



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Migración a tecnología Gigabit
Ethernet de la red de cómputo del
Instituto de Ingeniería**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero en Computación

P R E S E N T A N

Juan Orosco Martínez
Jorge Sadat Romero Martínez
Raymundo Ortega Esquivel

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Ambríz Maguey



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2004



I. Descripción del Instituto de Ingeniería

El Instituto de Ingeniería es parte del subsistema de investigación científica de la Universidad Nacional Autónoma de México, y tiene por objetivo el siguiente:

Contribuir al desarrollo del país y al bienestar de la sociedad a través de la investigación en ingeniería y de la formación de recursos humanos.¹

Para cumplir su objetivo, se lleva a cabo diversas actividades las cuales son:

- a) Realizar investigación fundamental y aplicada, preferentemente dirigida a la solución de problemas de interés nacional en las áreas de ingeniería.
- b) Formar investigadores y personal especializado mediante el ejercicio de la investigación.
- c) Participar en las labores docentes de la UNAM y coadyuvar en la formación de profesores, especialmente en lo que respecta a la Facultad de Ingeniería.
- d) Colaborar con otras dependencias de la UNAM.
- e) Difundir los resultados de las investigaciones.
- f) Efectuar las actividades necesarias para realizar las funciones precedentes. El Instituto, en el desempeño de estas funciones, puede colaborar con instituciones afines, culturales o científicas, del país y del extranjero.

I.i. Organización

Las actividades de investigación se agrupan en 15 áreas. De esta manera, los programas se forman por un conjunto de proyectos específicos dentro de cada una de las áreas.

Las áreas de investigación son:

- **Automatización**
- **Bioprocesos Ambientales**
- **Estructuras y Materiales**
- **Geotecnia**
- **Hidráulica**
- **Ingeniería Ambiental**
- **Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales**
- **Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos**
- **Ingeniería de Sistemas**
- **Ingeniería Sismológica**
- **Instrumentación**
- **Mecánica Aplicada**
- **Sismología e Instrumentación Sísmica**
- **Vías terrestres**
- **Sistemas de Cómputo**

¹ Extracto tomado de la página Web <http://www.iingen.unam.mx/infins/reglas/cap2.html>, del Reglamento Interno del Instituto de Ingeniería, UNAM.





I.ii. Finalidad

Desde su fundación, en 1956, su política ha sido realizar investigación orientada a problemas generales de la ingeniería, así como colaborar con entidades públicas y privadas para mejorar la práctica de la ingeniería en el ámbito nacional, mediante la aplicación de los resultados de las investigaciones a problemas específicos.

De igual forma busca promover la más alta calidad en la práctica profesional de los ingenieros que lo conforman tomando en cuenta las necesidades actuales y previsibles de la ingeniería nacional.

I.iii. Red del Instituto o RedII (Antecedentes)

Inicialmente la red de datos operaba a tecnología Ethernet de 10 Mbps, a través de un backbone tipo bus de cable coaxial, el cual cumplía con el estándar 10Base5 del IEEE 802.3. En este bus se integraron los edificios 1, 2, 4 y 5, dentro de cada uno de ellos se estableció un cableado basado en el estándar Ethernet 10BaseT. El backbone se enlazaba a RedUNAM por medio del cual se conectaba a la red mundial Internet.

Posteriormente se realizaron los cambios pertinentes para transformar de Ethernet compartido a 10 Mbps de velocidad a Ethernet switchhead (10 Mbps) con un backbone en estrella con tecnología ATM de 155 Mbps. Teniendo como centro de la estrella a un equipo SW 6500 de Cabletron Systems que da cabida a todas las conexiones de fibra provenientes de los edificios enlazados en la red.

Esta red está integrada en su mayoría por concentradores (hub's) con una antigüedad que sobrepasa los 10 años y los equipos más recientes (Switches ATM) tienen un antigüedad de 5 años, por lo que resulta una tecnología obsoleta, pues por una parte los equipos ya no responden a las necesidades actuales en cuanto a servicios de red se refieren y se presentan muchas fallas, por otro lado es cada vez sea más difícil encontrar soporte técnico, refacciones y el servicio de mantenimiento es muy caro; incluso el mismo fabricante no daba ya soporte ni refacciones. Esto es una desventaja muy grande y a la vez es una razón muy fuerte para actualizar los equipos de red, debido a que los equipos que se adquirieron fueron diseñados para soportar otro tipo de tecnología hoy en día resultan ineficientes para poder soportar las nuevas aplicaciones que es necesario utilizar por la red y como en su mayoría son concentradores muy comúnmente se traban y/o saturan pues la carga de información que tienen que manejar hace que les sea imposible estar disponibles para toda la carga de paquetes que circulan diariamente por la red, además de que son cada vez mas los usuarios que requieren que en la red se ofrezcan servicios mas actuales y de mejor calidad en cuanto a ancho de banda, disponibilidad de ciertos servicios, etc., se refiere.

Actualmente no sólo depende personal interno sino también depende gente externa de otras organizaciones incluso de otros países y por eso es necesario que la red siempre este ofreciendo un servicio de calidad para que siempre estén comunicados con su organización o su país y para que puedan emplear las nuevas tecnologías a las que están acostumbrados. Esta es una de las razones por la cual la RedII debe actualizarse pues los usuarios cada vez más dependen de este recurso y conforme la tecnología avanza se hace necesario tener una forma en la que puedan utilizar las nuevas tecnologías que se desarrollan en materia de redes (VoIP, Videoconferencias, etc.), este punto les va a facilitar su trabajo o su estancia en el Instituto, con lo cual la productividad, la eficiencia y la competitividad de todos los usuarios se verán beneficiadas.





En algunas ocasiones los usuarios de la RedII la utilizan de forma personal (pagar cuentas bancarias, pagar servicios públicos, hacer compras en línea, etc.), pero generalmente el uso principal recae en el ámbito de la investigación, en la que personal externo, becarios, académicos e investigadores hacen uso de este recurso para compartir información entre diferentes grupos de trabajo, así como también llevar a cabo diversas tareas de índole administrativas, tales como: instalar remotamente diversos programas, administrar equipos, compartir aplicaciones, modificar, crear y acceder a bases de datos, compartir recursos (impresoras), escanear virus, etc.

Es así como a través del uso de la red, el Instituto colabora con otras organizaciones públicas o privadas para la realización de sus proyectos, así mismo es el medio más común en el que los usuarios se basan para realizar sus trabajos o proyectos de investigación y compartir sus recursos, lo que implica que si se tiene una red que ofrezca un servicio de mala calidad, se va a reflejar en el retraso de los proyectos o trabajos de los investigadores y becarios, lo que arrojará de manera conjunta que se vean afectadas la productividad y la competitividad que pueden ofrecer ante otras Instituciones u Organizaciones y originará pérdidas económicas para el autofinanciamiento de la difusión de sus investigaciones.





II. Fundamentos teóricos de redes de computadoras

II.i. Conceptos Básicos

II.i.1. Descripción de Red

Definición

"Una red es un conjunto de computadoras (dos como mínimo), que se unen a través de medios físicos (hardware) y lógicos (software), para compartir información y recursos, con el fin de llevar a cabo una actividad o labor de forma eficiente y eficaz."

Función

- Compartir programas y archivos.
- Compartir recursos.
- Compartir Bases de Datos.
- Trabajo en Grupo.
- Control centralizado.
- Seguridad.
- Las redes actuales son plataformas heterogéneas.

Tipos de redes, de acuerdo a su:

- Extensión geográfica:
 - LAN
 - MAN
 - WAN
- Topología:
 - Anillo
 - Bus
 - Estrella
- S. O.:
 - Unix
 - Windows NT
 - Novell
 - Windows 95, 98, 2000, 2003
 - Linux
- Protocolo:
 - TCP/IP
 - IPX (En Novell en versiones anteriores).
 - Apple Talk (En Apple)
- Tecnología o arquitectura:
 - Ethernet
 - Fast Ethernet
 - Gigabit Ethernet
 - ATM
 - Token ring (IBM)
 - Frame Relay





- Método de acceso al medio:
 - CSMA/CD (Ethernet)
 - Token Passing (Token Ring)
 - Point-to-Point

II.i.2. Modelo de Referencia OSI

En 1978 la ISO (*International Standards Organization*) da a conocer un conjunto de especificaciones que describen la arquitectura de red para conectar dispositivos heterogéneos.

En 1984 la ISO hace una revisión de este documento y lo llama *Open System Interconnection* (OSI)

OSI se convirtió en un estándar internacional y sirve de guía para la interconexión en red.

El modelo OSI define distintas capas relacionadas con la empaquetación, envío y recepción de datos en la red, así como también describe como trabaja el software y el hardware en forma de capas para poder tener comunicación entre sistemas. Antes de que los datos se muevan a través de las capas del modelo OSI, deben ser divididos en *paquetes*¹. Cada paquete pasa de una capa a otra, y en cada capa se agregan formatos adicionales al paquete.

Objetivos fundamentales: primero que los datos del emisor sean dirigidos y lleguen al destino correctamente y en sincronía, segundo, asegurarse de que los datos que se entregan sean reconocibles y estén en el formato apropiado.

Su estructura consta de 7 capas, cada una de ellas cubre diferentes actividades, equipos, protocolos y servicios.

- Capa Física
- Capa de Ligado de Datos (Capa de Enlace)
- Capa de Red
- Capa de Transporte
- Capa de Sesión
- Capa de Presentación
- Capa de Aplicación

El propósito de cada capa es proveer servicios y abstracción a la capa superior.

Capa Física (*Coloca los datos en el medio físico*):

- Describe la interfaz a nivel eléctrico, electromecánico o luminoso.
- Define los voltajes o niveles de tensión para referirlos a los valores de 0 y 1, así como la duración de estos.
- Regula las formas de codificación, decodificación, modulación y demodulación de la señal.
- Define características mecánicas de las terminales de conexión (tales como plugs, sockets y pines).

¹ Paquetes: Un paquete es una unidad de información que es transmitida en su totalidad de una computadora a otra en la red. El paquete pasa a través de la red de capa en capa del modelo OSI, y en cada capa se agrega al paquete formatos de información adicional de acuerdo a la capa por la que esta pasando.





- Establece y termina un enlace de comunicaciones.
- Define el tipo de cable a usar y velocidad de transmisión.

Capa de Enlace (*Define métodos de acceso para los medios físicos*):

- Estructura el flujo de bits bajo un formato predefinido (llamado trama)
- Transfiere tramas de una forma confiable libre de errores
- Provee control de flujo de datos
- Sincroniza lógicamente al transmisor y al receptor
- Para redes tipo LAN, resuelve la competencia por el uso de un canal de comunicaciones compartido
- Espera el paquete de aviso de recepción

Capa de Red (*Direcciona los mensajes dentro de una red y entre redes*):

- Divide los mensajes de la capa de transporte en paquetes y los ensambla al final
- Envía los paquetes de nodo a nodo usando ya sea un circuito virtual o dedicado
- Proporciona un formato de direcciones
- Traslada nombres y direcciones lógicas en direcciones físicas

Capa de Transporte (*Asegura la entrega de datos libres de errores*):

- Establece conexiones punto a punto sin errores para el envío de mensajes
- Provee la función de difusión de mensajes (Broadcast) a múltiples destinos
- Control de flujo y manejo de error
- En el lado del receptor, esté desempaqueta el mensaje, lo reensambla y envía un aviso de recepción

Capa de Sesión (*Establece y mantiene los canales de comunicación*):

- Controla el diálogo
- Proporciona un servicio de sincronización que permite recuperar la sesión cuando se ha producido una caída de la conexión
- Provee sincronización entre las tareas de usuario poniendo puntos de verificación (checkpoints) en el flujo de datos
- Proporciona seguridad cuando dos aplicaciones se comunican por red

Capa de Presentación (*Agrega un formato común para la representación de los datos*):

- Establece la sintaxis y semántica de la información transmitida
- Da formato a los datos para la capa de aplicación
- Compresión de datos para aumentar la eficiencia
- Encripta y desencripta la información que se transmite
- Define el código a usar para representar una cadena de caracteres (ASCII, EBCDIC, etc.)

Capa de Aplicación (*Define como las aplicaciones interactúan unas con otras*):

- Transferencia de archivos (FTP)
- Login remoto (rlogin, telnet)
- Correo Electrónico (mail)
- Acceso a Bases de Datos, etc.





II.i.3. Topologías de red

Una topología de red es el arreglo de computadoras, cables y otros componentes en la red. La forma física o lógica en que se interconectan los dispositivos de la red es lo que determina su topología. Y se le puede considerar como el mapa físico de la red. El tipo de topología que se use va a afectar el tipo y capacidades del hardware de la red, su administración y posibilidades de futura expansión.

- Una topología lógica: Describe la forma en la que viajan los datos a través de los componentes físicos.
- Una topología física: Describe la forma en la que están conectados los componentes físicos de una red.

Las principales topologías de red son:

- Bus
- Estrella
- Anillo
- Malla y Semimalla
- Híbridas

BUS

En esta topología, los elementos que constituyen la red se disponen linealmente, conectados por medio de un cable; denominado bus.

Los paquetes de información emitidos por un nodo (terminal o servidor) se propagan por todo el bus (en ambas direcciones), alcanzando a todos los demás nodos. Cada nodo de la red se debe encargar de reconocer la información que recorre el bus, para así determinar cual es la que le corresponde, la destinada a él.

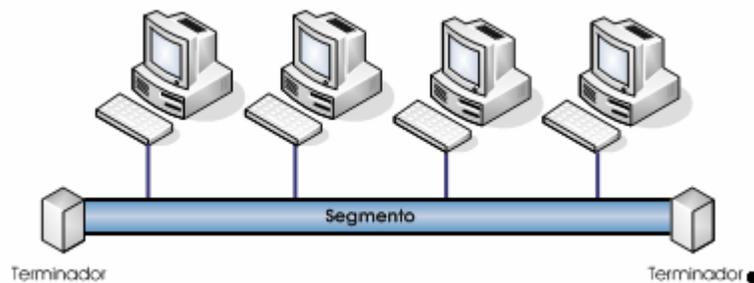


Figura 2.1.1 Diagrama típico de una configuración de topología BUS.

Ventajas de la topología de Bus

- Es fácil conectar nuevos nodos a la red.
- Requiere menos cable que una topología estrella.
- El bus es pasivo, no requiere de energía eléctrica

Desventajas de la topología de Bus

- Toda la red se cae si hay una ruptura en el cable principal.
- El número de computadoras conectadas al bus afectara el desempeño de la red, y mientras mas computadoras haya en el bus, mas grande va a ser el tiempo que las computadoras tendrán que esperar para poder colocar datos en el bus, lo que ocasionará la lentitud de la red.





- Se requieren terminadores.
- Debido a la forma en la que se comunican las computadoras en una topología de bus, puede haber una cierta cantidad de ruido².
- Es difícil detectar el origen de un problema cuando toda la red "cae" (dependiendo de la longitud del cable y el número de terminales conectados a él).
- No se debe utilizar como única solución en un gran edificio.

ESTRELLA

En una topología estrella todos y cada uno de los nodos de la red se conectan a un equipo central (concentrador o *hub* y/o *switches*), quien se encarga de gestionar las transmisiones de información por toda la estrella.

Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el equipo central, este equipo controla y realiza todas las funciones de red además de actuar como amplificador de los datos. A largas escalas múltiples LAN pueden ser conectadas hacia otras usando topología en estrella.

Esta configuración se suele utilizar con cables de par trenzado aunque también es posible llevarla a cabo con cable coaxial o fibra óptica.

Tanto Ethernet como LocalTalk utilizan este tipo de topología

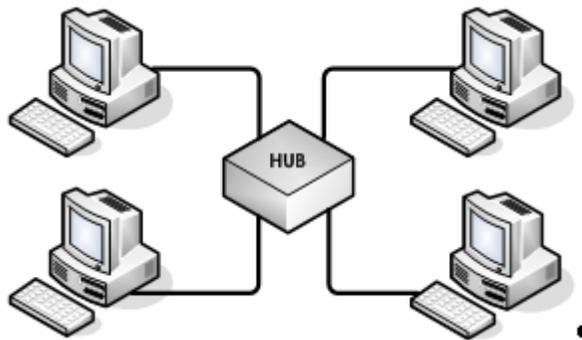


Figura 2.1.2 Configuración típica de la topología estrella

Ventajas de la topología de estrella

- Facilidad de instalación
- Posibilidad de desconectar elementos de red sin causar problemas
- Facilidad para la detección de fallas y su reparación
- Una falla en un determinado cable sólo afecta al nodo asociado a él

Desventajas de la topología de estrella

- Requiere más cable que la topología de bus
- Una falla en el equipo de red provoca el aislamiento de todos los nodos a él conectados
- Se pueden usar *hubs* o *switches* para establecer esta topología pero son equipos activos, por lo que requieren de energía eléctrica

² Ruido: Es el tráfico generado cuando las computadoras intentan comunicarse con las otras simultáneamente. Un incremento en el número de computadoras resulta en un incremento de ruido y el correspondiente decremento de la eficiencia de la red.



ANILLO

Consiste en un conjunto de estaciones o computadoras unidas una con otra mediante enlaces punto a punto formando un círculo por medio de un cable común.

La información describe una trayectoria circular en una única dirección.

Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose, en cada nodo, es decir, los enlaces son unidireccionales por lo que los datos son transmitidos en una sola dirección y orientados en el mismo camino pasando por todas las computadoras que están en el círculo.

A larga escala múltiples LAN pueden ser conectadas hacia otras usando esta topología, mediante cable coaxial grueso o fibra óptica.

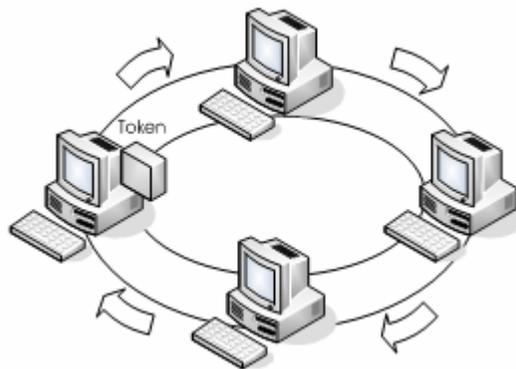


Figura 2.1.3 Configuración típica de la topología ANILLO

Una variación del anillo que se utiliza principalmente en redes de fibra como FDDI es el *doblo anillo*, el segundo anillo generalmente se ocupa como enlace de redundancia.

Con un MAU (*Multistation Access Unit* o Unidad de Acceso Multiestación) se puede implementar también esta topología, ya que el MAU internamente tiene una topología en anillo.

Ventajas de la topología en anillo

- La topología de anillo es una solución para los llamados cuellos de botella, además de que la lógica para implementarla es muy simple.
- Requiere de un mínimo de inteligencia lo que aminora el costo y la hace atractiva.
- Cada elemento de la red es de igual jerarquía en sus facultades de comunicación, lo que resalta su flexibilidad y confiabilidad.
- Cada computadora actúa como repetidor regenerando la señal y enviando el paquete a la siguiente, de tal modo que siempre se conserva la fuerza de la señal.

Desventajas de la topología en anillo

- Un fallo en un nodo afecta a toda la red aunque actualmente hay tecnologías que permiten, mediante unos conectores especiales, la desconexión del nodo averiado y cerrar el anillo para que el sistema pueda seguir funcionando.
- Conforme va creciendo la red, el paso de los mensajes por cada nodo, disminuye notablemente la velocidad del anillo.





MALLA Y SEMIMALLA

Las redes con topología de Malla son las más caras, pero a su vez son las más flexibles y redundantes. Vienen caracterizadas por encontrar caminos entre estaciones muy rápidamente, pues todas las computadoras se conectan entre sí.

Esta topología es típica de las redes WAN, aunque se puede utilizar en algunas aplicaciones de redes locales. Los nodos están conectados cada uno con todos los demás.

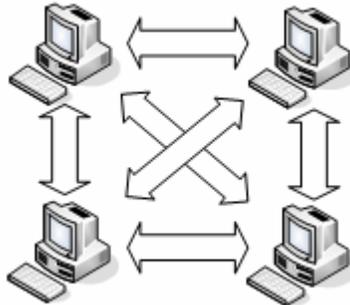


Figura 2.1.4 Configuración típica de la topología malla

Ventaja de la topología de malla

- Si se cae un enlace hay otras opciones para mandar información
- Los tiempos de transferencia de información son muy cortos, los paquetes no tienen que pasar por un dispositivo intermedio para saber que ruta tomar
- Tiene altas capacidades de redundancia pues provee varias rutas a través de la red

Desventajas de la topología de malla

- Por su alto costo en materiales, es de las topologías más caras
- Se requiere un ancho de banda muy grande
- Se requiere de mucho cable entre otras cosas para conectar todas las computadoras
- Se requieren de muchos dispositivos de interconexión
- La administración y el mantenimiento se vuelve más difícil

SEMIMALLA

En la topología de semimalla las estaciones no están conectadas todas entre sí. Es una variación de la topología en malla y es más común que se use la topología en malla que en semimalla.

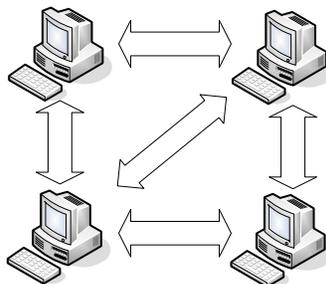


Figura 2.1.5 Configuración típica de la topología semimalla





HIBRIDAS

En una topología híbrida 2 o más topologías son combinadas para formar un diseño de red completo. Hoy en día las redes raramente son diseñadas usando solo un tipo de topología.

Topologías Físicas vs Lógicas

Las topologías se definen en dos apartados de acuerdo a su funcionamiento u operación en la red:

- Una topología lógica: Describe la forma en la que viajan los datos a través de los componentes físicos.
- Una topología física: Describe la forma en la que están conectados los componentes físicos de una red.

Cuando se estudia la red desde el punto de vista puramente físico aparecen las siguientes topologías llamadas híbridas o combinadas, pues soportan físicamente una estructura, pero son administradas de otra forma.

Topología bus en estrella (STAR-BUS)

En este tipo de topología, varias redes con topología en estrella están unidas mediante una conexión a un bus.

En este caso el bus se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores, el concentrador puede tener o no topología en estrella internamente.

En este tipo de topología si una computadora falla, esta falla no afectara al resto de la red. Pero si el concentrador central al que se conectan las computadoras para formar la estrella falla, todas las computadoras conectadas a el fallarán y serán incapaces de comunicarse.

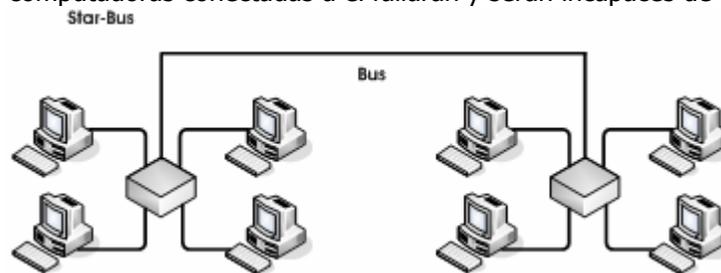


Figura 2.1.6 Una configuración típica de la topología *star-bus*

Topología anillo en estrella o star-ring (STAR-WIRED RING)

En esta topología, las computadoras están conectadas a un componente central como en la topología *star-bus*. Estos componentes centrales están conectados formando una red del tipo anillo.

Existe un tipo de concentrador que tiene internamente una topología en anillo. Si se usa este tipo de concentrador la topología físicamente parece una topología en estrella pero el tipo de concentrador utilizado, la MAU se encarga de interconectar internamente la red en forma de anillo. Se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red.





Si una computadora falla, esta falla no afectará al resto de la red. Por usar como método de acceso *token-passing*, cada computadora en esta topología tiene igual oportunidad de comunicar.

Esta topología es una de las típicas que se utiliza en redes Token-Ring.

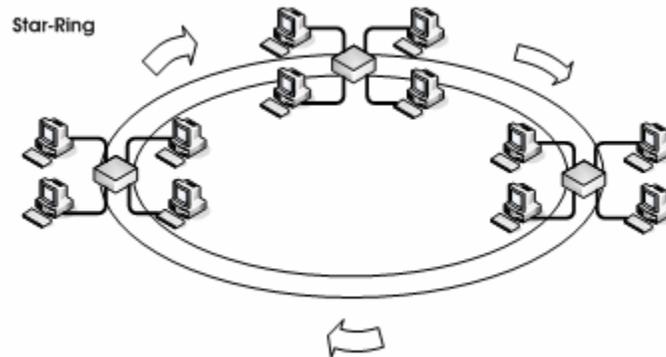


Figura 2.1.7 Una configuración típica de la topología *star-ring*

II.ii. Medios de Transmisión para Redes locales

El propósito fundamental de la estructura física de la red consiste en transportar, como flujo de bits, la información de una máquina a otra. La correcta selección del tipo de cable a utilizar, tanto en la evaluación previa como en la instalación final de una red, supondrá un elevado factor en el éxito o fracaso de su funcionalidad, para realizar esta función se van a utilizar diversos medios de transmisión, estos se pueden evaluar atendiendo a los siguientes factores: tipo de conductor utilizado, velocidades máximas que pueden proporcionar (ancho de banda), distancias máximas que pueden ofrecer, inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, facilidad de instalación, costo, capacidad para soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace. Cabe aclarar que el medio físico empleado es totalmente independiente del protocolo lógico que se use. Los medios de transmisión se dividen en: medios de transmisión terrestre y medios de transmisión aéreos.

II.ii.1. Medios terrestres

Los medios de transmisión terrestres más comunes, son los conductores de cobre (que en ocasiones no son de este metal, sino de aleaciones que mejoran las características eléctricas del cable) y las fibras ópticas. Las 3 mejores categorías de cables que conectan la mayoría de las redes de área local son:

- Par Trenzado
- Cable Coaxial
- Fibra Óptica





- Par trenzado (*TWISTED PAIR*)

Es el soporte físico más utilizado en las redes de área local, por su bajo costo además de que su instalación es barata y sencilla. A través de este medio se pueden efectuar transmisiones digitales (datos) o analógicas (voz). Un cable par trenzado está formado por un par de hilos conductores aislados entre sí y del medio exterior, los cuales están trenzados de dos en dos para evitar al máximo la interferencia creada por los hilos adyacentes. El tipo de conectores que usan estos tipos de cable son los RJ³-45. Un cable de pares trenzados puede tener pocos o muchos pares; en aplicaciones de datos lo normal es que tengan 4 pares. Uno de sus inconvenientes es la alta sensibilidad que presenta ante interferencias electromagnéticas. En noviembre de 1991, la EIA (*Electronics Industries Association*) publicó un documento titulado "Boletín de Sistemas Técnicos-Especificaciones Adicionales para Cables de Par Trenzado sin Blindar", documento TSB-36. En dicho documento se dan las diferentes especificaciones divididas por "categorías" de cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*).

Estos alambres tienen un diámetro de entre 20 AWG (estándar AWG: *American Wire Gauge*) 26 AWG. Estos cables son de cobre o acero cubierto por cobre. El cobre provee conductividad y el acero firmeza. Debe mantenerse una proporción de trenzado circular para cada par de entre 2 a 12 trenzados por cada 2.54 cm., la cual ayuda a inmunizar el cable contra el ruido y la interferencia electromagnética que se genera en cada par. La impedancia de su alambre oscila entre 90 y 110 Ohms. Este tipo de cable se utiliza en redes Ethernet, redes en anillo con *token passing* y otras topologías de red. Su ancho de banda depende de la distancia y el calibre del alambre. Los tipos de par trenzado son:

PAR TRENZADO BLINDADO (STP, SHIELDED TWISTED PAIR)

Este tipo de cable está formado por grupos de conductores cada uno con su propio aislante para reducir el efecto de las interferencias debidas a fuentes externas, como cables de alta tensión o tubos fluorescentes. Cada uno se trenza con los demás que forman el cable y el conjunto total se rodea de una malla conductora y una capa de aislante protector. El uso de pares trenzados blindados individualmente en el interior de un cable de pares, constituye uno de los mejores métodos para evitar el acoplamiento de las señales eléctricas. Suelen denominarse STP (*Shielded Twisted Pair*). Como inconveniente es más caro que el UTP, pero tiene la ventaja que se puede llegar a superar la velocidad de transmisión de 100 Mbps. Se diferencian del UTP en que los pares trenzados van cubiertos por una malla, además del aislante exterior que poseen tanto los cables STP como los UTP, protegiendo la transmisión de los datos de interferencias externas y proporcionando altos rangos de transmisión sobre grandes distancias.

PAR TRENZADO SIN BLINDAJE (UTP, Unshielded Twisted Pair)

En el cable par trenzado típico, no lleva ningún tipo de blindaje de metal siendo esta la manera susceptible a interferencias electromagnéticas (EMI) o *crosstalks*. En este tipo de cable los conductores aislados se trenzan entre sí en pares y todos los pares del cable a su vez. Esto reduce las interferencias entre pares y la emisión de señales. Estos cables se utilizan principalmente para los sistemas de cableado integral, combinando telefonía y redes de transmisión de datos. Es el tipo de cable mas usado en las redes LAN.

Los conectores que se suelen usar con los cables de par trenzado son RJ-45 o RJ-11.

Las categorías para cables par trenzado son las siguientes:

³ RJ : Significa *Registered Jack* ó Jack Registrado





Categoría 1

Esta categoría consiste en elementos básicos de telecomunicación y en cables de circuitos electrónicos de potencia limitada., usualmente llamados "Nivel 1".

Dentro de esta categoría encontramos al cable telefónico de par trenzado sin malla por el que se puede transmitir voz, pero no datos. La mayoría del cable telefónico instalado antes de 1983 fue de esta categoría. Su velocidad de transmisión es inferior a 1Mbps. Ideal para señales solo de voz.

Líneas telefónicas

Cuando hablamos de líneas telefónicas debemos distinguir entre líneas punto a punto y la red telefónica conmutada (RTC).

