica de cómo es que están realmente interconectados.

Red Local (Esquema)

A pesar de no contar con la memoria técnica, se realizó un levantamiento de cómo están interconectados los equipos aún y cuando no fue posible determinar con precisión las rutas que se siguen para lograr estas conexiones. Un diagrama de la posible interconexión de estos dispositivos se muestra en la figura 4-1.

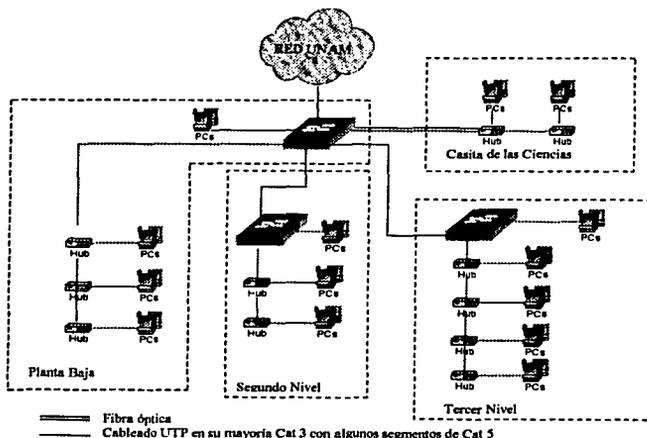


Figura 4-1

El conjunto del museo Universum esta conformado por cuatro edificios denominados A, B, C y D, los edificios A y B constan de 3 niveles (planta baja, primer nivel y segundo nivel) mientras que los edificios C y D constan de 4 niveles (planta baja, primer nivel, segundo nivel y tercer nivel), así como de un edificio anexo de dos niveles llamado "Casita de las ciencias".

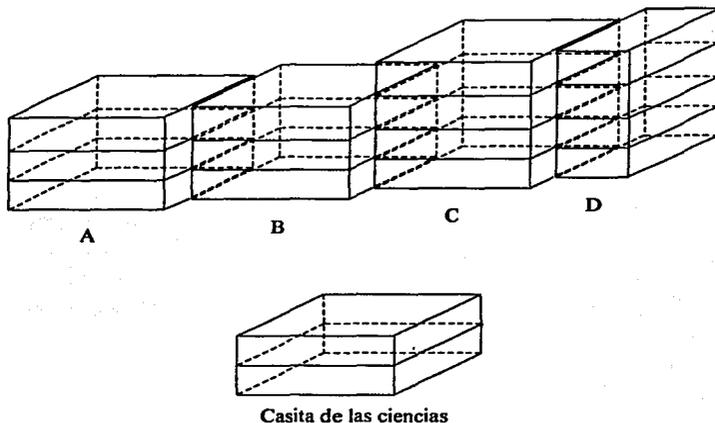


Figura 4-2

Actualmente la distribución de los diferentes servicios utilizados en los edificios que conforman el museo de ciencias Universum no está totalmente documentada por lo que se realizó un levantamiento de los servicios que están establecidos hasta ahora así como los que son requeridos para satisfacer las necesidades de cada usuario, estos servicios se muestran de la tabla 4-1 hasta la tabla 4-5 para cada nivel de cada edificio del conjunto museo Universum.

Tabla 4-1. Planta Baja

Nodo	Edificio A	Edificio B	Edificio C	Edificio D	Σ
Δ_b	1	1	2	14	18
\square_b	12	17	3	13	45
Δ_v	3	7	2	5	17
\square_v	1	0	0	0	1
Σ	17	25	7	32	81

Tabla 4-2. Planta Primer Nivel

Nodo	Edificio A	Edificio B	Edificio C	Edificio D	Σ
Δ_b	0	0	0	0	0
\square_b	8	9	9	1	27
Δ_v	1	0	0	0	1
\square_v	1	2	3	0	6
Σ	10	11	12	1	34

Tabla 4-3. Planta Segundo Nivel

Nodo	Edificio A	Edificio B	Edificio C	Edificio D	Σ
Δ_b	0	0	0	30	30
\square_b	20	7	3	16	46
Δ_v	0	0	0	37	37
\square_v	2	1	0	3	6
Σ	22	8	3	86	119

Tabla 4-4. Planta Tercer Nivel

Nodo	Edificio C	Edificio D	Σ
Δ_b	29	10	39
\square_b	55	48	103
Δ_v	11	27	38
\square_v	6	6	12
Σ	101	91	192

Para el edificio anexo denominado Casita de las Ciencias en sus dos niveles tenemos

Tabla 4-5. Casita de las Ciencias

Nodo	Planta Baja	Primer Nivel	Σ
Δ_b	7	16	23
\square_b	16	11	27
Δ_v	14	12	26
\square_v	2	6	8
Σ	39	45	84

Nomenclatura:

- Δ_D Servicio de datos Existente
- \square_D Servicio de datos Requerido
- Δ_V Servicio de voz Existente
- \square_V Servicio de voz Requerido

Problemática

En el museo de ciencias Universum su red de voz, datos y video no ha sufrido una mejora sino por el contrario se ha hecho casi obsoleta y a crecido de manera desordenada esto debido a que no se hizo una planeación adecuada de su crecimiento. Además las características arquitectónicas del conjunto de edificios que conforma el museo deja pocas posibilidades de realizar adecuaciones simples al cableado existente sino por el contrario el dar nuevos servicios y actualizar los existentes tienen como mayor obstáculo el desechar todo lo existente y comenzar una nueva red.

Las necesidades son muy variadas por lo que una adecuación correcta de la red dará la pauta a seguir paralelos a las tecnologías existentes en el mercado de las comunicaciones y de cómputo. Una particularidad que se encuentra en lo referente a equipamiento es la cantidad de equipo que tiene ya varios años trabajando y que por su naturaleza no es rescatable para un uso secundario.

En la actualidad con respecto a datos es muy frecuente que su red tenga grandes deficiencias en su desempeño y por otra el que no se tengan servicios de este tipo en lugares distantes dentro del museo ha generado el uso de líneas telefónicas que por su característica han proliferado de manera improvisada

Su sistema de videoconferencia carece de toda planeación debido a que sólo colocaron un par de coaxiales desde la acometida hasta la sala en donde tienen el equipo por lo que la distancia recorrida hace que sufra degradación la señal y el desempeño sea bajo.

Su red de voz aún cuando no representa un problema la distancia, si lo es su administración ya que ha crecido desordenadamente y la falta de espacios para su conexión ha generado que esta esté expuesta en lugares abiertos en donde es potencialmente susceptible a daños que pudieran ser provocados por descuido o en forma intencional.

Por último el museo de ciencias al ser un espacio abierto al público y exponer en sus diversas salas muestras de distinta índole, las cuales pueden ser permanentes o simplemente temporales provoca que sus espacios sean modificados continuamente. Lo anterior no solamente se aplica a espacios comunes sino también de acceso restringido. Por lo tanto, las modificaciones hechas en el interior del museo no estaban registradas en los planos arquitectónicos, entonces queda por registrar las modificaciones que se encuentren hasta el momento.

Planos arquitectónicos

Una parte fundamental en el diseño de cualquier sistema es dejar constancia física de lo propuesto y en este caso uno de los materiales fundamentales son los planos del edificio que se encuentran en el anexo B.

4.2 Necesidades del Usuario

Detección de Necesidades

En el Universum el personal administrativo, los investigadores y becarios cuentan con diferentes aplicaciones las cuales necesitan de un servicio de red la cual les ofrezca confiabilidad y eficiencia para el buen desarrollo de las actividades que realizan. Estos servicios van desde contar con una simple línea telefónica, una conexión a la red de datos o hasta un servicio de videoconferencia, así como de dotar de estos servicios las áreas abiertas al público en donde la necesidad de contar con servicios de datos es la de mayor importancia.

Debido a que los edificios en donde se encuentra el museo de ciencias Universum es un edificio el cual fue construido sin pensar en la necesidad de dejar la infraestructura necesaria para que cursaran servicios de voz, datos y video de una forma planeada y ordenada por lo que es necesario el negociar posible sitios en donde sea factible colocar los cuartos de telecomunicaciones así como realizar las adecuaciones necesarias para dotar de servicios a las áreas que hoy día no cuenta con ellos.

La mayor parte de los servicios quedarían en áreas administrativas mientras que en las áreas abiertas, comparando en número, sólo pocos se necesitarían.

Equipo de Cómputo

El equipo de cómputo se estará actualizando conforme a la necesidad de las aplicaciones lo requiera debido a que actualmente hay equipo que es necesario desecharlo y sustituirlo por uno de mayor calidad y desempeño.