Red Telefónica Conmutada (RTC)

La RTC son las líneas que usan para la comunicación telefónica. Estas líneas son analógicas, por lo que se precisa aparatos conversores analógico-digital y digital-analógico, estos aparatos son los módems⁴. Sobre la red telefónica conmutada se puede utilizar el protocolo TCP/IP, aunque este es probablemente el medio físico menos adecuado. El costo de uso de estas líneas telefónicas es similar al de una llamada telefónica local. Además de que permite la comunicación móvil desde cualquier equipo portátil conectado a través de ellas. Si se va a hacer un uso elevado de estas líneas debemos pensar en descartar la RTC y pasar a líneas dedicadas punto a punto porque resultará más económico y la comunicación será más rápida y fiable.

Líneas punto a punto

Es un método bastante usado para unir edificios que se encuentran a varios kilómetros de distancia. Se trata de un tipo especial de líneas (digitales) que nada tiene que ver con la RTC tradicional. Por estas líneas se paga un alquiler mensual fijo, independientemente del uso que se haga de ellas, por ello son interesantes cuando se va a hacer mucho uso de la línea. Para un uso más esporádico es más barata la conexión RTC.

Categoría 2

Dentro de esta categoría encontramos al cable de par trenzado no blindado certificado para la transmisión de datos hasta 4 Mbps. Este tipo de cable es el idóneo para las comunicaciones telefónicas, pero las velocidades requeridas hoy en día por las redes necesitan una mejor calidad. Este cable tiene 4 pares trenzados, y su velocidad de transmisión es hasta de 4Mbps. Ideal para redes de muy baja velocidad.

Categoría 3

Admite velocidades de transmisión hasta de 16 Mbps y es el medio más común para las topologías de red en anillo con *token passing* (4 Mbps) y Ethernet 10BASET a 10 Mbps. El cable tiene 4 pares y 3 trenzas por cada pie de longitud. Puede transmitir voz o datos.

Categoría 4

Está certificado para velocidades de transmisión de 16 Mbps y es la calidad inferior más aceptable para las topologías de red en anillo con *token passing* a 16 Mbps, además se

⁴ Modem: Modulador-Demodulador. Recibe este nombre por sus siglas en ingles. El módem convierte las señales digitales del emisor en otras analógicas susceptibles de ser enviadas por las líneas telefónicas. Cuando la señal analógica llega a su destino, otro módem se encarga de reconstruir la señal digital original, de cuyo proceso se encarga la computadora receptora.





usan en redes *Token Ring* y *Ethernet* 10BASET para largas distancias. Este cable tiene 4 pares. Puede transmitir voz o datos con velocidades de transmisión hasta 20Mbps.

Categoría 5

Este estándar se liberó en el documento A de la EIA/TIA 568 en junio de 1995.

Este cable de cobre de par trenzado a 4 hilos de 100 Ohms, tiene una frecuencia máxima de 100Mhz lo cual le permite soportar tecnologías más recientes como Fast Ethernet y ATM. El cable contiene una baja capacidad y presenta una baja diafonía. Su velocidad de transmisión es hasta 155Mbps, transmitiendo voz o datos.

Categoría 5e - CAT 5 mejorada (enhanced).

La TIA 568-A-5 aprobó la norma en Noviembre de 1999, especificando los requerimientos para esta categoría. CAT 5e es un estándar que soporta velocidades de 1000 Mbps y consiste de un cable par trenzado STP con 100 ohms de impedancia y características eléctricas que soportan frecuencias de transmisión de 100 MHz. Sin embargo, tiene especificaciones mejoradas como NEXT⁵ (*Near End Cross Talk*), PSELFEXT⁶ (*Power Sum Equal Level Far End Cross Talk*), y Atenuación⁷.

Opera con una frecuencia de 100 Mhz, y mejora las especificaciones para NEXT, PSELFEXT y Atenuación.

Categoría 6

Esta categoría fue liberada el 24 de junio de 2002, en el documento *TIA/EIA 568-B.2-1 (Category 6)*. Este cable es conocido como GigaSPEED y soporta aplicaciones que requieren gran ancho de banda. El cable de categoría 6 tiene una frecuencia de transmisión entre 200 y 250 MHz. Mientras que en la categoría 7 opera a 600 MHz.

Cada cable en niveles sucesivos maximiza el traspaso de datos y minimiza las 4 limitaciones de las comunicaciones de datos: atenuación, crosstalk, capacidad y desajustes de impedancia. Los ajustes de impedancia ocurren cuando la impedancia de una señal no se ajusta a la del dispositivo de recepción. Es una medida de como las señales pueden pasar fácilmente a través de un circuito. Para comunicaciones más claras, se recomienda que la impedancia de la señal transmitida y recibida debe ser igual. La impedancia para los cables UTP deben ser de 100 Ohms \pm 15. Cuando un sistema de cableado estructurado cumple con esta norma en toda su estructura, se dice que el sistema de cableado esta *sintonizado*.

Categoría 7

Es una nueva generación de cables que promete al menos el doble de ancho de banda del Cable Categoría 5. El cable de Nivel 7 debe poder soportar Gigabit Ethernet a 100m, alcanzar al menos 10 dB en ACR a 200 Mhz, y soportar niveles de PSNEXT superiores a los de los cables de Nivel 6.

⁵ NEXT (Paradiafonía o Crosstalk): La Diafonía es la interferencia que se induce en un par causado por las luces fluorescentes o por la influencia de sus pares vecinos o señales inducidas por cables de pares cercanos. La Paradiafonía es el aislamiento de esa interferencia, pues se expresa como la pérdida de la diafonía. Es medido en dB y es la diferencia en amplitud entre la señal presente y la señal de diafonía. A mayor razón de trenzado en los cables, la cancelación de los campos es más efectiva y la velocidad de transmisión de datos es mayor. (medida en pico faradios por metro [pF/m]). A menor valor de pF/m, mejor será el cable.

⁶ PSELFEXT (PowerSum ELFEXT): Es realmente un calculo no una medida y se deriva de una suma algebraica de los efectos de ELFEXT individuales en cada par a los otros 3 pares del cable. ELFEXT: Se considera como el ACR en el extremo lejano, se obtiene restando la atenuación del par inducido al FEXT que este par induce en los pares adyacentes.

⁷ Atenuación: Pérdida de potencia a lo largo del cable en la señal transmitida. Se mide en decibelios por cada 100 metros (dB/m). El mínimo valor de dB/m significa un mejor cable. ACR: Es la razón de atenuación a diafonía. Es la diferencia entre NEXT y atenuación y es medido en dB. Distancias cortas, NEXT deficiente y baja atenuación. Distancias largas buen NEXT y mayor atenuación.





Para un futuro lejano, la TIA/EIA está buscando el estándar de la Categoría 7 con el ancho de banda de 600Mhz. La Categoría 7 va a usar una nueva interface, la cual todavía no está determinada, hoy en día sólo existen documentos preliminares.

El conector para el UTP de categoría 6 sigue siendo el RJ-45, mientras que el conector para categoría 7 aún no se conoce, ya que se trata de un cable blindado incompatible con lo que se tiene instalado actualmente. Por esta razón, las empresas que actualmente requieran las capacidades ofrecidas por categoría 7, podrían pensar en la fibra óptica como una opción.

Ya existen empresas en nuestro país que tienen sistemas de cableado de categoría 6, es todavía difícil ver redes operando a un Giga en su eje horizontal. Y aunque ya existen switches para el cableado horizontal, generalmente las velocidades de las categorías 6 y 7 las vemos en el *backbone* de la red. Para el horizontal, los fabricantes de equipo activo y de tarjetas de red ya cuentan con productos para Gigabit Ethernet.

Algunas ventajas del par trenzado:

- Bajo costo.
- Simplificación en el diseño y configuración, pues involucra una topología tipo estrella con un concentrador central que facilita el aprovechamiento de la configuración y simplifica su instalación.
- Si un cable llega a dañarse es muy fácil aislarlo y repararlo por separado.
- Puede ofrece rangos de transmisión de datos que van desde los 16Mbps a los 1000Mbps.

Las desventajas del par trenzado son:

- Propenso al ruido
- Cable coaxial

Se venían usando ampliamente desde la aparición de la red Ethernet que utiliza una topología de tipo bus con el método de acceso CSMA/CD, pero hoy en día se encuentra prácticamente en desuso. Este cable consiste, básicamente, en un hilo de cobre rodeado por una capa de aislante que a su vez está recubierta por una malla metálica. Todo el conjunto está envuelto por un aislante exterior como lo muestra la figura 2.2.1. Se suele suministrar en distintos diámetros, a mayor diámetro mayor capacidad de datos, pero también mayor costo. Los conectores resultan más caros y por tanto la terminación de los cables hace que los costos de instalación sean superiores. El cable coaxial proporciona un medio flexible y tiene la ventaja de ser muy resistente a interferencias, comparado con el par trenzado, y por lo tanto permite mayores distancias entre dispositivos.

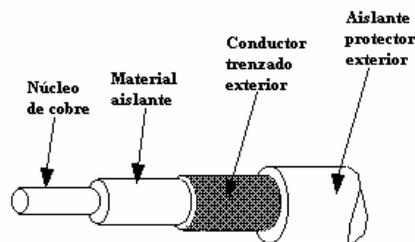


Figura 2.2.1 Esquema de la estructura del cable coaxial





Existen distintos tipos de cables coaxiales, entre los que destacan los siguientes:

Cable coaxial delgado Ethernet (10BASE2)

Se le conoce como "*Thin Ethernet*". La longitud máxima soportada del cable coaxial RG-58 era de 185 metros y no se podían conectar más de 30 equipos ni haber más de 0.5 metros entre cada uno, tenía una impedancia de 50 Ohms. El conector utilizado es del tipo BNC.

Cable coaxial grueso estándar Ethernet (10BASE5)

También se le llamó "*Thick Ethernet*" de tipo especial conforme a las especificaciones de la IEEE 802.3. La longitud máxima del coaxial grueso RG-8 fue de 500 metros y contaba con una impedancia de 50 Ohms, con esto se puede suponer que era un cable grueso y muy poco manejable. El conector que utiliza es del tipo "N" o vampiro.

Cable coaxial estándar

Este cable coaxial del tipo RG-62, cuenta con una impedancia de 930 Ohms. Usa un conector BNC.

Twinaxial

Fue una variación del coaxial que disponía de dos conductores centrales, envueltos cada uno en una aislante. Se utilizó en instalaciones de redes de tipo Token Ring.

Cable coaxial dual

Constaba de dos cables coaxiales individuales colocados en una funda común (los cables eran conectados independientemente a las mallas exteriores) para ajustarse o acomodarse a redes que requerían dos conexiones independientes de los cables.

Trunk

Es el nombre general asociado con el Ethernet grueso (*thick coaxial*) o cable CATV (sistema de televisión por cable). Sus aplicaciones corren a velocidades bajas de pocos megabits por segundo. La clasificación general de voz incluye redes locales, sistemas de servidores y terminales, CATV, sistemas de seguridad, y sistemas de datos de alta velocidad (T-3).

Algunas ventajas del cable coaxial son:

- Inmunidad a las señales de interferencia EMI, por su estructura con el conductor central completamente cubierto por una malla conductora.
- Soporta una amplia variedad de sistemas de redes, por su gran ancho de banda.
- Facilita la unión y la terminación pese a lo voluminoso y poco flexible.

Las limitaciones del cable coaxial que lo hicieron caer en desuso son:

- Los cables previamente instalados no pueden ser rehusados en nuevos sistemas.
- Debido a su diámetro más grueso, requiere espacio adicional.
- Tiene gran tamaño y poca flexibilidad.
- Dificultad en su mantenimiento y búsqueda de fallas.
- Costo alto.

- Fibra óptica

La fibra óptica es una especie de filamento mucho más delgado que un cabello flexible, generalmente las fibras están hechas de sílice (combinación de sílice y oxígeno) y algún tipo de vidrio, siendo este de alta calidad, por lo cual es capaz de transportar rayos de luz en su interior de una manera determinada. Se utiliza, en los últimos años, cada vez más





como soporte físico en las redes locales y públicas. De todas formas su alto costo en lo que a componentes adicionales se refiere (como acopladores, conectores, etc.), sigue siendo demasiado elevado para que se utilice de forma generalizada. En la actualidad se utiliza principalmente para conexiones entre edificios. Consta de dos porciones sólidas: el núcleo y el revestimiento, estas dos porciones no pueden ser separadas. La luz viaja a través del núcleo mientras el revestimiento guarda la luz contenida dentro del núcleo. Esto es realizado para tener índices diferentes de refracción⁸ entre estas porciones. La figura 2.2.2 muestra los índices de refracción de la fibra óptica. El núcleo está elaborado de vidrio de cuarzo, que tiene un índice de refracción más alto que el del revestimiento de vidrio, cuarzo o plástico que lo rodea. A su vez la superficie del revestimiento está protegido por otras 4 capas más que son: recubrimiento primario, aire o petrolato, recubrimiento secundario y una cubierta protectora. El recubrimiento primario es típicamente de acrílico y existe sobre todas las fibras. Su propósito es darle más fuerza a las fibras, durante el cableado, al empalme y al poner los conectores. Su diámetro es de aproximadamente 250 μ . El aire o petrolato está entre la cubierta primaria y el recubrimiento secundario y sirve para que el filamento se encuentre libre y manejable. El recubrimiento secundario mide aproximadamente 1 mm. Por último, la cubierta protectora mide 2.5 mm aproximadamente y es la que protege a la fibra contra esfuerzos mecánicos debido al cableado, instalación, cambios de temperatura, etc. El tamaño de la fibra se especifica citando el diámetro del núcleo y su revestimiento en micras. Por ejemplo 62.5/125 μ especifica una fibra con un núcleo de 62.5 micras con un diámetro de revestimiento de 125 μ .

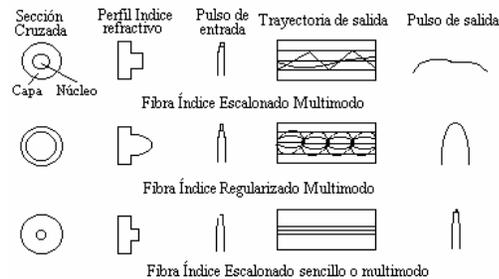


Figura 2.2.2 Índices de refracción y modos de transmisión de la fibra óptica

En la fibra óptica en lugar de señales eléctricas se usan señales luminosas (fotones) por un núcleo de dióxido de silicio, tan puro que una ventana de 5 kilómetros de espesor construida con este material no distorsionaría la vista. Las transmisiones fotónicas no producen emisiones fuera del cable y no se ven afectadas por la radiación externa. En un sistema de transmisión óptica podemos distinguir 3 elementos:

1. El medio de transmisión: es una fibra muy delgada de vidrio o silicio fundido.
2. El detector: es un fotodiodo que percibe los pulsos de luz y los transforma en señales eléctricas.
3. La fuente de luz: puede ser un LED (diodo emisor de luz) o un diodo láser, que convierte las señales eléctricas en pulsos de luz que se pueden transmitir a través de la fibra óptica.

Teniendo en cuenta el modo de propagación, las fibras ópticas se clasifican en:

Fibra Óptica Monomodo (modo simple)

La anchura del núcleo es igual a la longitud de onda de la luz por lo que sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, lo que implica que no existe dispersión modal,

⁸ Refracción: Es la capacidad de ciertos materiales a desviar la luz.





consiguiendo el rendimiento máximo, teniendo un ancho de banda mayor cercano a los 50 GHz.

Fibra Óptica Multimodo

Multimodo significa que varios rayos entran en distintos ángulos. Contiene varios modos de propagación y ocurre en consecuencia al efecto de dispersión. Tiene un núcleo muy grande de 50 micras, comparado con la longitud de onda de la luz. En la fibra multimodo la luz se propaga refractándose. La fibra multimodo se subdivide en:

Fibra Óptica Multimodo con salto de índice o índice escalonado

Este tipo de fibra óptica esta compuesta por dos estructuras que tienen índices de refracción distintos, tiene un cierto grado de dispersión⁹, ancho de banda reducido y son de bajo costo, dado que resultan tecnológicamente sencillas de producir. La señal de longitud de onda no visible por el ojo humano se propaga por reflexión¹⁰, así se consigue un ancho de banda de 100 MHz.

Fibra Óptica Multimodo con índice gradual

Es más costosa pero proporciona un gran ancho de banda. Se puede disminuir la dispersión haciendo variar lentamente el índice de refracción entre el núcleo y el recubrimiento. El índice de refracción aumenta proporcionalmente a la distancia radial respecto al eje de la fibra óptica, es la fibra más utilizada y proporciona un ancho de banda de 1 GHz.

La fibra óptica puede ser usada para la señalización, transmisión de información e incluso en aplicaciones de control.

Sobre la fibra óptica se puede usar el protocolo que cubra el nivel de enlace, como por ejemplo Ethernet. Es muy frecuente el uso de fibra óptica para construir topologías en anillos como FDDI.

Las ventajas de la fibra óptica residen en la resistencia total que ofrece a interferencias electromagnéticas, en ser un soporte físico muy ligero y, sobre todo, que ofrecen distancias más largas de transmisión que los anteriores soportes, teniendo una baja atenuación por kilómetro cuando se transmite por las llamadas ventanas de transmisión, que están ubicadas alrededor de los valores siguientes de longitud de onda: 0.8 nanómetros, 1.3 nanómetros y 1.55 nanómetros. Esta última es la que presenta menor atenuación. Dado que las señales de datos viajan en forma de pulsos modulados de luz y no viajan señales eléctricas, la señal no puede ser intervenida y los datos no pueden ser robados.

Sus inconvenientes se encuentran en el alto costo (sobre todo en los acopladores) y en que los conectores son muy complejos. La fibra óptica es mas propensa a rupturas si no se maneja con cuidado durante su instalación. Es más difícil de cortar que otros cables pues requiere de equipo especial para cortarla.

En la tabla 2.1 se hace una comparación entre los distintos medios de transmisión terrestres más empleados.

⁹ Dispersión: Fenómeno de separación de las ondas de distinta frecuencia al atravesar un material.

¹⁰ Reflexión: Propiedad del movimiento ondulatorio por la que una onda retorna al propio medio de propagación tras incidir sobre una superficie. Cuando una forma de energía —como la luz o el sonido— se transmite por un medio y llega a un medio diferente, lo normal es que parte de la energía penetre en el segundo medio y parte sea reflejada.





MEDIO	Costo	Número de canales	Distancia [km]	Atenuación [db]	Ancho de banda [Hz/km]	Confiabilidad
Par trenzado	Bajo	Uno	10	Alta	10K	Baja
Cable coaxial	Alto	Cientos	10	Media	5M	Alta
Fibra Óptica	Alto	Miles	100	Baja	300M	Muy alta

Tabla 2.1 Comparativa de medios de transmisión terrestres

II.ii.2. Medios aéreos

Los medios aéreos o no guiados representan la nueva técnica que se utiliza para transmitir señales por el aire y el espacio desde el transmisor hasta el receptor, tales como infrarrojos y microondas sin las limitantes que te dan los medios terrestres (como las distancias). Con este medio se pueden cubrir distancias más grandes. Los medios más comunes en la actualidad son:

- **Satélite**
Los satélites de comunicaciones orbitan sobre un punto fijo de la tierra, estos reciben las señales de radio de un amplificador en la tierra y las transmiten a su destino. La señal del satélite es recibida por una antena parabólica y se distribuye localmente mediante cables. Este medio se utiliza cuando se quiere que la comunicación cubra millones de kilómetros.
- **Microondas**
Los enlaces de radio electromagnéticos por microondas compiten con los cables coaxiales para la transmisión del tráfico de telecomunicaciones analógicas y/o digitales de alta capacidad y de larga distancia, así como para el transporte de la señal de televisión. Como las frecuencias de microondas (ultra altas, frecuencias mayores a 1 GHz) se transmiten o propagan en línea recta, las microondas deben viajar sin obstrucciones, por eso las torres de retransmisión son instaladas en cimas de colinas y montes para enviar las señales sobre terrenos dispares y que no se vea afectada la línea de vista. También las torres de microondas son instaladas en techos elevados para enlazar edificios que no están muy distantes.
- **Radio**
Las ondas de radio fueron el primer medio utilizado para transmitir información y gracias a los avances tecnológicos como la telefonía celular y el auge de los equipos portátiles, se esta convirtiendo en uno de los medios de transmisión más utilizados en la actualidad. Las ondas de radio pueden transmitir en distintas frecuencias. También pueden ser utilizadas en una escala geográfica más alta. Hoy en día los usos de este tipo de tecnología tienen su potencial en las redes locales inalámbricas¹¹, las cuales se encuentran definidas en los estándares 802.11 a, 802.11b y 802.11g.
- **Luz**
La luz se utilizó aún antes que la radio para transmitir información, ya los griegos utilizaban espejos para comunicarse con su barcos en el mar. Pero ha sido necesario mejorar los sistemas de producción de luz láser para permitir transmitir información

¹¹ En la sección II.vi.8 referida a las tecnologías wireless se encuentra información mas detallada sobre estos estándares.





electrónica con velocidades similares a los cables. Ya existen equipos que pueden establecer enlaces de varios kilómetros a 5-10 Mbps con alto costo.

Para terminar con los medios de transmisión nos vamos a referir brevemente a los modos de transmisión. Existen dos modos de transmisión: banda base y banda ancha.

- La banda base es la transmisión digital de datos sin ninguna modulación analógica a través de un cable. La codificación utilizada es normalmente de tipo Manchester, que permite combinar una señal de reloj con los datos. La transmisión en banda base implica que solo puede haber una comunicación en el cable en un momento dado.
- La transmisión en banda ancha es la transmisión analógica de los datos. Para ello se utilizan módems que operan a distintas frecuencias. Cada módem tiene una portadora diferente, de forma que es posible tener varias comunicaciones simultáneas en el cable.

Los factores que debemos tener en cuenta cuando vayamos a elegir un soporte físico son los siguientes:

- Naturaleza de la información que viaja por el soporte físico: voz, datos, señales de control, etc. El soporte físico debe ser capaz de integrar todo tipo de información.
- Estructura física de los edificios donde se va a implantar la red. Consideración de aspectos como: limitación de distancias, posibles focos de interferencias electromagnéticas, instalación de canaletas para ubicar los conductores, etc.
- Evaluación de las necesidades planteadas, hay que tener en cuenta que el medio de transmisión pueda satisfacerlas todas.
- Estudio de la futura evolución de la red. Por ejemplo:
 - Evolución a tecnologías más avanzadas como la red digital de servicios integrados (RDSI), Gigabit Ethernet, etc.
 - Cambio de topología de la red, etc.
 - Posibilidad de que el medio de transmisión del canal principal de datos (o *backbone*) pueda tener configuraciones redundantes, para establecer caminos de respaldo (*backup*) en caso de caída de los enlaces primarios.
- El soporte físico debe ser suficientemente económico para poder permitir que la red pueda ofrecer múltiples puntos de conexión.

II.iii. Dispositivos de Interconexión de Redes

El objetivo de la Interconexión de Redes (*internetworking*) es dar un servicio de comunicación de datos que involucre diversas redes con diferentes tecnologías de forma transparente para el usuario.

Los dispositivos de interconexión de redes sirven para superar las limitaciones físicas de los elementos básicos de una red, extendiendo las topologías de esta.

Ventajas que plantea la interconexión de redes de datos:

- Compartición de recursos dispersos.
- Coordinación de tareas de diversos grupos de trabajo.
- Reducción de costos, al utilizar recursos de otras redes.
- Aumento de la cobertura geográfica.

Para superar las limitaciones físicas de los elementos básicos de una red, existen dispositivos cuyas funciones son las de extender las topologías de red:





- Repetidores (*Repeaters*)
- Concentradores (*Hubs*)
- Puentes (*Bridges*)
- *Switches* (*Switches*)
- Ruteadores (*Routers*)
- Puerta de Enlace ó Pasarelas (*Gateways*)

• **Repeaters (Repetidores)**

Cuando una señal viaja a lo largo de un cable va, esta va perdiendo amplitud a medida que avanza. Esta pérdida de fuerza puede desembocar en una pérdida de información.

Los repetidores amplifican la señal que reciben permitiendo así que la distancia entre dos puntos de la red sea mayor que la que un cable sólo permite.

Los repetidores son equipos que trabajan en la capa 1 del modelo OSI (no interactúan con los protocolos de mas alto nivel), es decir, repiten todas las señales de un segmento a otro a nivel eléctrico. Por esto sólo se pueden utilizar para unir dos redes que tengan los mismos protocolos de nivel físico.

Se utilizan como ya se dijo para resolver los problemas de longitudes máximas de los segmentos de red (su función es extender una red Ethernet más allá de un segmento).

Ventajas:

- Incrementa la distancia cubierta por la LAN
- Retransmite los datos sin retardos, significativos.
- Es transparente a los niveles superiores al físico.
- Son de bajo costo por lo que es la manera mas barata de hacer una extensión de una red Ethernet.

Desventajas:

- Incrementa la carga de tráfico en los segmentos que interconecta.
- Los repetidores repiten y amplifican señales eléctricas, por lo que copian también ruido o errores que puedan ocurrir de un cable a otro.
- Requieren de una fuente de poder, por lo que pueden fallar. La localización del error puede ser difícil.

Fast Ethernet ha modificado las reglas de repetidores, dado que el tamaño del paquete mínimo tarda menos tiempo para transmitirse que en Ethernet. En redes de Fast Ethernet, hay dos clases de repetidores, Clase I y Clase II. La tabla siguiente es la distancia (diámetro) característica para combinaciones de estos tipos de repetidores Ethernet:

Fast Ethernet	Cobre	Fibra
Ningún Repetidor	100 m.	412 m. *
Un Repetidor de Clase I	200 m.	272 m.
Un Repetidor de Clase II	200 m.	272 m.
Dos Repetidores de Clase II	205 m.	228 m.
* 2 Km. en modo Full Duplex		

La tendencia actual fue de dotar de más inteligencia y flexibilidad a los repetidores, de tal forma que ofrezcan capacidad de gestión y soporte de múltiples medios físicos, como Ethernet





sobre par trenzado (10BaseT), ThickEthernet (10Base5), ThinEthernet (10Base2), TokenRing, fibra óptica, etc.

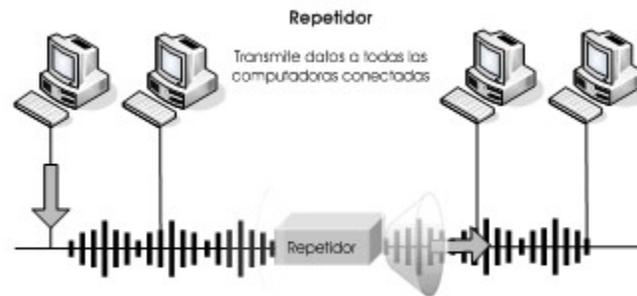


Figura 2.2.3:
Repetidor (*Repeater*)

Usar un repetidor si se quiere:

- Conectar 2 segmentos de cables similares o no.
- Regenerar la señal para incrementar la distancia transmitida.
- Transmitir todo el trafico en ambas direcciones.
- Conectar 2 segmentos de la manera mas efectiva a menor costo.

• **Hubs (Concentradores)**

Un concentrador o *Hub* es un elemento que provee una conexión central para todos los cables de la red conectando a los dispositivos conectados a el en topología estrella. Operan en la capa 1 del modelo OSI. Los *hubs* son "cajas" con un número determinado de conectores, habitualmente RJ-45 más otro conector adicional de tipo diferente para enlazar con otro tipo de red.

Los hay de tipo inteligente que envían la información solo a quien le ha de llegar, mientras que los normales envían la información a todos los puntos de la red siendo las estaciones de trabajo las que decidirán si se quedan o no con esa información.

Están provistos de salidas especiales para conectar otro *Hub* a uno de los conectores permitiendo así ampliaciones de la red.

Suelen utilizarse para implementar topologías físicas en estrella, pero funcionando como un anillo o un bus lógico.

- Los primeros *hubs* o de "primera generación" son cajas de cableado avanzadas que ofrecen un punto central de conexión conectado a varios puntos.
- Los *hubs* inteligentes de "segunda generación" basan su potencial en las posibilidades de gestión ofrecidas por las topologías radiales (TokenRing y Ethernet). Tienen la capacidad de gestión, supervisión y control remoto.
- Los nuevos *hubs* de "tercera generación" ofrecen proceso basado en arquitectura RISC (*Reduced Instructions Set Computer*) junto con múltiples placas de alta velocidad. Estas placas están formadas por varios buses independientes Ethernet, TokenRing, FDDI y de gestión, lo que elimina la saturación de tráfico de los actuales productos de segunda generación.

Un *hub* Ethernet se convierte en un *hub* inteligente (*smart hub*) cuando puede soportar inteligencia añadida para realizar monitoreo y funciones de control. Estos concentradores





inteligentes permiten a los usuarios dividir la red en segmentos de fácil detección de errores a la vez que proporcionan una estructura de crecimiento ordenado de la red.

A un *hub* Ethernet se le denomina "repetidor multipuertos". El dispositivo repite simultáneamente la señal a múltiples cables conectados en cada uno de los puertos del *hub*.

A un *hub* TokenRing se le denomina Unidad de Acceso Multiestación (MAU, *Multiestation Access Unit*). Internamente tiene una topología en anillo.

Las MAUs se diferencian de los *hubs* Ethernet porque las primeras repiten la señal de datos únicamente a la siguiente estación en el anillo y no a todos los nodos conectados a ella como hace un *hub* Ethernet.

Las MAUs inteligentes detectan errores y activan procedimientos para recuperarse de ellos.

Los *hubs* se dividen en dos tipos:

- *HUBS PASIVOS*: no tienen inteligencia, son simplemente retransmisores. Envían la señal de entrada directamente a través de sus puertos sin cualquier procesamiento de la señal.
- *HUBS ACTIVOS*: no sólo repiten la señal, además la amplifican y regeneran. Reciben las señales entrantes y las retransmiten (con la intensidad original a la que fue recibida la señal) a los demás componentes conectados a él.

Ventajas:

- Permiten a los usuarios dividir la red en segmentos de fácil detección de errores a la vez que proporcionan una estructura de crecimiento ordenado de la red.
- La capacidad de gestión remota de los *hubs* inteligentes hace posible el diagnóstico remoto de un problema y aísla un punto con problemas del resto de la LAN, con lo que otros usuarios no se ven afectados.

Figura 2.2.4:
Concentrador (*Hub*)



Usar un concentrador si se quiere:

- Cambiar y expandir fácilmente los sistemas de cableado.
- Usar diferentes puertos para acomodar una variedad de tipos de cable.
- Habilitar un monitoreo centralizado del tráfico y la actividad de la red.