Los servidores que dan el soporte a la red del Universum también son variados los cuales utilizan UNIX, LINUX o Windows NT pero de estos sólo quedarán aquellos que cumplan los requerimientos mínimos de funcionalidad y desempeño.

Equipo de Telecomunicaciones

El equipo necesario para la red de datos deberá contar con la capacidad de escalabilidad y confiabilidad en caso de que el ancho de banda requerido crezca hacia el interior o el exterior de la red que se concentrará en el museo. Para esto habrá que realizar una evaluación de los equipos existentes en el mercado para asegurar su funcionalidad.

Actualmente D.G.S.C.A. se ha dado a la tarea de buscar nuevas tecnologías que cumplan con la característica de flexibilidad, confiabilidad y fácil migración, además de que su costo no sea elevado. Los equipos a utilizar en la presente propuesta serán presentados dentro de la evaluación de costos de los distintos proveedores.

Conectividad e Integración a la Red UNAM

En la UNAM existe actualmente un Backbone en delta que utiliza la tecnología ATM (Modo de Transferencia Asíncrono) como forma de transmisión y cuyos nodos se encuentran en la D.G.S.C.A., zona cultural y en la facultad de arquitectura de donde se conectan todos los servicios hacia las distintas facultades, institutos y dependencias de la UNAM que se encuentran en el Campus de Ciudad Universitaria.

La Universidad Nacional como pionera en todos los aspectos tecnológicos está siempre atenta de las nuevas tecnologías que puedan mejorar las actividades que en ella se desarrollan en la parte de telecomunicaciones que son base importante para el intercambio y difusión de nuevos conocimientos.

Lo anterior hace que se deban contemplar los posibles cambios de tecnología, como lo es, Gigabit Ethernet tecnología que posiblemente desplace a la red ATM ya que hoy en día la velocidad de transmisión es un factor importante que influye en la selección del tipo de red, además de que deba tener la flexibilidad para integrar todo tipo de aplicaciones.

Para la parte de datos y video existe un enlace de fibra óptica de 8 hilos desde el nodo denominado "zona cultural" el cual proporciona el servicio. Para videoconferencia se continuara utilizando H.320

En la parte que concierne a la red de voz hay un enlace multipar de cobre, el cual tiene servicios tanto digitales como analógicos, ya que son necesarios para poder transmitir datos a puntos remotos, y se integra a varios conmutadores ubicados en distintos centros, institutos o facultades que tienen necesidad de tener un gran volumen de extensiones. En el museo de las ciencias no existe un conmutador telefónico propio por lo que los servicios son tomados de uno de los nodos cercanos.

4.3 Análisis de la Información

Funcionalidad de la red actual

Actualmente la red de datos opera con tecnología Ethernet 10BaseT con cableado UTP de cuatro pares categoría 3, además existe cableado UTP categoría 5 que fue instalado de manera improvisada por lo que evaluando las condiciones de instalación y el tiempo que tiene éste, debe ser sustituido en su totalidad. Con respecto a los equipos de comunicaciones, switches y

concentradores también deben ser reemplazados primero por su capacidad de transmisión y además por su nulo mantenimiento que han recibido lo cual los hace susceptibles a fallas. Existen varios concentradores de seis u ocho puertos, que fueron colocados temporalmente para dar servicio a varios usuarios en donde solo existe un solo punto de red, que con la nueva red dejarán de ser útiles

Aprovechamiento de la infraestructura

El aprovechamiento de la infraestructura actual es casi nulo debido a que el cableado existente no cumple con los requerimientos mínimos debido a que este fue colocado hace varios años y a que algunos servicios han sido improvisados haciendo extensiones de la red con concentradores de menor capacidad. Por lo que se refiere al cableado de videoconferencia existe un par de coaxiales que cruzan de manera inapropiada desde el cuarto de telecomunicaciones hasta la sala en donde se proyecta. Por último los servicios de voz deberán ser actualizados. Por lo tanto se recomienda no tomar en cuenta ninguno de los servicios colocados.

Perspectivas de crecimiento

Uno de los principales objetivos del cableado estructurado es el planear un crecimiento futuro de la red o el de mover los servicios de lugar. Por lo tanto las perspectivas de crecimiento deben ser consideradas en el diseño para que en el momento en que se necesite colocar nuevos servicios se tenga la capacidad suficiente en tanto en el cuarto de telecomunicaciones, así como, en la canalización de los servicios en las recomendaciones se considera un 10% de crecimiento de los servicios, esto también se aplica en lo que respecta a los equipos de telecomunicaciones.

4.4 Elaboración de propuesta de rediseño

Actualización de los planos Arquitectónicos

Durante el levantamiento que se llevó a cabo para conocer las instalaciones del Universum así como las necesidades de los usuarios se encontró que existen algunas modificaciones que no estaban documentadas en los acervos de la DGSICA por que gracias al levantamiento se realizaron los ajustes necesarios a los planos arquitectónicos existentes para poder tener información actualizada.

Como parte de levantamiento y actualización de los planos se determinaron, los servicios que necesitan ser cubiertos, los cuales pueden ser agrupados, de acuerdo a su ubicación, en nodos (un nodo puede tener uno o más servicios.). La propuesta de distribución de los nodos en el conjunto Universum es como se muestra de la tabla 4-6 a la tabla 4-10.

Tabla 4-6. Planta Baja

Nodo	Edificio A	Edificio B	Edificio C	Edificio D	Σ
\blacktriangle	3	12	3	0	24
\blacktriangle_b	3	3	0	0	8
\triangle_b	4	0	3	0	7
${}_4\triangle_b$	0	0	0	0	5
\blacktriangle_v	0	0	0	0	0
\triangle_v	1	1	0	0	2
${}_4\triangle_v$	0	0	0	0	0
Σ	11	16	6	0	46

Tabla 4-7. Planta Primer Nivel

Nodo	Edificio A	Edificio B	Edificio C	Edificio D	Σ
\blacktriangle	2	3	4	1	10
\blacktriangle_b	3	2	0	0	5
\triangle_b	1	3	5	0	9
${}_4\triangle_b$	1	0	0	0	1
\blacktriangle_v	0	0	0	0	0
\triangle_v	0	0	0	0	0
${}_4\triangle_v$	0	0	0	0	0
Σ	7	8	9	1	25

Tabla 4-8. Planta Segundo Nivel

Nodo	Edificio A	Edificio B	Edificio C	Edificio D	Σ
\blacktriangle	3	1	0	38	42
\blacktriangle_b	2	2	1	8	13
\triangle_b	4	2	1	0	7
${}_3\triangle_b$	3	0	0	0	3
\blacktriangle_v	0	0	0	6	6
\triangle_v	0	0	0	0	0
${}_4\triangle_v$	0	0	0	0	0
Σ	12	5	2	52	71

Tabla 4-9. Planta Tercer Nivel

Nodo	Edificio C	Edificio D	Σ
\blacktriangle	33	33	66
\blacktriangle_b	20	14	34
\triangle_b	0	2	2
${}_4\triangle_b$	6	1	7
\blacktriangle_v	0	2	2
\triangle_v	1	2	3
${}_4\triangle_v$	0	0	0
Σ	60	54	114

Para el edificio anexo denominado Casita de las Ciencias en sus dos niveles tenemos:

Tabla 4-10. Casita de las Ciencias

Nodo	Planta Baja	Primer Nivel	Σ
▲	27	21	48
▲ _D	0	4	4
△ _D	0	0	0
n△ _D	0	0	0
▲ _V	0	3	3
△ _V	0	0	0
n△ _V	0	0	0
Σ	27	28	55

Nomenclatura

- ▲ Nodos con un servicio de voz y uno de datos
- ▲_D Nodo con dos servicios de datos
- △_D Nodo con solo un servicio de datos
- n△_D Nodo con "n" servicios de datos
- ▲_V Nodo con 2 servicios de voz
- △_V Nodo con solo un servicio de voz
- n△_V Nodo con "n" servicios de voz

La demanda de servicios dentro de los edificios es muy variada, en algunos edificios existe una gran cantidad de servicios a cubrir mientras que en otros la cantidad de servicios requeridos es mínima, por lo que analizando la información de los diferentes edificios podemos determinar zonas, las cuales deben poder cubrir los servicios que se demandan en todo el conjunto Universum, estas zonas se pueden observar en los planos del anexo A

- Zona CD1 → Nodos de la planta baja y primer nivel de los edificios C y D.
- Zona CD2 → Nodos del segundo nivel de los edificios C y D.
- Zona CD3 → Nodos del tercer nivel de los edificios C y D.
- Zona EAB → Nodos de la planta baja, primer nivel y segundo nivel de los edificios A y B.
- Zona ECC → Casita de las ciencias planta Baja y primer nivel

Lo anterior nos permite determinar la densidad en cuanto a nodos y servicios que son requeridos, por lo que de acuerdo a cada una de las zonas determinadas tenemos la siguiente distribución.