- **Puentes (*Bridges*)**

Son elementos inteligentes, constituidos como nodos de la red (porque pueden tener una dirección ip), que conectan entre sí dos subredes, transmitiendo de una a otra el tráfico generado no local.

Este dispositivo pasa los paquetes de datos entre múltiples segmentos de red que usan el mismo protocolo de comunicación (como es TokenRing hacia TokenRing, Ethernet hacia Ethernet, etc.). Un *bridge* pasa una señal a un tiempo. Si el paquete destino va hacia el mismo segmento del cual se origino el paquete, el *bridge* mantiene el paquete dentro del mismo segmento. Si el paquete destino va hacia otro segmento fuera del segmento en el que se origino el paquete, el *bridge* pasa el paquete hacia ese segmento.

Operan en la capa 2 del modelo OSI con direcciones físicas (*Mac addresses*), por lo que cuando el trafico pasa a través del *bridge*, la información acerca de las computadoras que envían los paquetes (las direcciones MAC) es almacenada en la memoria del *bridge*. Este *bridge* usa esta información para construir una tabla basada en estas direcciones. Mientras mas datos sean enviados, el *bridge* construye una tabla que identifica cada computadora y su localización en los segmentos de red que interconecta. Cuando el *bridge* recibe el paquete, la dirección origen es comparada con las direcciones origen almacenadas en su tabla. Si la dirección origen no esta presente en su tabla entonces es agregada a la tabla. El *bridge* compara entonces la dirección destino con las direcciones destino listadas en su tabla y reenvía el paquete hacia esa dirección, si no reconoce la dirección destino, reenvía el paquete a todos los segmentos.

Un *bridge* ejecuta tres tareas básicas:

- Aprendizaje de las direcciones de nodos en cada red.
- Filtrado de los paquetes destinados a la red local.
- Envío de los paquetes destinadas a la red remota.

Se distinguen dos tipos de *bridge*:

- Locales: sirven para enlazar directamente dos redes físicamente cercanas.
- Remotos o de área extensa: se conectan en parejas, enlazando dos o más redes locales, formando una red de área extensa, a través de líneas telefónicas, o medios aéreos.

Ventajas de la utilización de *bridges*:

- Fiabilidad. Utilizando *bridges* se segmentan las redes de forma que una falla sólo imposibilita las comunicaciones en un segmento.
- Eficiencia. Segmentando una red se limita el tráfico por segmento, no influyendo el tráfico de un segmento en el de otro.
- Seguridad. Creando diferentes segmentos de red se pueden definir distintos niveles de seguridad para acceder a cada uno de ellos, siendo no visible por un segmento la información que circula por otro.
- Dispersión. Cuando la conexión mediante repetidores no es posible debido a la excesiva distancia de separación, los *bridges* permiten romper esa barrera de distancias.

Desventajas de los *bridges*:

- Son ineficientes en grandes interconexiones de redes, debido a la gran cantidad de tráfico administrativo que se genera.





- Pueden surgir problemas de temporización cuando se encadenan varios *bridges*.
- Pueden aparecer problemas de saturación de las redes por tráfico de difusión o cuando hay exceso de broadcast y se colapsa la red. A esto se le llama tormenta de broadcast, y se produce porque un equipo está pidiendo ayuda (falla).

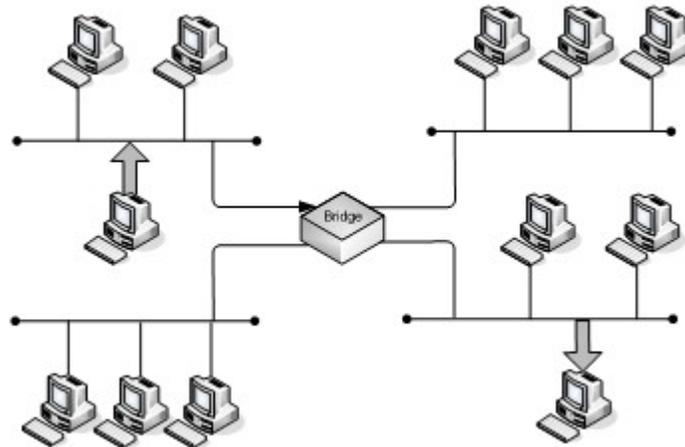


Figura 2.2.5: Puente (Bridge)

Usar un *bridge* si se quiere:

- Expandir la longitud de un segmento.
- Mantener un número incrementado de computadoras en una red.
- Reducir los cuellos de botella, como resultado de un excesivo número de computadoras conectadas en un solo segmento de red.
- Dividir una sobrecarga de un segmento de la red en 2 segmentos separados, de ese modo se reduce la cantidad de tráfico en cada segmento y la red se hace más eficiente.
- Unir diferentes tipos de cable Ethernet, como Par trenzado y cable Coaxial.

• **Switches (Switches)**

Tienen la funcionalidad de los concentradores a los que añaden la capacidad principal de dedicar todo el ancho de banda de forma exclusiva a cualquier comunicación entre sus puertos.

Operan en las capas 2, 3 y 4 (por motivos de mercadotecnia se dice que los *switches* operan en la capa 4 dado que ofrecen funciones de priorización de tráfico, filtrado de paquetes, etc.) del modelo OSI. Se comportan de manera similar a los *bridges*, pero ofrecen una conexión más directa entre las computadoras origen y destino. Cuando un *switch* recibe un paquete de datos, crea un segmento o conexión interna separada, entre cualesquiera 2 de sus puertos y reenvía el paquete de datos solo al puerto apropiado donde está conectada la computadora destino, basándose en información dentro de la cabecera del paquete. Esto aísla la conexión de otros puertos y da un completo acceso al ancho de banda entre la computadora origen y destino.

A diferencia de los *hubs*, los *switches* son comparables a un sistema telefónico de líneas privadas. En este sistema, si una persona llama a alguien, el operador de la línea telefónica o el *switch* telefónico los conecta en una línea dedicada. Esto permite que más conversaciones tengan lugar en cualquier tiempo.





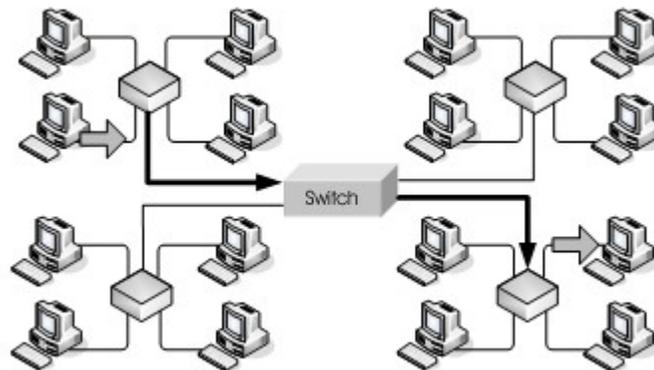
Habitualmente trabajan con anchos de banda de 10, 100 y 1000 Mbps. Soportan varias tecnologías inmediatamente.

Los puertos de un *switch* pueden dar servicio tanto a estaciones de trabajo como a segmentos de red (*hubs*), siendo por este motivo ampliamente utilizados como elementos de segmentación de redes y de encaminamiento de tráfico. De esta forma se consigue que el tráfico interno en los distintos segmentos de red conectados al *switch* no afecte al resto de la red, aumentando de esta manera la eficiencia de uso del ancho de banda.

Esta tecnología permite una serie de facilidades tales como:

- Filtrado inteligente. Posibilidad de hacer filtrado de tráfico no sólo basándose en direcciones MAC, sino considerando parámetros adicionales, tales como el tipo de protocolo o la congestión de tráfico dentro del *switch* o en otros *switches* de la red (QoS, IGMP, etc.).
- Soporte de redes virtuales (VLAN's). Posibilidad de crear grupos cerrados de usuarios, servidos por el mismo *switch* o por diferentes *switches* de la red, que constituyan dominios diferentes a efectos de difusión. De esta forma también se simplifican los procesos de movimientos y cambios, permitiendo a los usuarios ser ubicados o reubicados en la red mediante software.
- Integración de routing. Inclusión de módulos que realizan las funciones de los routers (encaminamiento), de tal forma que se puede realizar la conexión entre varias redes diferentes mediante *switches*.

Figura 2.2.6:
Conmutador (*Switch*)



Usar un *switch* si se quiere:

- Enviar paquetes directamente desde la computadora origen a la computadora destino.
- Proveer un gran rango de transmisión de datos.
- Utilizar tecnologías en las que se requiera calidad de servicio (como VoIP, *Streaming* de Video).
- Usar las funciones propias de un ruteador evitando el alto costo que este tiene.

• Ruteadores (*Routers* o Encaminadores)

Un *router* es un dispositivo que actúa igual que un *bridge* o *switch* pero que provee más funcionalidad. Al mover datos entre diferentes segmentos de red, los *routers* examinan la cabecera del paquete, para determinar la mejor ruta a tomar por el paquete. Convierten los paquetes de información de la red de área local (LAN), en paquetes capaces de ser enviados





mediante redes de área extensa (WAN). Durante el envío, el *router* examina el paquete buscando la dirección de destino y consultando su propia tabla de direcciones, la cual mantiene actualizada intercambiando direcciones con los demás *routers* para establecer las mejores rutas de enlace. Un *router* conoce la ruta de todos los segmentos conectados a él en la red mediante el acceso de la información almacenada en su tabla de ruteo.

Son dispositivos inteligentes que trabajan en la capa 3 del modelo OSI, por lo que son dependientes del protocolo particular de cada red. Envían paquetes de datos de un protocolo común, desde una red a otra.

Ventajas de los *routers*:

- *Seguridad.* Permiten el aislamiento de tráfico, y los mecanismos de encaminamiento facilitan el proceso de localización de fallos en la red.
- *Flexibilidad.* Las redes interconectadas con *router* no están limitadas en su topología, siendo estas redes de mayor extensión y más complejas que las redes enlazadas con puentes.
- *Soporte de Protocolos.* Son dependientes de los protocolos utilizados, aprovechando de una forma eficiente la información de cabecera de los paquetes de red.
- *Relación Precio / Eficiencia.* El coste es superior al de otros dispositivos, en términos de precio de compra, pero no en términos de explotación y mantenimiento para redes de una complejidad mayor.
- *Control de Flujo y Encaminamiento.* Utilizan algoritmos de encaminamiento adaptativos (RIP, OSPF, etc), que gestionan la congestión del tráfico con un control de flujo que redirige hacia rutas alternativas menos congestionadas.

Desventajas de los *routers*:

- Lentitud de proceso de paquetes respecto a los *bridges*.
- Necesidad de gestionar el subdireccionamiento en el Nivel de Enlace.
- Precio superior a los *bridges*.

Por su posibilidad de segregar tráfico administrativo y determinar las rutas más eficientes para evitar congestión de red, son una excelente solución para una gran interconexión de redes con múltiples tipos de LANs, MANs, WANs y diferentes protocolos. Es una buena solución en redes de complejidad media, para separar diferentes redes lógicas, por razones de seguridad y optimización de las rutas.

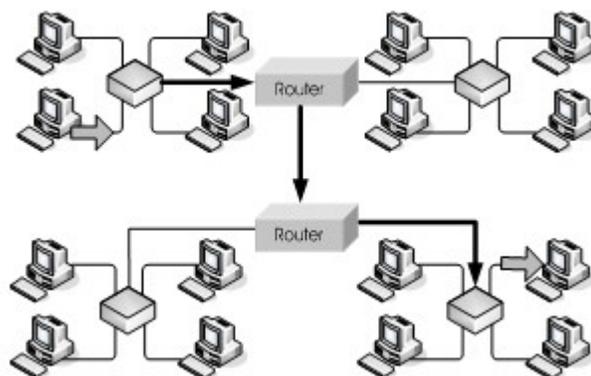


Figura 2.2.6:
Ruteador (*Router*)

Usar un *router* si se quiere:

- Enviar paquetes directamente a la computadora destino en otra red o segmento.





Los ruteadores usan un mejor direccionamiento de paquetes que los *bridges*, por ejemplo para determinar cual *router* o cliente va a ser el siguiente en recibir el paquete. Los *routers* aseguran que los paquetes viajen por las rutas mas eficientes hacia su destino. Si un enlace entre dos rutas falla, el *router* que envía el paquete puede determinar una ruta alternativa para continuar moviendo el trafico.

- Reducir el estrés en la red.

Los *routers* leen solo las direcciones de red de los paquetes y pasan la información solo si la dirección de red es conocida. Por lo tanto no pasan la información si los datos están corruptos. Esta habilidad de controlar el paso de los datos a través del *router* reduce la cantidad de trafico entre redes, y permite a los *routers* a usar estos enlaces de una forma mas eficiente de la que lo pueden hacer los *bridges*.

- **Puerta de Enlace (*Gateways* o Pasarela)**

Estos dispositivos están pensados para facilitar el acceso entre sistemas o entornos soportando diferentes protocolos. Operan en los niveles más altos del modelo de referencia OSI a partir de la capa 4 (Nivel de Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación) y realizan conversión de protocolos para la interconexión de redes con protocolos de alto nivel diferentes, permitiendo que puedan interconectarse los sistemas y redes que utilizan protocolos incompatibles.

Los *gateways* permiten la comunicación entre diferentes arquitecturas de red (Ethernet con Token Ring). Un *gateway* toma los datos de una red y los reempaqueta, para que cada red pueda entender datos de otras redes.

Un *gateway* es como un intérprete. Por ejemplo, si dos grupos de gente pueden hablar físicamente pero hablan diferentes idiomas, ellos necesitan un intérprete para poder comunicarse. De igual manera, 2 redes pueden tener una misma conexión física, pero necesitar un *gateway* que traduzca la comunicación entre las redes.

Los *gateways* tienen mayores capacidades que los *routers* y los *bridges* porque no sólo conectan redes de diferentes tipos, sino que también aseguran que los datos de una red que transportan son compatibles con los de la otra red. Conectan redes de diferentes arquitecturas procesando sus protocolos y permitiendo que los dispositivos de un tipo de red puedan comunicarse con otros dispositivos de otro tipo de red.

Ventajas:

- Simplifican la gestión de red.
- Permiten la conversión de protocolos.

Desventajas:

- Su gran capacidad se traduce en un alto precio de los equipos.
- La función de conversión de protocolos impone una sustancial sobrecarga en el *gateway*, la cual se traduce en un relativo bajo rendimiento. Debido a esto, un *gateway* puede ser un cuello de botella potencial si la red no está optimizada para mitigar esta posibilidad.
- Su aplicación está en redes corporativas compuestas por un gran número de LAN's de diferentes tipos.



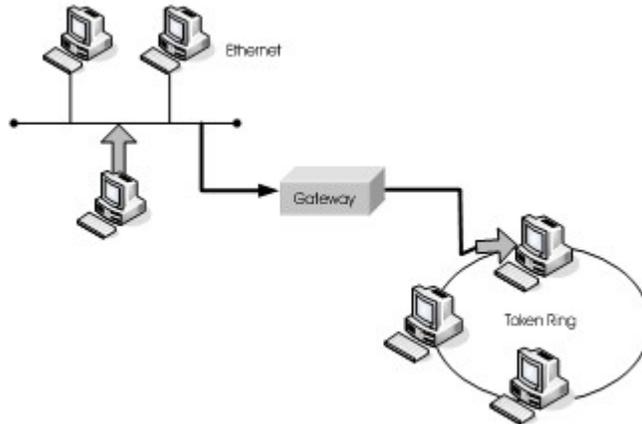


Figura 2.2.7: Gateway (*Pasarela*)

Usar un *gateway* para unir dos sistemas que no usan:

- La misma arquitectura.
- Un conjunto de reglas y/o regulaciones de comunicación.
- La misma estructura de formateo de datos.