Tabla 4-11. Resumen de demanda de nodos y servicios

Zona	Total de Nodos	Requeridos		Propuestos	
		Servicios de datos	Servicios de Voz	Servicios de datos	Servicios de Voz
CD1	29	42	10	46	14
CD2	54	48	40	57	50
CD3	114	142	50	164	73
EAB	59	75	18	81	22
ECC	55	50	34	52	51
	311	357	152	400	210

Propuesta de tecnología LAN - Dispositivos de comunicaciones

Equipos para los servicios de datos.

La demanda de los servicios de datos que tiene que cubrir cada uno de los CT se obtiene de la tabla 4-11, además de esta consideración, se pretende que el equipo en la planta baja del edificio C se interconecte con la Red UNAM y a su vez proporcione un punto de conexión para cada uno de los equipos de datos que se ubiquen en los otros CT además por supuesto de proporcionar puertos para los usuarios que dará servicio este CT, debido a lo anterior es necesario un equipo con las siguientes características.

- 1 Puerto a ATM para conexión con la red UNAM
- 6 Puertos Gigabit Ethernet para la interconexión con los otros CTs
- 50 Puertos a 100BaseT para servicio de los usuarios

Esto se representa en la figura 4-3

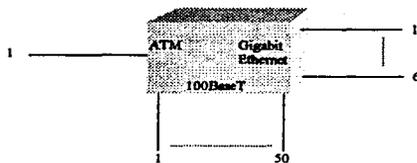


Figura 4-3

En lo que respecta a los otros equipos de los CT debido a que se conectan en forma directa con el equipo de la acometida solo deberán tener 1 puerto de Gigabit Ethernet como entrada, y dependiendo del área a la que este dará servicio variará el número de puertos 100BaseT para el servicio a los usuarios. Este tipo de dispositivos se muestra en la figura 4-4

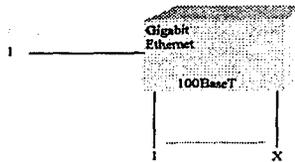


Figura 4-4

Capacidad de los dispositivos.

Los equipos que nos podrían dar estas características serían los switches de datos, por lo que resumiendo tendríamos que contar con equipo de las características que se muestran en la tabla 4-12.

Tabla 4-12. Resumen de equipos de comunicaciones

Zona	Puertos ATM	Puertos 1Gigabit Ethernet	Puertos 100BaseT
CD1	1	5	46
CD2	0	1	57
CD3	0	1	164
EAB	0	1	81
ECC	0	1	52

En cuanto a la demanda de servicios de voz, no se requiere la instalación de un equipo de voz (PBX) en el propio conjunto Universum ya que estos servicios son proporcionados por las facilidades existentes en otro punto dentro del campus CU.

Ya sea para los equipos de voz y datos, es necesario tomar en cuenta el desempeño de los equipos que se tengan que utilizar, sin embargo, en los dispositivos de datos, la velocidad, escalabilidad, desempeño, deberán ser tomados en cuenta. Así como se tendrá que considerar el respaldo que existe por parte del fabricante o del distribuidor autorizado, este respaldo se tendrá que reflejar en el soporte técnico (y disponibilidad de este soporte) y la capacitación entre otros.

Propuesta del Sistema de Cableado Estructurado

De la tabla 4-11 se obtiene la cantidad de nodos que tiene que ser cubiertos por el SCE (servicios de voz, datos y video) con esto es posible proponer el SCE

Ubicación de los Closet de Telecomunicaciones (CT)

La ubicación que se propone para los CT que deben cubrir cada una de las zonas que se proponen dentro del museo Universum así como del edificio anexo denominado la Casita de las ciencias se muestran en la figura 4-5.

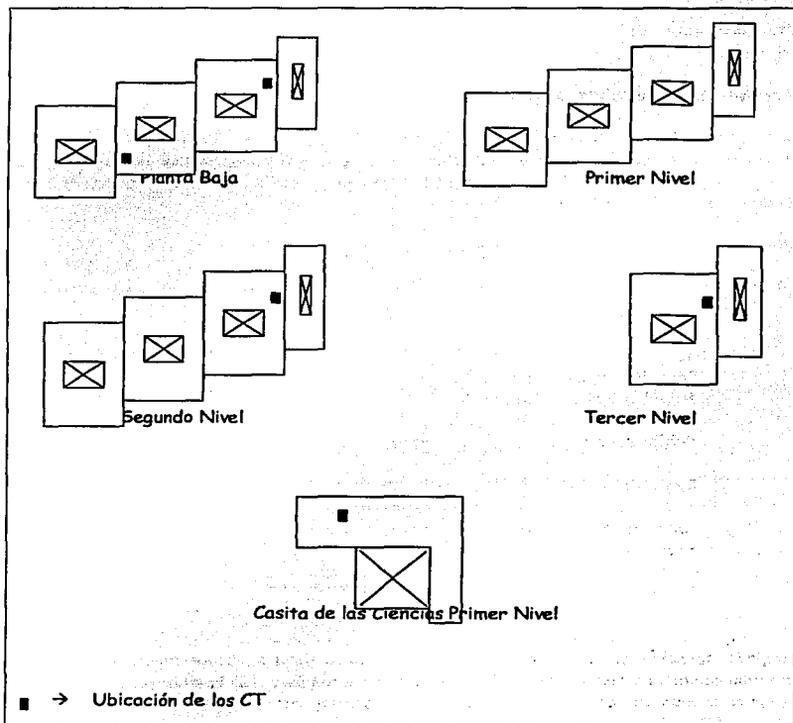


Figura 4-5

Alternativas de trayectoria de los servicios de voz y datos.

Debido a las características del edificio Universum la solución que se considera más apropiada es utilizando el tipo de ductería aparente y siendo esta por la loza en su mayor parte, esto es debido a que existen muchas áreas abiertas y el tipo de construcción no permite otra alternativa.

La elección de la mejor trayectoria se determina por la densidad de nodos así como de la arquitectura propia del conjunto Universum, esta trayectoria se muestra en los planos en el anexo A.

Alternativas de Dispositivos de cableado

Se pretende que la red funcione con la tecnología 100BaseT pero debido al constante avance de la tecnología, no se descarta que en un futuro próximo la red pueda migrar hacia una red con tecnología de mayor velocidad como Gigabit Ethernet, por lo que se recomienda utilizar material que cumpla con la Categoría 5e.

Los dispositivos de cableado los podemos clasificar en dos:

Cable

UTP Categoría 5e

Fibra óptica

Accesorios:

Panel Parcheo (categoría 5e)

Módulos jacks (categoría 5e)

Cables de Parcheo (categoría 5e)

Cables para área de trabajo (categoría 5e)

Regletas Sistema 110IDC

Cajas de distribución

Face plates

Escalera y conduit

La longitud de cable utilizado para el subsistema horizontal en cada uno de los closets de telecomunicaciones se obtuvo de segmentar en dos áreas (Z1 y Z2) la superficie total a la que daría servicio cada CT; para los servicios dentro del área Z1 los cables tomarían una longitud máxima de 50 metros, mientras que para el área Z2 la longitud máxima sería de 90 metros. Contabilizando el número de servicio en cada una de las dos áreas se obtiene la longitud total de cable necesario en cada uno de los CT, es decir:

$$\text{Longitud Total} = (\sum \text{servicios dentro de Z1} \times 50\text{m}) + (\sum \text{servicios dentro de Z2} \times 90\text{m})$$

Así para cada uno de los CT y como las bobinas de cable UTP categoría 5e son de 305m, tenemos:

Para el CT - CD1, y con Bobinas = B = 305m, tenemos

31 cables < δ = a 50m

31 cables < a 90 m y > a 50m, lo cual implica

$$CD1_{(\text{Longitud total de cable})} = 31 * 50m + 31 * 90m = 4340m$$

$$B = 4340m / 305m = 14.22 \text{ bobinas} = 15 \text{ bobinas}$$

Para el CT - CD2, y con Bobinas = B = 305m, tenemos

46 cables < δ = a 50m

58 cables < a 90 m y > a 50m, lo cual implica

$$CD2_{(\text{Longitud total de cable})} = 46 * 50m + 58 * 90m = 7520m$$

$$B = 7520m / 305m = 24.65 \text{ bobinas} = 25 \text{ bobinas}$$

Para el CT - CD3, y con Bobinas = B = 305m, tenemos

142 cables < δ = a 50m

95 cables < a 90 m y > a 50m, lo cual implica

$$CD3_{(\text{Longitud total de cable})} = 142 * 50m + 95 * 90m = 15650m$$

$$B = 15650m / 305m = 51.31 \text{ bobinas} = 52 \text{ bobinas}$$

Para el CT - EAB, y con Bobinas = B = 305m, tenemos

64 cables < δ = a 50m

38 cables < a 90 m y > a 50m, lo cual implica

$$EAB_{(\text{Longitud total de cable})} = 64 * 50m + 38 * 90m = 6620m$$

$$B = 6620m / 305m = 21.70 \text{ bobinas} = 22 \text{ bobinas}$$

Para el CT - ECC, y con Bobinas = B = 305m, tenemos

91 cables < δ = a 50m

20 cables < a 90 m y > a 50m, lo cual implica

$$ECC_{(\text{Longitud total de cable})} = 91 * 50m + 20 * 90m = 6350m$$

$$B = 6350m / 305m = 20.81 \text{ bobinas} = 21 \text{ bobinas}$$

Para el cableado vertical de datos basándonos en la norma EIA/TIA 568.B, será necesario utilizar fibra óptica multimodo 62.5/125 μ m para interconectar los CT secundarios al CT principal (CT de la zona CD1), los enlaces de fibra son:

CT-CD1	↔	CT-CD2
CT-CD1	↔	CT-CD3
CT-CD1	↔	CT-EAB
CT-CD1	↔	CT-ECC (Este enlace ya existe)

Además de los enlaces de fibra para los servicios de videoconferencia.

CT-CD1	↔	Sala de videoconferencia en tercer nivel
CT-CD1	↔	Sala de Juárez en tercer nivel
CT-CD1	↔	Auditorio en Planta Baja.

Esquema de conectividad de los servicios de voz, datos y video

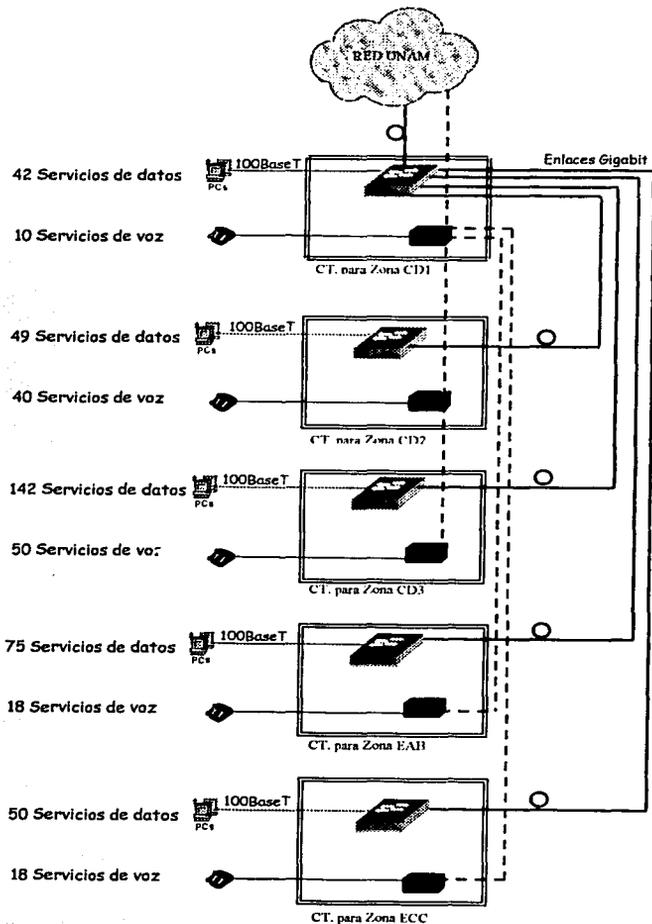


Figura 4-6

Estándar a utilizar

EIA/TIA 568B es el nuevo estándar para sistemas de cableado estructurado en edificios comerciales, el estándar esta compuesto por partes:

EIA/TIA 568B.1 Es el principal estándar en el cual se publican actualizaciones y reemplazos de los siguientes estándares y boletines, TSB67, TSB72, TSB95, TIA/EIA 568, versiones 1, 2, 3, 4, 5, de EIA/TIA 568A

EIA/TIA 568B.2 El contenido técnico y los requerimientos de los dispositivos para el cableado de par trenzado, son establecidos en este estándar

EIA/TIA 568B.3 Establece el contenido técnico y los requerimientos de los dispositivos para el cableado de fibra óptica.

Evaluación de Costos

Sistema de Cableado Estructurado

Los dispositivos mecánicos y electrónicos para cada uno de los CT que se han definido durante el proyecto, se listan de la tabla 4-13 a la tabla 4-17.

Tabla 4.13

Zona CD1 (Planta Baja y Primer Nivel Edificios C y D)		
Artículo	Cantidad	Descripción
Rack	1	Color Negro, para empotrarse en piso, de 19".
Bobinas UTP	15	Bobinas de cable UTP categoría 5e
Panel de Parcheo	1	Un panel de 48 puertos categoría 5e
Sistema 110 IDC	4	Regletas para remates de servicios de voz
Cables de parcheo UTP	60	Categoría 5e de 3 m de longitud
Escalierilla ruta principal	1	Patch duplex de F.O. Multimodo de 62.5/125 um
Cables de área de trabajo	60	Categoría 5e de 3m a 10m de longitud
Cajas de distribución	29	Resistente y retardante al fuego, con capacidad para 6 módulos RJ45
Face plate	29	Resistente y retardante al fuego, con 24 salidas doble y 5 de salida cuadruple
Módulos Jacks	60	Categoría 5e
Escalierilla derivaciones		

Tabla 4.14

Zona CD2 (Segundo Nivel de los edificios C y D)		
Artículo	Cantidad	Descripción
Rack	1	Color Negro, para empotrarse en piso, de 19".
Cableado UTP	25	Bobinas de cable UTP categoría 5e
Panel de Parcheo	2	Un panel de 48 puertos y uno panel de 24 puertos, ambos categoría 5e
Sistema 110 IDC	13	Regletas para rematar los servicios de voz
Cables de parcheo UTP	107	Categoría 5e de 3 m de longitud
Escalierilla ruta principal	0	
Cables de área de trabajo	107	Categoría 5e de 3m a 10m de longitud
Cajas de distribución	54	Resistente y retardante al fuego, con capacidad para 6 módulos RJ45
Face plate	54	Resistente y retardante al fuego, con salida doble
Módulos Jacks	60	Categoría 5e
Escalierilla derivaciones		

Tabla 4.15

Zona CD3 (Tercer Nivel de los edificios C y D)		
Artículo	Cantidad	Descripción
Rack	1	Color Negro, para empotrarse en piso, de 19".
Cableado UTP	52	Bobinas de cables UTP categoría 5e
Panel de Parcheo	4	Tres paneles de 48 puertos y un panel de 24 puertos todos categoría 5e
Sistema 110 IDC	19	Regletas para rematar los servicios de voz
Cables de parcheo UTP	192	Categoría 5e de 3 m de longitud
Escalierilla ruta principal	2	Patch Duplex de fibra óptica multimodo 62.5 / 125 um
Cables de área de trabajo	192	Categoría 5e de 3m a 10m de longitud
Cajas de distribución	114	Resistente y retardante al fuego, con capacidad para 6 módulos RJ45
Face plate	114	Resistente y retardante al fuego, 107 con salida doble y 7 con salida cuadruple
Módulos Jacks	60	Categoría 5e
Escalierilla derivaciones		

Tabla 4.16

Zona EAB (Planta Baja, Primer Nivel y Segundo Nivel de los edificios A y B)		
Artículo	Cantidad	Descripción
Rack	1	Color Negro, para empotrarse en piso, de 19".
Cableado UTP	22	Bobinas de cable UTP categoría 5e
Panel de Parcheo	2	Dos paneles de 48 puertos categoría 5e
Sistema 110 IDC	6	Regletas para rematar los servicios de voz
Cables de parcheo UTP	103	Categoría 5e de 3 m de longitud
Escalera ruta principal	0	
Cables de área de trabajo	103	Categoría 5e de 3m a 10m de longitud
Cajas de distribución	59	Resistente y retardante al fuego, con capacidad para 6 módulos RJ45
Face plate	59	Resistente y retardante al fuego, 55 con salida doble y 4 con salida cuadruple
Módulos Jacks	103	Categoría 5e
Escalera derivaciones		