En esta tabla podemos ver como es que intervienen en el modelo OSI algunos de los dispositivos más importantes.

Tabla: Capas utilizadas del modelo OSI por los diferentes dispositivos de interconexión de redes.

Aplicación	}	Gateways		
Presentación				
Sesión				
Transporte				
Red	—	Routers	}	Switches
Enlace de Datos	—	Bridges		
Física	—	Repetidores y Hubs		

II.iv. Protocolo de Control de acceso al Medio

Es el conjunto de reglas que definen como las computadoras ponen datos en el cable de red y toman datos del cable cuando sea requerido dentro de un esquema centralizado o distribuido.

Esquema centralizado:

Se designa un controlador con la suficiente autoridad para garantizar el acceso a la red, así una estación que desee transmitir deberá esperar a recibir el permiso del controlador.

Esquema distribuido:

Las estaciones colectivas desarrollan una función de control de acceso al medio para determinar dinámicamente el orden en el cual transmitirán las estaciones.

Se puede clasificar a las técnicas de control de acceso en:

- Síncronas. Es dedicada una capacidad específica para realizar una conexión.
- Asíncronas. Se subdividen en 3 categorías.





Round Robin

- A cada estación se le asigna un turno.
- Durante este turno la estación puede declinar la transmisión o puede transmitir sujeto a un cierto límite.
- El control puede ser distribuido o centralizado.
- Este tipo de control de acceso es utilizado en las topologías en bus (estándar IEEE 802.4) y en topologías anillo (basado en IEEE 802.5) y FDDI.

Reservación

- El tiempo sobre el medio de transmisión es dividido en paquetes.
- Una estación que desee transmitir, reserva paquetes futuros para un periodo indefinido.
- La reservación de los paquetes puede llevarse a cabo de una manera distribuida o centralizada.
- Este tipo de control es usado en topologías en bus mediante DQDB (estándar IEEE 802.6) y en anillo mediante FDDI-II.

Contención

- En esta técnica, todas las estaciones contienden por el tiempo. Es necesariamente distribuida. Para topologías de bus, se establece mediante CSMA/CD de estándar IEEE 802.3, en topologías anillo no es utilizada.

Las técnicas que han sido adoptadas para ser utilizadas en redes de alta velocidad son:

- CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*)
- Token Bus y Token Ring (Control de token)
- Prioridad por demanda (Demand Priority)

CSMA/CD

Cada computadora en la red, tanto los clientes como los servidores, examinan el tráfico de red en el cable. Esto lo realizan en tres pasos:

- Una computadora "censa" el cable para ver si esta libre de tráfico
- Si esta libre, la computadora puede enviar datos
- Si hay datos en el cable, ninguna otra computadora puede transmitir hasta que los datos hayan alcanzado su destino y el cable este libre de nuevo.

Token Bus y Token Ring (Control de token)

La secuencia de operación es la siguiente:

- Se establece una estructura de anillo lógico al cual se ligan todas las computadoras conectadas al medio físico y se crea una señal única de control de permiso (token).
- La señal de control de token es pasada de una máquina a otra, recorriendo el anillo lógico hasta que llega a una computadora que espera enviar un paquete de información.
- La computadora que espera para la transmisión cuando es poseedora de la señal de token, envía su paquete o paquetes de información a través del medio físico. Una vez concluida la transmisión pasará la señal de control a la siguiente computadora en el anillo lógico.

Prioridad por Demanda (Demand Priority)

En Demand Priority solo hay comunicación entre la computadora origen, el concentrador y la computadora destino. Esto es mas eficiente que CSMA/CD, en el cual se transmite basándose en un "broadcast" a toda la red. En Demand Priority, cada concentrador conoce solo la dirección de los nodos terminales y concentradores





conectados directamente a él, en CSMA/CD cada concentrador conoce la dirección de todos los nodos en la red.

COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ACCESO

Característica o función	CSMA/CD	CSMA/CA	Token Passing	Demand Priority
Tipo de comunicación	Basada en Broadcast	Basada en Broadcast	Basada en Token	Basada en Concentrador
Tipo de método de acceso	Competencia	Competencia	Sin competencia	Competencia
Tipo de red	Ethernet	LocalTalk	ArcNet Token Ring	100VG- AnyLAN

II.v. Estándares de Redes

El IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) desarrolló una serie de estándares conocidos como IEEE 802.x para redes de área local. Estos estándares fueron adoptados por ISO.

El estándar IEEE 802.x esta integrado por varios subcomités que están organizados de la siguiente manera:

802.1	Interfaces de redes de alto nivel y puentes MAC (HLI, High Level Interface)
802.2	Control de enlace lógico (LLC, Logical Link Control)
802.3	Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
802.4	Token Bus
802.5	Token Ring
802.6	Redes de área metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network)
802.7	Grupo asesor para técnicas de banda ancha (Broadband Technical Advisory Group)
802.8	Grupo asesor para técnicas de fibra óptica (Fiber Optic Technical Advisory Group)
802.9	Redes integradas por voz y vídeo (Integrated Data and Voice Networks)
802.10	Seguridad de red (LAN Security)
802.11	Redes inalámbricas (Wireless LANs)
802.12	LAN de acceso de prioridad por demanda (100VG Anylan)
802.14	Cable de T.V
802.15	Redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Networks)

Estos estándares cubren la capa física y la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

IEEE 802.1 Interfaces de redes de alto nivel y puentes MAC

El estándar 802.1 es una introducción del grupo de estándares 802.x de redes de área local y define las primitivas de la interfaz, en las que se incluyen: el sistema de direcciones, administración de las redes y puentes.





Sistema de direcciones del IEEE 802

Una red local al ser multipunto hace que cada estación conectada a la red examine cada paquete que se transmite en esta por lo que es necesario que cada paquete que se transmita contenga un campo con la dirección destino y otro campo con la dirección de la estación fuente.

El subcomité 802.1 hizo la estandarización del sistema de direcciones para redes locales en el que se estableció una longitud de 48 bits (el rango de una dirección entera, 6 octetos) para cada dirección, que es suficiente como un identificador global único para cada dispositivo de red. Basándose en lo anterior, cada dispositivo de red tiene una dirección física única que es asignada por el fabricante en el momento de su fabricación. Esta dirección además de conocerse como dirección física también se le conoce como dirección de hardware o dirección MAC (*Media Access Control*).

Actualmente la organización IEEE se encarga de la administración universal para la asignación y manejo del rango de direcciones. Cuando un fabricante desea fabricar equipo que se comunicará en red primero debe hacer una petición para obtener un bloque de direcciones, cada bloque consta de 2^{24} direcciones, o sea 24 bits.

Al fabricante se le asignan 3 octetos de valor fijo (24 bits), este bloque de valor fijo de direcciones es referido también dentro de la industria como código del vendedor u OUI (*Organizationally Unique Identifier*). Los tres octetos restantes (24 bits) son asignados por el fabricante para cada uno de sus productos.

En la actualidad los 24 bits de valor fijo (OUI) tienen una estructura adicional que consta de 2 bits de control. El primer bit de control representa un grupo/individual. Si el bit es cero la dirección se refiere a una estación particular o individual, si el bit es uno, la dirección es referida a un grupo lógico de estaciones que necesita mayor resolución.

El segundo bit es el bit universal/local. si el bit es cero, quiere decir que la dirección fue establecida por la autoridad administrativa universal (significa que los siguientes 22 bits fueron asignados por el IEEE). Si el segundo bit tiene valor de uno, el campo OUI fue asignado en forma local. Como conclusión, la autoridad global asigna 22 bits de valor fijo, un bit para indicar grupo/individual y un bit para indicar universal/local. En la siguiente figura se muestra el direccionamiento del IEEE 802.

Bits fijos [OUI]

I/G	U/L	dirección asignada por el IEEE	dirección física asignada por el fabricante
1bit	1bit	22bits	24bits

I/G = 0 individual U/L = 0 universal
I/G = 1 grupo U/L = 1 local

Figura 2.5.1 Esquema de direccionamiento del IEEE 802

En el caso en que un fabricante se quedara sin direcciones físicas, el IEEE tiene la capacidad de asignarle un segundo identificador OUI.

Direcciones multicast y broadcast

Una dirección multicast permite que un solo paquete sea recibido por un grupo seleccionado de estaciones. El programa de red puede establecer que la configuración de la interfaz de red de una estación escuche una dirección específica de multicast. Esto hace posible que un conjunto de estaciones sean asignadas a un grupo multicast





el cual se le ha asignado una dirección multicast específica. Un solo paquete enviado a la dirección multicast asignada a este grupo será recibido por todas las estaciones en dicho grupo.

Hay otro caso de dirección multicast llamada broadcast o de difusión. En esta dirección los 48 bits son establecidos en el valor 1. Todas las interfaces Ethernet que verifiquen un paquete con esta dirección destino, lo leerán y lo entregarán al programa de la capa de red de la estación.

IEEE 802.1A

Este subcomité se encarga de proveer una arquitectura con manejo en red consistente con el modelo OSI.

IEEE 802.1B

Este subcomité desarrolla protocolos de manejo y administración de redes del tipo LAN y MAN (*Metropolitan Area Networks*). Estos estándares tienen como objetivo ser complementos para los estándares de administración de sistemas referidos en OSI, tales como SNMP (*Simple Network Management Protocol*) e ICMP (*Information Common Management Protocol*).

IEEE 802.1D

En este subcomité se define el estándar para el encaminamiento por medio de puentes (*bridges*) bajo consideración del IEEE. Este encaminamiento es distribuido sobre múltiples redes LAN conectadas a través de estos dispositivos. Este estándar ha adoptado el algoritmo de enrutamiento *Spanning Tree* que se utiliza en los puentes para redes locales de tipo Ethernet.

IEEE 802.1G

El subcomité 802.1G ha trabajado en el desarrollo de un estándar para el encaminamiento de puentes remotos (*remote bridges*) en redes de área amplia WANs (*Wide Area Networks*). Se adoptó el algoritmo de encaminamiento *Spanning Tree* que es utilizado en redes de área local como se mencionó en el estándar 802.1D.

El IEEE y la capa de enlace de datos del modelo OSI

Los protocolos que operan al nivel de la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI, se encargan de que la transmisión de las tramas de información sea eficaz y sin errores entre dos estaciones adyacentes, es decir, entre estaciones sin nodos de conmutación intermedios. Las funciones de la capa de enlace consisten en el control de flujo de datos entre un nodo emisor y un nodo receptor realizando una sincronización lógica en su comunicación además de detectar y controlar errores en la secuencia de los paquetes de datos obtenidos por el nodo receptor.

El estándar IEEE divide el nivel de la capa de Enlace de datos en dos subcapas: la capa Control de Acceso al Medio MAC (subcomités 802.3, 802.4, 802.5 y 802.12) y la capa nivel de Control Lógico de Enlace LLC (Subcomité 802.2)¹².

Las funciones asociadas en el nivel de enlace de datos para realizar la transmisión y recepción entre las estaciones conectadas a una red local son:

- Proveer uno o más puntos de acceso a servicio SAP (*Service Access Point*) para soportar la característica de multiacceso del enlace.

¹² Estas subcapas que se establecen dentro de la capa de enlace no se toman en consideración en el tradicional modelo de referencia OSI.





- Realizar ciertas funciones que le corresponden a la capa 3 del modelo OSI referido como la capa de red.
- En la transmisión llevar a cabo el ensamblado de datos dentro de un paquete con los campos correspondientes a las direcciones¹³ y el método CRC para detección de errores.
- En la recepción, lleva a cabo el desensamble del paquete, desarrollando el reconocimiento de las direcciones y la validación con el método de detección de errores CRC.
- Debe administrar el acceso al medio compartido de las redes locales para llevar a cabo la transmisión.

Las dos primeras funciones son desarrolladas por la subcapa LLC, las últimas 3 son desarrolladas por la subcapa de control de acceso al medio MAC. Esta subdivisión en la capa de nivel de enlace tiene dos razones:

Se satisface la lógica requerida para administrar el acceso al medio compartido para redes multipunto, las cuales no se contemplan en el nivel de enlace de datos tradicional. La subcapa LLC sirve como interfaz para protocolos de las capas superiores (principalmente la capa de red) logrando con esto aislar niveles superiores de las acciones específicas llevadas a cabo por la subcapa MAC, como es el control de acceso al medio. De esta forma se tiene el uso de una misma subcapa LLC para varias opciones o escoger de la subcapa MAC (802.3, 802.4, 802.5 y 802.2) logrando así una mayor flexibilidad de los niveles inferiores del modelo OSI y además de poder soportar diferentes opciones de pilas de protocolos en las capas superiores. Dentro de los estándares definidos por el IEEE también se han definido las características para el nivel físico como son:

- Tipo de medio para las respectivas topologías que soportan las diferentes opciones de subcapa de MAC¹⁴.
- Transmisión y recepción de bits.
- Codificación y decodificación de señales.
- Preámbulo de generación y remoción (para la sincronización), etc.

En la siguiente figura se muestra los protocolos del IEEE para las redes LAN en las capas inferiores en el modelo de referencia OSI.

SAP						Subcapa LLC	LLC: Control de Enlace Lógico MAC: Control de Acceso al Medio	
802.2 tipo 1, tipo 2 y tipo 3								
MSAP	MSAP	MSAP	MSAP	MSAP	MSAP	Subcapa MAC	LSAP: LLC Punto de Acceso al servicio MSAP: MAC Punto de Acceso al servicio PHY: Medio Físico	
802.3 CSMA/CD Ethernet y Fast Ethernet	802.4 Token Bus	802.5 Token Ring	802.6 Redes de Área Metropo- litano (MAN)	802.9 Redes Integrales (IVD) Voz/Datos	802.12 100VG AnyLAN			Capa de Enlace de Datos Tipo 1 Servicio sin conexión Tipo 2 Servicio Orientado a Conexión Tipo 3 Servicio con Conexión
PSAP PHY	PSAP PHY	PSAP PHY	PSAP PHY	PSAP PHY	PSAP PHY			

Figura 2.5.2 Protocolos de redes LAN del IEEE

¹³Los campos de direcciones fuente y destino se llevan a cabo en la subcapa MAC de la capa de enlace. De esta manera cada subcomité (802.3, 802.4 y 802.5) puede definir sus direcciones de manera independiente a la subcapa LLC.

¹⁴Es importante señalar que en el modelo de referencia OSI no se cita a ningún tipo de medio físico.





En la figura anterior se puede observar la división MAC-LLC en la capa de enlace obteniendo con esto varias ventajas, como el controlar el acceso al canal compartido entre los dispositivos (subcapa MAC) además de tener un esquema descentralizado que reduce la susceptibilidad de errores en la red. Por último, brinda una interfaz más compatible con las redes de área amplia (WAN), partiendo de la idea de que el LLC es un subconjunto del producto HDLC. LLC es independiente de un método de acceso al medio, mientras que la MAC es un protocolo específico dependiente del diseño. El resultado de esta división hace más fácil el diseño de las redes al proveer una interfaz con mayor flexibilidad para las redes locales.