Tabla 4.17

Zona ECC (Planta Baja y Primer Nivel del edificio Casita de las Ciencias)		
Artículo	Cantidad	Descripción
Rack	1	Color Negro, para empotrarse en piso, de 19".
Cableado UTP	21	Bobinas de cable UTP Categoría 5e
Panel de Parcheo	2	Un panel de 48 puertos y un panel de 24 puertos ambos categoría 5e
Sistema 110 IDC	13	Regletas para rematar los servicios de voz
Cables de parcheo UTP	103	Categoría 5e de 3 m de longitud
Escalera ruta principal	0	
Cables de área de trabajo	103	Categoría 5e de 3m a 10m de longitud
Cajas de distribución	55	Resistente y retardante al fuego, con capacidad para 6 módulos RJ45
Face plate	55	Resistente y retardante al fuego, con salida doble
Módulos Jacks	103	Categoría 5e
Escalera derivaciones		

El costo de proyecto para cada uno de los CT así como el costo total del Sistema de Cableado Estructurado del mismo sería como se muestra en la tabla 4.18

Enlaces de fibra óptica para Balcóne								
Punto A	Punto B	Descripción		Longitud	Costo			
CT- CD1	CT- CD2	Fibra óptica multimodo 62.5/125um dual		40	USD 1.857.12			
CT- CD1	CT- CD3	Fibra óptica multimodo 62.5/125um dual		50	USD 2.234.21			
CT- CD1	CT- FAR	Fibra óptica multimodo 62.5/125um dual		150	USD 3.029.57			
					USD 7.214.90			
Enlaces de fibra óptica para videoconferencia								
Punto A	Punto B	Descripción		Longitud	Costo			
CT- CD1	Sala videoconferencia 3er nivel	Fibra óptica multimodo 62.5/125um dual		80	USD 2.721.25			
CT- CD1	Sala de Juárez 3er nivel	Fibra óptica multimodo 62.5/125um dual		80	USD 2.721.25			
CT- CD1	Auditorio Planta Baja	Fibra óptica multimodo 62.5/125um dual		70	USD 2.534.69			
					USD 7.977.19			
Enlaces de cableado UTP								
	CT CD1	CT CD2	CT CD3	CT FAR	CT ECC	Todos los CT	Precio por unidad	Precio Total
Artículo	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Total de artículo		
Back	1	1	1	1	1	5	USD 1.353.25	USD 6.786.75
Bobina de Cable UTP Categoría 5e	15	25	52	22	21	135	USD 66.00	USD 8.910.00
Panel de Patcheo de 24 Puertos	1	0	0	1	1	3	USD 140.00	USD 420.00
Panel de Patcheo de 48 Puertos	1	2	4	2	1	10	USD 276.00	USD 2.760.00
salvadora 5e								
Registros sistema 110 IDC	4	13	19	6	13	55	USD 12.30	USD 676.50
Cables de patcheo UTP categoría 5e (Patch Cord) de 4m de longitud	60	107	192	103	103	565	USD 7.00	USD 3.955.00
Escalera ruta principal	95	88	170	155	103	591	USD 59.30	USD 34,465.30
Cables de area de trabajo (Patch Cord) de 8m de longitud	60	107	192	103	103	565	USD 12.00	USD 6,780.00
Cajas de distribución resistente y retardante al fuego, con capacidad para 4 módulos RJ45	20	54	114	59	55	311	USD 9.95	USD 3.094.45
Face plate con salida doble	24	54	107	55	55	295	USD 2.15	USD 634.25
Face plate con salida cuádruple	5	0	7	4	0	16	USD 2.15	USD 34.40
Módulos Jacks RJ45 Categoría 5e	60	60	60	103	103	386	USD 4.90	USD 1.891.40
Escalera derivaciones	120	88.4	87.0	155	47.4	498.4	USD 44.10	USD 21.891.24
Comp. Total de dispositivos	USD 14.070.00	USD 13.116.84	USD 23.895.26	USD 21.265.40	USD 13.184.24	USD 62.246.29		USD 82.269.29

Equipo Activo

Los Switches Ethernet Cisco Catalyst serie 3550, es una nueva línea de plataforma de switches, apilables, multicapas que proveen alta disponibilidad, escalabilidad, seguridad y control que mejora la operación de la red. Con un rango de configuraciones Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, los Catalyst 3550 pueden servir ya sea como un switch en la capa de acceso para los closet de telecomunicaciones de la mediana empresa o como switches para el Backbone en redes de medianas. Por primera vez, los usuarios pueden desarrollar redes medianas de servicios inteligentes avanzados, tales como, calidad de servicio, seguridad en las listas de control de acceso, gestión expandida y alto desempeño con el mantenimiento mínimo de los switches LAN.

Los equipos activos en cada uno de los CT que se proponen basados en la familia de switches Cisco Catalyst serie 3500 necesarios en la red son los siguientes:

CT CD1

1 equipo Catalyst 3550-48 Switch-48 (enhanced)
Equipado con 48 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Gigabit interfaz GIBC

1 equipo Catalyst 3550-12G Switch-10
Equipado con 10 Puertos Gigabit Ethernet interfaz GIBC + 2 puertos 10/100/1000 BaseT Interfaz RJ45

CT CD2

1 equipo Catalyst 3550-48 Switch-48 (enhanced)
Equipado con 48 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Gigabit Interfaz GIBC

CT CD3

3 equipos Catalyst 3550-48 Switch-48 (enhanced)
Equipado cada uno con 48 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Gigabit interfaz GIBC

CT EAB

2 equipos Catalyst 3550-48 Switch-48 (enhanced)
Equipado cada uno con 48 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Gigabit interfaz GIBC

CT ECC

1 equipo Catalyst 3550-24 Switch-24 (enhanced)
Equipado con 24 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Gigabit Interfaz GIBC

1 equipo Catalyst 3550-48 Switch-48 (enhanced)
Equipado con 48 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Gigabit interfaz GIBC

En la siguiente tabla se muestra en resumen, los equipo a utilizar en cada uno de los CT así como, sus características, el costo individual y el costo total

Tabla 4.19

Equipo	Características	CT CD1	CT CD2	CT CD3	CT EAB1	CT EBC	Todos los CT	Costo por unidad	Costo Total por equipos
Catalyst 3660-24	24 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Ggabit interfaz GBC					1	1	USD 7,466.00	USD 7,466.00
Catalyst 3660-48	48 puertos 10/100 Interfaz RJ45 + 2 puertos Ggabit interfaz GBC	1	1	3	2	1	8	USD 10,466.00	USD 83,660.00
Catalyst 3660-12G	10 Puertos Ggabit interfaz GBC + 2 puertos 10/100/1000 BaseT interfaz RJ45	1					1	USD 14,990.00	USD 14,990.00
Total									USD 106,366.00

De las tablas 4.18 y 4.19 obtenemos en costo total del proyecto

Descripción	Costo
Sistema de Cableado Estructurado	USD 92,269.00
Equipos activos de la Red	USD 106,357.00
Total	USD 198,626.00

Resultados

En el presente trabajo se necesitó primeramente conocer los requerimientos del usuario así como la situación en la que se encuentra físicamente su red y como ésta es administrada, además de conocer el equipamiento con el que contaban y sus aplicaciones comunes y críticas.

La primer tarea fue estimar la cantidad de servicios tanto existentes como los nuevos y/o posibles servicios especiales, por ejemplo: Videoconferencia. De lo que está instalado se pudo constatar que el crecimiento de la red fue desordenado y provisional en muchas ocasiones aunado a que todo el cableado instalado correctamente es aún de categoría 3 y el poco existente en categoría 5 es provisional.

Algunas de las aplicaciones interactivas necesarias para espacios abiertos al público no se ejecutan en línea y están instaladas en equipos obsoletos. El mayor número de usuarios se concentra en las áreas administrativas y específicas en menor número que atienden el edificio y la investigación.

Entre uno de los requerimientos primordiales está en colocar el cableado necesario para enlaces de videoconferencia ya que la difusión de conocimientos a distancia es una de las diversas tareas del Museo de Ciencias Universum.

El principal obstáculo encontrado es la arquitectura de los edificios debido a que estos en su tiempo no fueron provistos de la infraestructura necesaria para servicios de telecomunicaciones y redes. Para este tipo de edificios existe hoy en día una serie de materiales que nos ayudarán a obtener los beneficios deseados.

En la propuesta que se encuentra en el anexo A fue de gran utilidad el recomendar utilizar "escalerilla" y ductos que nos dieron la flexibilidad necesaria para instalar los servicios requeridos y en lo futuro seguir con un crecimiento y/o modificación ordenado de la red.

Por lo que se refiere a la red de datos se sugiere equipos modulares los cuales tengan por lo menos un 25% más de capacidad para un crecimiento futuro. Se sugiere que la interconexión entre el cuarto principal de comunicaciones y los closets sea por fibra óptica para interiores por su confiabilidad. Tomando en cuenta los avances tecnológicos en telecomunicaciones, es necesario tener la opción de poder migrar hacia Gigabit Ethernet, los equipos de comunicaciones propuestos ya cuenten con esta tecnología pero como sabemos que es difícil intercambiar todo el equipo de red actualmente instalado se recomienda que los puertos de cada servicio sean 100/1000 Mbps y que el equipo de computo con mayor tiempo de uso sea desechado para obtener un óptimo rendimiento de la red de datos.

Por lo que se refiere a la parte de voz se necesita un crecimiento que satisfaga las actuales necesidades y que no esté concentrado en un solo closet de comunicaciones sino que este se distribuya para tener la menor cantidad de problemas comunes. Todos estos servicios de voz serán llevados junto con la fibra óptica por la escalerilla por un cable multipar hasta cada uno de los closets de comunicaciones.

Lo que respecta al sistema de videoconferencia la Universidad Nacional Autónoma de México utiliza como principal medio el que se refiere al estándar H.320, es decir, por hardware. Dichos enlaces constan de un enlace dedicado de fibra óptica entre la acometida del Universum y el nodo de ATM localizado en la Zona Cultural en cada punta existe un equipo Marca: RAD y modelo FOM T1/E1 o alguno similar que realice la tarea de un Equipo Terminal de Datos. Del lado que se refiere al Universum este equipo se conecta hacia un sistema de televisión que a su vez está provisto de una cámara y un micrófono que transmite lo que este sucediendo en el sitio. Una nueva manera de transmitir videoconferencia es por TCP/IP (Transfer Communication Protocol/Internet Protocol) que gracias a los avanzados programas comprimen la gran cantidad de datos que se enviarían por el sistema tradicional.

Conclusiones

El desarrollo de esta tesis se enfocó al cumplimiento de realizar el rediseño de la red de voz, datos y video del Museo de Ciencias Universum en donde el obstáculo más grande a enfrentar es la estructura misma de los edificios ya que estos fueron creados en una época y bajo una arquitectura en donde nadie consideró instalar redes internas de comunicación. Por lo tanto, el encontrar una forma práctica la cual permitiera llegar a todos aquellos sitios donde sea necesario un nodo de red de voz o datos llevo a decidir una propuesta en donde se aproveche al máximo una misma instalación principal para dos o más áreas de trabajo, esto debido a que en la mayoría de los edificios los nodos están dispersos o se llegan a concentrar en salas que permiten a los visitantes interactuar con aplicaciones específicas de dichas áreas o por el contrario en las áreas administrativas el número de nodos necesarios es elevado con respecto a las áreas abiertas.

Dentro de las tareas se concluyó que para poder operar de manera adecuada e interactuar con la estética de los espacios abiertos y de oficinas es necesario colocar un material flexible a las condiciones adversas que presenta el diseño del edificio por lo cual se elige la "escalerilla" la cual nos ofrece la flexibilidad y a su vez cubre la necesidad de llevar todos aquellos servicios necesarios. Además el seleccionar equipos que puedan ser compatibles o escalables con la tecnología de transmisión actual de la UNAM y las nuevas tecnologías que se decidan implantar en un futuro cercano.

La funcionalidad, flexibilidad y la escalabilidad de la red dependerá de que se lleven a cabo las recomendaciones en cuanto a equipamiento e infraestructura. El cableado estructurado en el mayor de los casos ocupa un porcentaje mínimo con respecto al total del costo que conlleva implantar toda una red, por lo que es recomendable se invierta lo necesario para que la red tenga una vida útil de varios años y que soporte nuevas formas de transmisión que requieran conductores de mejor calidad.

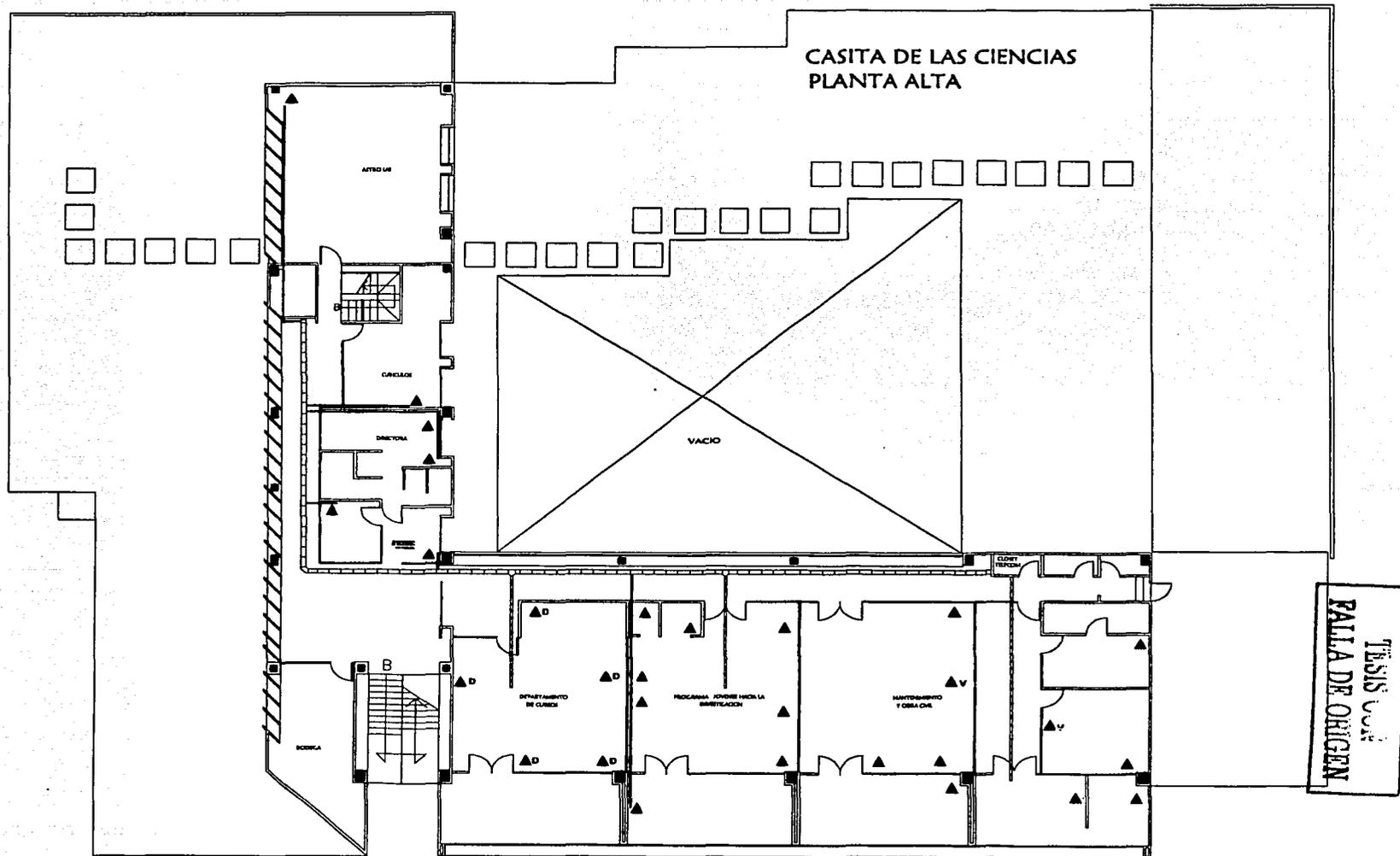
El anterior trabajo deja como aportación que muchos proyectos como este, deben ser multidisciplinarios para poder llegar a proponer una solución óptima, además de que recopiló información que difícilmente se encuentra en literatura común y que se puede catalogar como técnica o especializada. Así como estar pendiente de los estándares tanto nacionales como internacionales vigentes para que el proyecto cumpla con los requerimientos mínimos indispensables que lo caractericen como un trabajo de calidad. Como aportación en lo profesional deja que el trabajo en equipo tiene grandes beneficios y que se debe estar dispuesto a entrar en un proceso de mejora continua.