IEEE 802.2 Control de Enlace Lógico (LLC, Logical Link Control)

El estándar 802.2 fue creado por el IEEE con el fin de desarrollar un protocolo de enlace de datos que lleve a cabo tareas de control de errores y control de flujo. Este protocolo puede operar encima de todos los protocolos LAN y MAN 802. Otra característica importante es que puede esconder las diferencias entre los distintos tipos de redes 802, de tal manera que puede proporcionar un formato único y una interfaz con la capa de red¹⁵. En la siguiente figura se muestra el LLC como parte superior de la capa de enlace con la subcapa MAC por debajo de él.



Figura 2.5.3 Posición del LLC

Normalmente el protocolo LLC se utiliza de la siguiente manera: la capa de red de la estación que transmite datos pasa un paquete al LLC usando las interfaces de acceso al LLC llamadas LSAPs¹⁶ (*Link Service Access Point*). La subcapa LLC entonces agrega una cabecera LLC que contiene los números de secuencia y acuse. La estructura resultante se introduce entonces en el campo de carga útil de una trama 802.x y se transmite. En el receptor ocurre el proceso inverso.

El protocolo LLC proporciona tres opciones de servicio¹⁷: servicio sin conexión sin reconocimiento (*unacknowledge connectionless service*), servicio sin conexión con reconocimiento (*acknowledge connectionless service*) y servicio confiable orientado a conexión.

- Servicio sin conexión sin reconocimiento. Este es un servicio de datagrama que únicamente permite el envío y recepción de paquetes LLC sin ninguna forma de reconocimiento (*acknowledge*) que asegure la entrega. Esto es debido a que cada paquete lleva la información completa de la dirección fuente y destino. No hay manera de garantizar que los paquetes llegaron intactos o en el orden adecuado. Este servicio soporta transmisiones punto a punto y *broadcast*.

¹⁵Este formato, interfaz y protocolo están basados estrechamente en el modelo OSI.

¹⁶LSAP son direcciones de enlace de datos lógicas para puntos de acceso. Una sola dirección MAC puede tener múltiples direcciones LSAP. Estas múltiples direcciones LSAP habilitan múltiples conexiones punto-final (end-point) entre dos nodos de una red local.

¹⁷Esta especificación de los tres tipos de servicios fue el resultado de permitir al protocolo LLC ser utilizado para los diversos requerimientos de los usuarios.





- Servicio sin conexión con reconocimiento. Este es un servicio sin conexión, pero con reconocimiento, es decir, se tiene un mecanismo por el cual cada usuario puede enviar una unidad de datos y recibir un reconocimiento (*acknowledgement*) de que todos los datos fueron entregados sin la necesidad de establecer una conexión lógica. En estos procesos se lleva a cabo la corrección de datos erróneos retransmitiendo los paquetes que contienen dichos datos, esto libera a los niveles superiores de esta tarea. Este servicio soporta transferencias punto a punto.
- Servicio orientado a conexión. Este servicio establece un estilo de conexión de circuito virtual entre LSAPs. Con esto provee una medida por la cual el usuario puede hacer una petición o ser notificado del establecimiento o terminación de una conexión lógica. El servicio orientado a conexión también provee un control de flujo, funciones de secuencia, y control de errores. Este servicio incluye un conjunto de primitivas de petición, indicación, respuesta y confirmación para establecer una conexión lógica entre LSAPs, una vez que una conexión es establecida, los bloques de datos son intercambiados garantizando que todos estos serán entregados debido a la conexión lógica existente y no existe la necesidad de un reconocimiento (*acknowledgement*) de cada bloque de datos. El control de flujo puede ser controlado en cualquier dirección. Este servicio soporta direccionamiento punto a punto.

Funciones de la capa de red realizados por el nivel de enlace de datos de redes LAN

Las redes de área local al ser multipunto, no cuentan con nodos de conmutación intermedia por lo que hace que no se requiera del nivel 3 del modelo de referencia OSI (capa de red) ya que las funciones esenciales de dicho nivel pueden ser incorporadas dentro del nivel 2 (capa de enlace), como son:

- a) Servicio sin conexión (*Connectionless*). Este es un servicio que no requiere establecer una conexión lógica para optimizar el soporte de tráfico altamente interactivo.
- b) Servicio orientado a conexión.
- c) Servicio de multiplexaje. Comúnmente, un solo enlace físico une una estación a la red local; esto deberá de ser posible para proveer transferencia de datos con múltiples puntos terminales/finales sobre el enlace.

Estas tres funciones mencionadas son llevadas a cabo por el nivel 2 del modelo OSI debido a que no se requiere realizar un enrutamiento en las redes locales.

El nivel 2 también efectúa la tarea de multicast y broadcast. El nivel de enlace deberá proveer un servicio para enviar un mensaje a múltiples estaciones y de esta manera tomar ventaja de la naturaleza de acceso múltiple de una red local.

IEEE 802.3 Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)

Estandarización de la tecnología Ethernet CSMA/CD

El estándar IEEE 802.3 es importante para una red de área local con el protocolo CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*), pues cuando una estación quiere transmitir, escucha el cable. Si el cable está ocupado, la estación espera hasta que se desocupa; de otra manera, transmite de inmediato. Si dos o más estaciones comienzan a transmitir simultáneamente por un cable inactivo, habrá una colisión. Todas las estaciones en colisión terminan entonces su transmisión, esperan un tiempo aleatorio y repiten una vez más el proceso.





La tecnología Ethernet¹⁸ es también llamada red de bus CSMA/CD. El método de control de acceso al medio y el formato del paquete Ethernet es idéntico para todas las variedades de velocidad en las que ellos operan y los medios soportados por Ethernet.

Cableado del 802.3 (Ethernet)

El nombre Ethernet¹⁹ hace referencia al cable. Cada estación equipada con Ethernet, opera de forma independiente de todas las demás estaciones sobre la red, es decir, no existe un controlador central. Todas las estaciones unidas en un sistema Ethernet son conectadas a un sistema de señal compartido, también llamado bus o backbone. Las señales Ethernet son transmitidas de forma serial, un bit a la vez sobre el canal de señal compartido, el cual es recibido por cada estación conectada al bus. El acceso al canal compartido es determinado por un método de control de acceso (MAC) llevado a cabo en cada interfaz Ethernet localizado en cada estación, Ethernet ocupa el mecanismo de control de acceso al medio llamado CSMA/CD. Comúnmente se utilizan cinco tipos de cableado, como lo muestra la siguiente tabla.

	10Base5 ²⁰	10Base2	10BaseT	10BaseF
Medio de Transmisión	Coaxial grueso	Coaxial delgado	Par trenzado (UTP)	Fibra óptica
Diámetro del cable (mm)	10	5	0.4-0.6 (22-26 AWG)	
Tasa de transmisión de datos (Mbps)	10	10	10	10
Segmento máximo	500	200	100	2000
Técnica de señales utilizada	Baseband manchester	Baseband manchester	Baseband manchester	Baseband manchester
Nodos por segmento	100	30	1024	1024
Ventajas	Bueno para backbone	Sistema económico	Fácil mantenimiento	Mejor entre edificios

Tabla 2.5.1 Los tipos de medios más comunes en LANs 802.3

10Base5

El cable 10Base5 es comúnmente llamado "Ethernet grueso", esta especificación es el estándar 802.3 original. La primera etiqueta, "10", especifica la velocidad a la que opera el medio (10 Mbps), la palabra "Base" se entiende por *Baseband*, únicamente las señales Ethernet son transmitidas en el medio de comunicación (bus). La última etiqueta, "5", indica que la máxima longitud permitida en segmentos individuales de cable coaxial grueso es de 500 m con un máximo de 100 nodos por segmento.

La longitud de la red puede ser extendida utilizando repetidores. El estándar permite un máximo de cuatro repetidores entre la ruta de dos nodos cualquiera, extendiendo la ruta efectiva de la red a una longitud de 2.5 km. La conexión se hace por medio de una unidad llamada MAU (*Medium Attachment Unit*), conocido técnicamente como transceiver en el original estándar de Ethernet. Se le da este nombre debido a que recibe y transmite señales entre el medio Ethernet o segmento de red y la interfaz Ethernet.

¹⁸Mucha gente usa incorrectamente el término "Ethernet" en un sentido genérico para referirse a los protocolos CSMA/CD, cuando en realidad se refiere a un producto específico que casi implementa el 802.3.

¹⁹Ethernet por éter *luminífero*, a través del cual alguna vez se pensó que se propagaba la radiación electromagnética.

²⁰El comité desarrollo una notación para el reconocimiento de la tecnología utilizada: [Tasa de transmisión][Máxima longitud por segmento en cientos de metros]



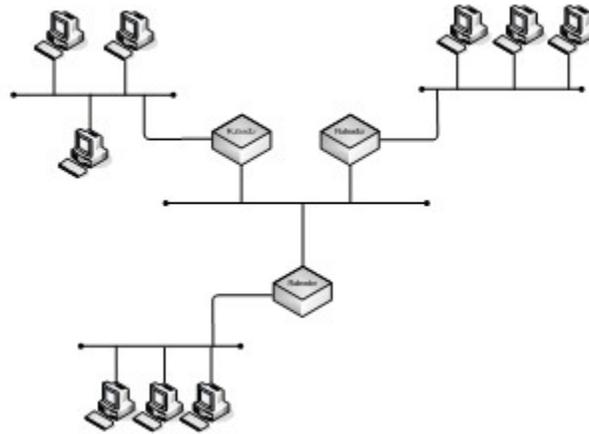


Figura 2.5.4 Configuración de una red Ethernet

10Base2

El segundo tipo de cable es el 10Base2 o "Ethernet delgado". El "2" es el valor redondeado de 185 m, como longitud máxima de segmentos individuales de cable 10Base2. Las conexiones se hacen usando conectores BNC estándar para formar uniones T, en lugar de usar derivaciones vampiro. El Ethernet delgado es mucho más barato y más fácil de instalar, pero sólo puede extenderse 200 m con un máximo de 30 nodos por segmento de cable. La versión de 10Base2 es también conocida como Cheapernet.

10BaseT

Los problemas asociados con la localización de rupturas en el cable coaxial han llevado a un patrón de alambrado distinto, en la que todas las estaciones tienen alambres que conducen a un concentrador (*hub*) central. Generalmente, estos alambres son cables telefónicos en pares trenzados. Este esquema es conocido como 10BaseT, en la que se especifica una versión de operación con cable par trenzado sin blindar UTP operando a 10 Mbps, utilizando un alambrado de estrella a una topología de concentrador.

Las estaciones conectadas punto a punto al repetidor multipuertos lo hacen por medio de dos pares de par trenzado, cada par de alambres forma un segmento de enlace, uno de transmisión y otro de recepción. La tasa de transmisión de datos es de 10 Mbps utilizando codificación Manchester.

Con 10BaseT no hay cable en lo absoluto, sólo el concentrador (*hub*). Agregar o remover estaciones es sencillo con esta configuración, y las rupturas del cable pueden detectarse con mayor facilidad.

En el sistema 10BaseT, todos los repetidores multipuertos funcionan de la misma manera como un repetidor ordinario de los sistemas 10Base5 y 10Base2. Una ventaja de utilizar repetidores y el uso de la tasa de transmisión de datos a 10 Mbps pueden ser mezclados con los sistemas 10Base5 y 10Base2.

Existen 2 reglas de configuración para más de un concentrador conectado a una red Ethernet, las cuales son: un máximo de 4 concentradores en la ruta de envío de datos entre 2 estaciones cualesquiera conectadas en la red, y los segmentos del cable UTP no deberán exceder la longitud de 100 m.





Se consideran 5 segmentos de cable y un conjunto de 4 repetidores, como una ruta de transmisión máxima entre 2 estaciones cualesquiera. Un segmento es uno de los 2 siguientes: segmento de enlace punto a punto o un segmento coaxial 10Base2 o 10Base5. El número máximo de segmentos de cable coaxial en una ruta es de 3 segmentos.

10BaseF

Otra opción de cableado en el 802.3 es 10BaseF, que usa fibra óptica para redes Ethernet, la cual es de uso frecuente para cubrir largas distancias (hasta 2 Km., entre repetidores). Es también de uso común para cableado (*backbone*) entre edificios. Esta alternativa resulta costosa debido al alto costo de los terminadores y conectores (es difícil que se llegue a instalar para la conexión directa entre las estaciones por el alto costo que representa el cableado con fibra óptica).

10BaseF utiliza la transmisión de datos por medio de pulsos de luz y no por medio de corriente eléctrica, lo que implica que tiene una excelente inmunidad contra el ruido. Mientras que el equipo Ethernet usado en segmentos de medio metálico tiene solamente protección de circuitos diseñado para riesgos eléctricos internos, el medio de la fibra óptica es totalmente no conductor. Este completo aislamiento eléctrico provee inmunidad para un mayor número de riesgos eléctricos, incluyendo el efecto llamado "*lighting strikes*", de los diferentes niveles de corriente de tierra eléctrica que pueden ser encontrados en la conexión de instalaciones separadas.

Las ventajas que también se presentan con 10BaseF es la enorme distancia a la que puede extenderse un segmento de fibra óptica (2 km), además de que soporta velocidades de transmisión mayores a 10 Mbps, por lo que la actualización de todo el sistema de cableado para alcanzar velocidades de transmisión mayores, no es necesario cambiar el esquema de cableado del backbone de fibra óptica o el cableado basado en ésta.

Los estándares 10BaseF y FOIRL

El enlace entre segmentos comúnmente se hace con el medio de fibra óptica. Existen 2 tipos de enlace entre segmentos con fibra óptica, el segmento original *Fiber Optic Inter-Repeater Link* (FOIRL) y el segmento 10BaseFL. La especificación original FOIRL establece un segmento de hasta un kilómetro de distancia entre dos repetidores únicamente.

El conjunto de estándares conocidos como 10BaseF, incluyen especificaciones para un segmento de enlace con fibra óptica que permite conectar directamente a estaciones. Este conjunto completo de especificaciones 10BaseF incluye 3 tipos de segmentos:

- **10BaseFL.** Este estándar reemplaza las anteriores especificaciones FOIRL, y fue diseñado para ínter operar con el equipo basado en FOIRL existente. 10BaseFL establece un segmento de enlace de fibra óptica de hasta dos kilómetros de longitud, previendo que solamente equipo 10BaseFL sea utilizado en el segmento. Si se combinan 10BaseFL con equipo basado en FOIRL, entonces la longitud máxima disminuye a un kilómetro por segmento. Un segmento 10BaseFL puede ser conectado entre dos estaciones, dos repetidores o entre una estación y un puerto de repetidor.
- **10BaseFB.** Este estándar describe un segmento de cableado principal (*backbone*) de señal síncrona que permite que el límite de número de repetidores que pueden ser usados en un sistema Ethernet a 10 Mbps pueda ser excedido. Típicamente los enlaces 10BaseFB realizan la conexión entre concentradores repetidores, y son usados para enlazar concentradores repetidores de señal síncrona 10BaseFB especiales, juntos en un sistema de cableado principal (*backbone*) repetido que puede expandirse hasta dos kilómetros de longitud.