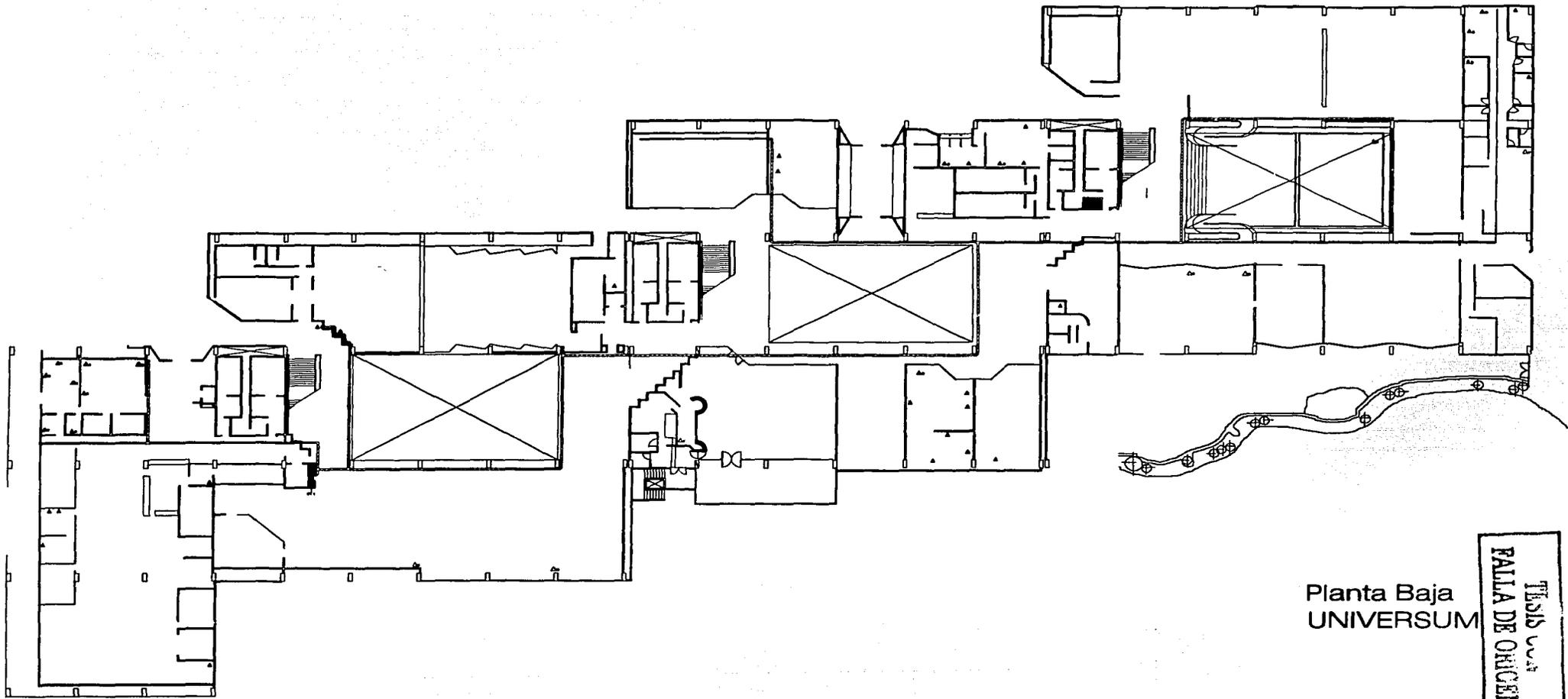
ANEXO A

- 1-1 Plano Casita de las Ciencias Planta Baja
- 1-2 Plano Casita de las Ciencias Planta Alta
- 1-3 Plano Universum Planta Baja
- 1-4 Plano Universum Primer Nivel
- 1-5 Plano Universum Segundo Nivel
- 1-6 Plano Universum Tercer Nivel

Nomenclatura

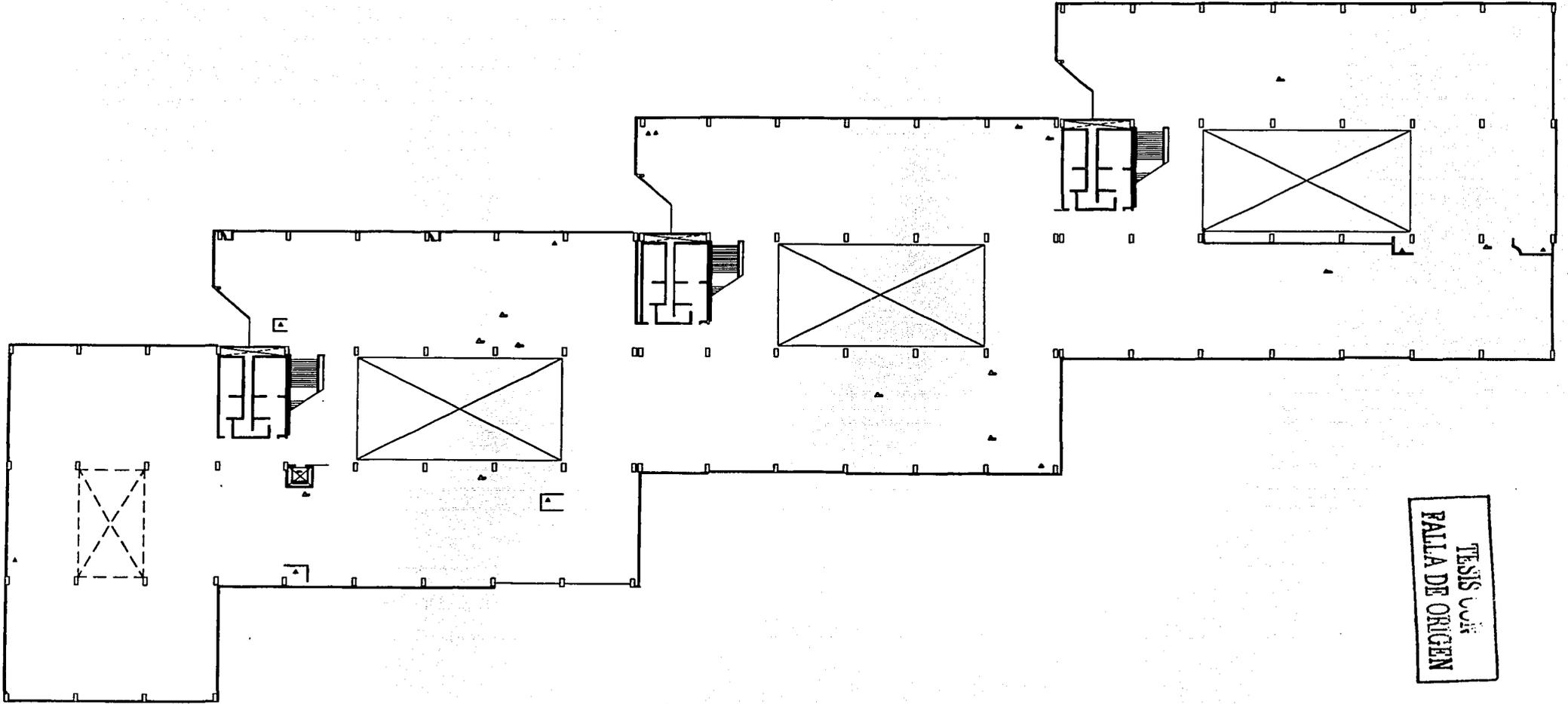
- ▲ Nodos con un servicio de voz y uno de datos
- ▲_D Nodo con dos servicios de datos
- △_D Nodo con solo un servicio de datos
- _n△_D Nodo con "n" servicios de datos
- ▲_V Nodo con 2 servicios de voz
- △_V Nodo con solo un servicio de voz
- _n△_V Nodo con "n" servicios de voz





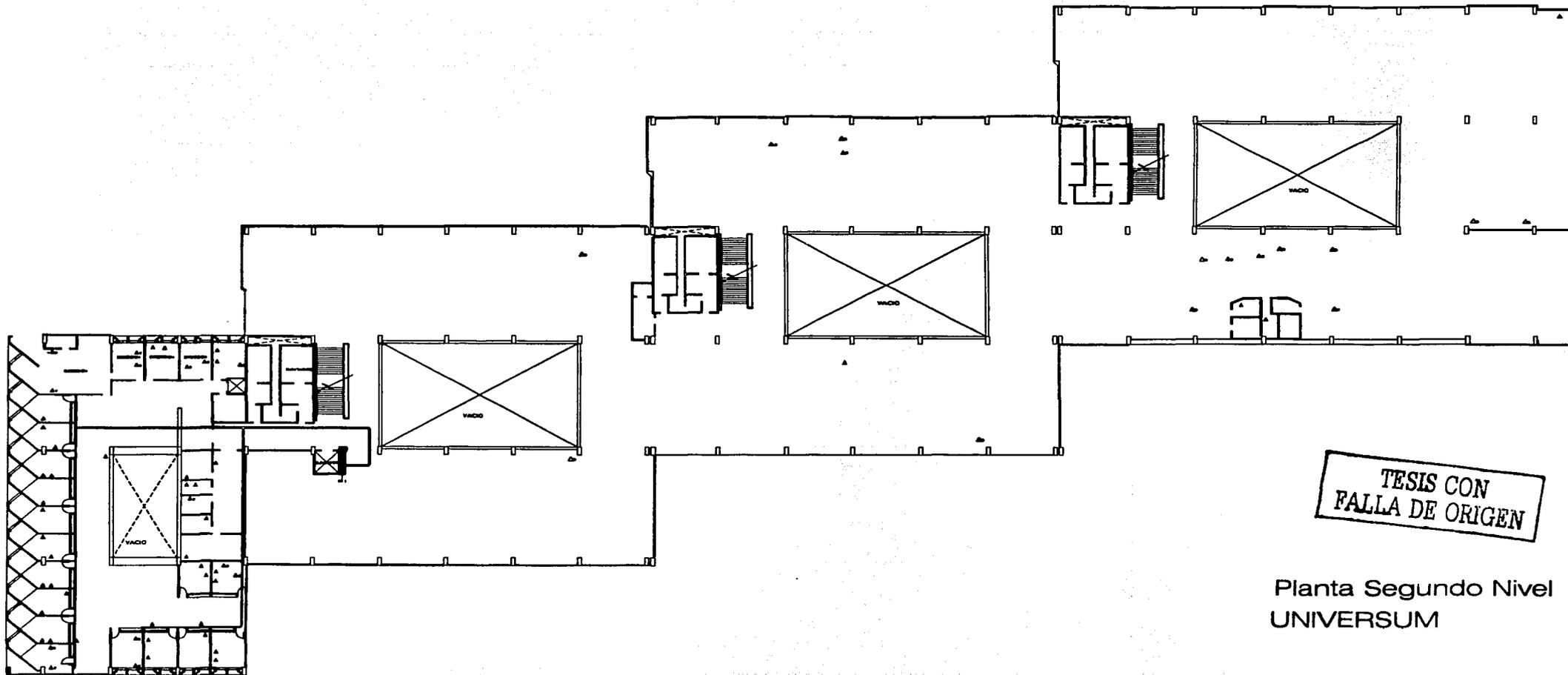
Planta Baja
UNIVERSUM

TEsis Uca
FALDA DE ORIGEN



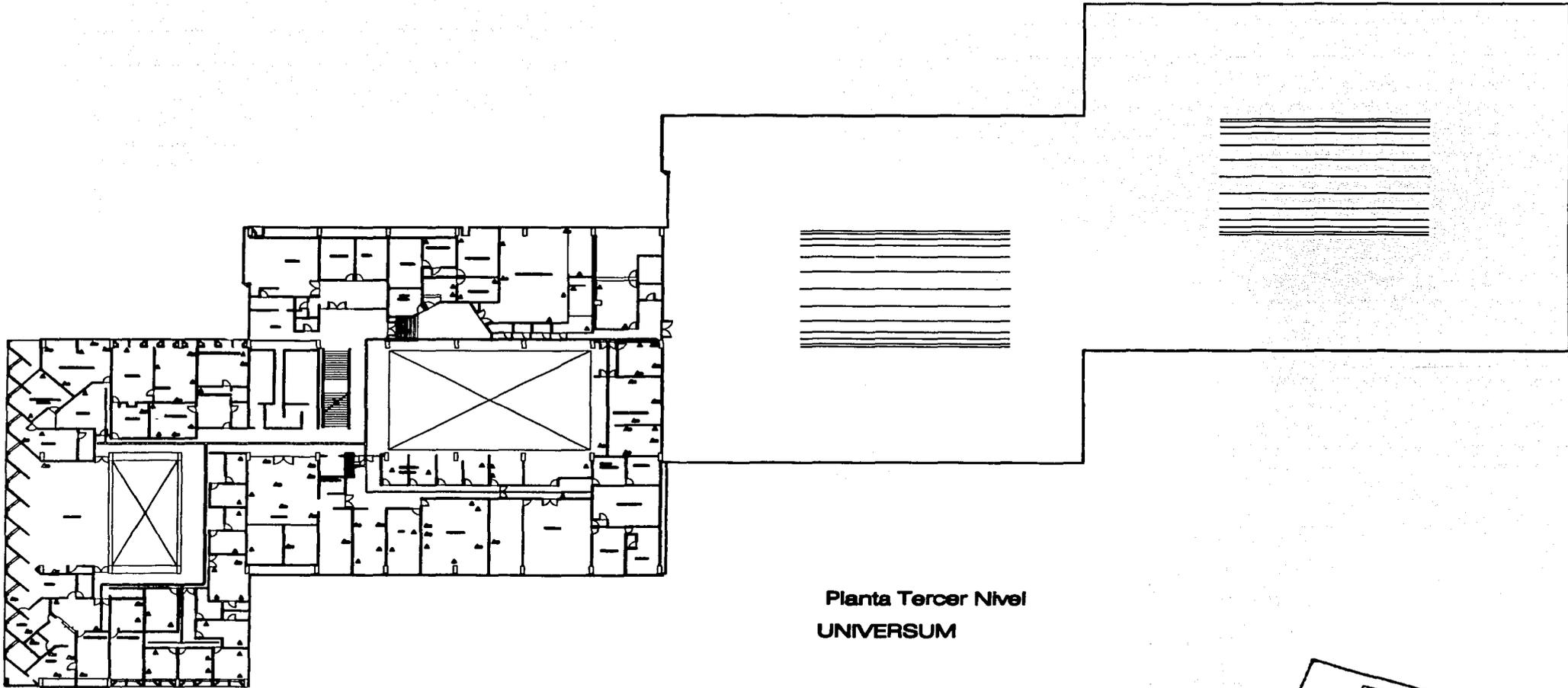
TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Primer Nivel
UNIVERSUM



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Planta Segundo Nivel
UNIVERSUM



Planta Tercer Nivel
UNIVERSUM

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bibliografía

Comunicaciones y Redes de Computadoras, 6ª Edición

Autor: William Stallings

Editorial: Prentice Hall.

Madrid España: 2000.

Tecnologías de Interconectividad de Redes

Autor: Merilee Ford.

Editorial: Prentice Hall.

DF. México: 1998

The Telephony Book

Autor: Jane Laino

Editorial: Telecom Books

United State of America: 1999

Manual de Cisco

Autor: Tom Shaughnessy

Editorial: Mc Graw Hill

Madrid España: 2000

Internetworking Technologies Hadbook

Autores: Kevin Downes, Tim Stevenson, H. Kim Lew

Editorial: CiscoPress

U.S.A. 2001

Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM), 8ª Edición

BISCI Corporation

Editado por BICSI

U.S.A 1998

Manual de Telefonía

Autor: José Manuel Huidobro

Editorial: Paraninfo

España 1999

Redes de Computadoras

Autor: Andrew S. Tanenbaum

Editorial: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.

Mexico, 2001

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Bibliografía electrónica

www.microsoft.com/windows/NctMeeting/Corp/reskit/Chapter11/default.asp

www.imtc.org/t120.htm

www.dtd.unam.mx/Normatividad/

www.agitec.gob.mx/

<http://reduce.to/remora>

www.laremora.com

www.comtelca.org/Videoconferencia/videoconfer_2001/videoconferencia%20CA.htm

www.fortunecity.com/westwood/calvin/275/telef/telef.htm

www.cofctel.gob.mx/frame_inf_telecom_laera.html

www.asercom.com.mx/ligas/ligas.htm

www.bicsi.com

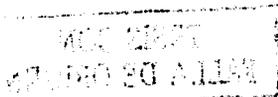
www.10gea.org/index.htm

www.williamstalling.com/DCC6e.html

www.cisco.com

www.panduit.com.mx

www.cablofil.com



62