- **10BaseFP²¹**. El sistema de fibra pasiva establece un conjunto de especificaciones para un segmento combinado de fibra óptica que enlaza múltiples estaciones sobre un sistema de medio de fibra sin uso de repetidores. Los segmentos 10BaseFP pueden alcanzar hasta 500 m de longitud. El uso de un solo empalme en estrella pasiva de 10BaseFP puede enlazar hasta 33 estaciones.

IEEE 802.3u

Este es un agregado del estándar 802.3, el concepto de Ethernet Rápido (*Fast Ethernet*) es el de mantener todos los formatos de paquetes, interfaces y reglas de procedimiento de Ethernet, y simplemente reducir el tiempo de bit de 100 ns a 10 ns, logrando con esto una velocidad de transmisión de 100 Mbps. Se especifican tres tipos de medios para la transmisión de señales Fast Ethernet, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

	100BaseT4	100BaseTX	100BaseF
Medio de Transmisión	Par trenzado (UTP) categoría 3, 4 y 5	Par trenzado (UTP o STP) categoría 5	Fibra óptica 2 fibras de 62.5/125 micrones multimodo
Tasa de transmisión de datos [Mbps]	100	100	100
Características principales	Para voz o grado de datos (Half dúplex)	Para datos (Half o Full dúplex)	Half o Full dúplex
Segmento máximo [m]	100	100	2000
Ventajas	Usa UTP categoría 3	Dúplex integral a 100 Mbps	Dúplex integral a 100 Mbps; soporta tramos grandes

Tabla 2.5.2 Medios de Transmisión para Fast Ethernet

El esquema UTP categoría 3, llamado 100BaseT4, usa una velocidad de señalización de 25 MHz, solo 25% más rápida que los 20 MHz del estándar 802.3. La etiqueta 100 es por la velocidad de transmisión de 100 Mbps, Base se entiende por una señal banda base y la tercera etiqueta es un identificador del tipo de segmento. El tipo de segmento "T4" es un par trenzado que utiliza 4 pares trenzados, un par va al concentrador, uno más viene del concentrador y los otros dos son conmutables a la dirección actual de transmisión. Para la transmisión de datos no se utiliza codificación Manchester, se envían señales ternarias con tres pares trenzados en la dirección de transmisión, puede transmitirse cualquiera de 27 símbolos, posibilitando el envío de 4 bits con redundancia. La transmisión de 4 bits en cada uno de los 25 millones de ciclos de reloj por segundo da los 100 Mbps necesarios; este esquema es conocido como 8B6T (mapa de 8 bits a 6 ternas).

En el esquema 100BaseTX, los alambres pueden manejar tasas de reloj de hasta 125 MHz o más. El tipo de segmento "TX" es un par trenzado que utiliza dos pares trenzados por estación, uno al concentrador y uno propio. Se utiliza un esquema de codificación llamado 4B5B a 125 MHz. Cada grupo de 5 periodos de reloj se usa para enviar 4 bits a fin de tener cierta redundancia, proporcionar suficientes transiciones para permitir una fácil sincronización de los relojes, crear patrones únicos para delimitar paquetes y ser compatible con la FDDI en la capa física. El sistema 100BaseTX es un sistema dúplex integral, las estaciones pueden transmitir a 100 Mbps y recibir a 100 Mbps al mismo tiempo. El esquema 100BaseF utiliza dos hilos de fibra óptica multimodo, uno para transmitir y otro para recibir, por lo que se considera también un sistema dúplex integral con 100 Mbps en cada dirección.

²¹ Este sistema no ha sido ampliamente adoptado desde su creación y el equipo no está disponible por distribuidores.





IEEE 802.3z Gigabit Ethernet

Este es un agregado al estándar 802.3, donde se especifica la versión más reciente de Ethernet, Gigabit Ethernet, la cual ofrece un ancho de banda real de 1000 Mbps (1 Gbps) para el campus de una red de computadoras con la simplicidad de su antecesor. Gigabit Ethernet mantiene todos los formatos de paquetes, interfaces y reglas de procedimiento de Ethernet.

La capa física de Gigabit Ethernet es una mezcla de tecnologías comprobadas para el Ethernet original (802.3) y el ANSI X3T11 Especificación de Canal de Fibra. Gigabit Ethernet soporta 4 tipos de medios definidos en el estándar 802.3ab (1000BaseT) y el 802.3z (1000BaseX). El medio 1000BaseX está basado en la Capa Física del Canal de Fibra, el cual es una tecnología de interconexión en estaciones de trabajo, supercomputadoras, dispositivos de almacenamiento y periféricos. El canal de fibra tiene 4 capas de arquitectura. Las dos más bajas, capas FC-0 (Interface y media) y FC-1 (Codificación/Decodificación) son usadas en Gigabit Ethernet. Los tres tipos de media especificados en 1000BaseX son:

- 1000BaseSX 850 nm láser en fibra multimodo.
- 1000BaseLX 1300 nm láser en fibra modo simple y multimodo.
- 1000BaseCX Short haul copper "twinax" STP cable.

En la siguiente tabla se presentan las distancias que soportan los tipos de medio 1000BaseX: 1000BAS-SX 1000BASE-LX 1000BASE-CX 1000BASE-T

Estándar IEEE	802.3z	802.3z	802.3z	802.3ab
Rango de Datos	1000 Mbps	1000 Mbps	1000 Mbps	1000 Mbps
Longitud de onda óptica (nominal)	850nm (SX)	1300nm (LX)	N/A	N/A
Fibra multimodo (50m (distancia))	525m	550m	N/A	N/A
Fibra multimodo (62.5m (distancia))	260m	550m	N/A	N/A
Fibra modo simple o monomodo (10m (distancia))	N/A	3km	N/A	N/A
UTP-5 100 ohms (distancia)	N/A	N/A	N/A	100m
STP 150 ohm (distancia)	N/A	N/A	25m	N/A
Numero de pares de alambre/fibra	2 fibras	2 fibras	2 pares	4 pares
Tipo de conector	Duplex SC	Duplex SC	Fiber Chanel-2	RJ-45

Nota: Las distancias son para full duplex, el modo de operación mas usado en la mayoría de los casos

Tabla 2.5.3 Tipos de medios para 1000BaseX y distancias

Para 1000BaseT el tipo de medio es par trenzado sin blindar (UTP) Long Haul Copper (cuatro pares de UTP categoría 5e) que soporta una distancia de 100 m.

IEEE 802.4 Token Bus

El estándar describe una red de área local llamada token bus (bus de ficha o testigo). El token bus es físicamente un cable lineal o en forma de árbol al que se conectan las estaciones. Las estaciones están organizadas lógicamente en forma de anillo, donde cada estación conoce la dirección de las estaciones en sus extremos de conexión. Cuando se inicializa el anillo lógico, una estación puede enviar el primer paquete. Al término de esto, pasa el permiso a su vecino inmediato enviándole un paquete de control especial llamado token (testigo). El token se propaga alrededor del anillo lógico, teniendo permiso de envío de paquetes aquel que tenga el token. Debido a que únicamente una estación puede enviar paquetes a la vez, no existen colisiones. Una característica importante de una red token bus es que no importa el orden físico en que están conectadas las estaciones en la red debido a que el cable es inherentemente un medio de difusión, todas las estaciones reciben todos los paquetes descartando aquellos que no sean dirigidos a ellas.



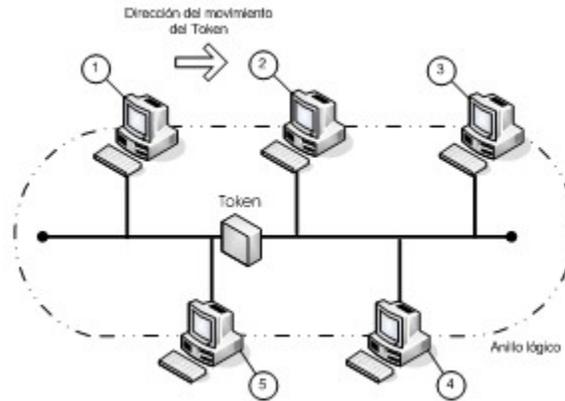


Figura 2.5.5 Token bus

Normalmente en la implementación de una red token bus se utiliza cable coaxial de 75 Ohms como medio de transmisión el cual opera en modo broadband o un modo de baseband modificado conocido como carrierband²².

Al igual que el baseband el carrierband utiliza todo el ancho de banda del cable en una transmisión, la diferencia es que el modo carrierband modula los datos antes de ser transmitidos. Para la capa física, el estándar Token Bus²³ especifica tres opciones:

- Sistema Broadband. Este sistema soporta canales de datos a 1.5 y 10 Mbps con anchos de banda de 1.5, 6 y 12 MHz respectivamente. El estándar recomienda el uso de un sistema dividido de un solo cable con un traductor de frecuencia principal (la configuración del cable dual o doble también es permitida).
- Carrierband o broadband de un solo cable (single-channel broadband). El esquema carrierband especifica las tasas de transmisión de 1.5 y 10 Mbps.
- Fibra óptica. En este sistema se especifican tres tasas de transmisión: 5, 10 y 20 Mbps.

En la siguiente tabla se muestran las opciones para la capa física del estándar 802.4:

	Broadband	Carrierband de fase continua	Carrierband de fase coherente	Fibra Óptica
Tasa de transmisión [Mbps]	1, 5, 10	1	5	5, 10, 20
Ancho de banda	1.5 MHz, 6 MHz, N/A	N/A	N/A	270 nm
Centro de frecuencia	15 Mhz, -, -	5 MHz	7.5 MHz	800-900 nm
	Broadband	Carrierband de fase continua	Carrierband de fase coherente	Fibra Óptica
Modulación	Multinivel duobinary AM/PSK	Manchester/fase continua FSK	Fase Coherente FSK	On - Off
Topología	Bus direccional (árbol)	Bus(omnidireccional)	Bus(omnidireccional)	Estrella pasiva o activa
Medio de transmisión	Cable coaxial 75 Ohms	Cable coaxial 75 Ohms	Cable coaxial 75 Ohms	Fibra Óptica

Tabla 2.5.4 Medios de transmisión para el 802.4

²²Una señal carrierband significa que el espectro total del cable es dedicado a una sola dirección de transmisión en el caso de las señales analógicas.

²³Es importante mencionar que no es frecuente la implementación de redes LAN en token bus, su mayor aplicación es en industrias de manufactura, es decir, fábricas automatizadas y relacionadas con el control de procesos.





IEEE 802.5 Token Ring

La característica principal de una red en anillo es que realmente no es un medio de difusión, sino un conjunto de enlaces punto a punto que llegan a formar un círculo. Una red en anillo también es equitativa y tiene un límite conocido como acceso al medio. IBM escogió el anillo como su LAN y el IEEE lo incluyó como el estándar token ring.

Las redes locales token ring son conexiones punto a punto donde cada estación actúa como un repetidor, regenerando la señal y corrigiendo errores en esta. Alrededor del anillo circula un patrón de bits especial, llamado token (testigo). En el momento en que una estación quiere transmitir paquetes de información, debe tomar el token y retirarlo del anillo antes de transmitir. Esta es la manera de resolver el control de acceso al medio al igual que lo resuelve token bus. En el momento en que la estación transmisora ha terminado de enviar el último bit de su último paquete, debe de regenerar el token para que esté disponible para otras estaciones en la red.

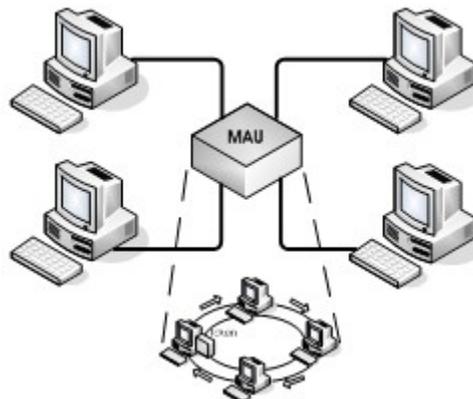


Figura 2.5.6 Token Ring

El uso de la tecnología ASIC es la que permite al *switch* dar un mayor desempeño que un *bridge* tradicional dando una alta cantidad de manejo de paquetes con un retardo extremadamente pequeño. Esto permite al *switch* el manejo simultáneo de reenvío de paquetes a través de todos los puertos a la velocidad que el cable pueda brindar. Como se mencionó anteriormente acerca de las desventajas que presentan cada una de las topologías de red; en el caso del anillo, se inhabilita por completo la red cuando el canal de comunicación sufre un daño en cualquier parte. En una red local token ring puede solucionarse este problema cableando los nodos a una unidad de acceso múltiple central (concentrador MAU) que repite las señales de una estación a la siguiente. Las unidades de acceso múltiple (*MAU-Multistation Access Unit*) se cablean conjuntamente para extender la red, lo cual implica el anillo lógico.

La tecnología de redes en anillo es casi completamente digital, en contraste con 802.3 que tiene una componente analógica considerable para la detección de colisiones (CSMA/CD). El tiempo de respuesta en redes de anillo es determinístico aún en condiciones de carga pesada en la red.

El tamaño mínimo de un anillo deberá ser de un kilómetro, este tamaño es muy extenso en el caso de que se quiera conectar pocas estaciones, por esta razón, se instala una estación especial designada como "monitor activo", el cual ocasionará un retraso de almacenamiento de 24 bits para el anillo. Este almacenamiento también compensa cualquier fase *jitter*²⁴ acumulada sobre el anillo. El monitor activo no es una estación con dispositivos de red especial, cualquier

²⁴ Es un cierto tipo de error de tiempo que puede ocurrir cuando se transmiten datos, causado por variaciones en la frecuencia de la señal transmitida.





estación sobre el anillo puede ser monitor activo y las demás estaciones designadas como pasivas. La selección de la estación activa se lleva a cabo en el procedimiento de inicio del anillo.

Los enlaces en una red token ring pueden ser cualquier tipo de medio, cable coaxial, par trenzado operando a 1.4 y 16¹⁵ Mbps y fibra óptica (básicamente se utiliza para extender la red sobre grandes distancias). Las señales codifican usando codificación Manchester diferencial, siendo las señales positivas y negativas de magnitudes absolutas de 3.0 a 4.5 V. La configuración de 1 Mbps utiliza cable par trenzado sin blindar (UTP), las configuraciones de 4 y 16 Mbps soportan cable par trenzado blindado (STP) y par trenzado sin blindar. En la siguiente tabla se muestran las reglas de cableado para redes token ring:

Parámetros de token ring	Tipo 1 y Tipo 2	Tipo 3
Núm. máximo de dispositivos por anillo	260	96
Núm. mínimo de dispositivos por anillo	2	2
Tasa de transmisión	16 Mbps	4 Mbps
Estación a una sola MAU LAN	300 m	100 m
Estación a múltiples MAU LAN	100 m	45 m
Máximo número de MAUs por LAN	12	2
Distancias entre MAUs	200 m	120 m

Tabla 2.5.5 Reglas de cableado para redes token ring

En las especificaciones para el cable tipo 1 y tipo 2 se establece un número máximo de 260 dispositivos por anillo aunque se recomienda un número alrededor de 100. El número mínimo de estaciones para tener un anillo utilizable es de dos.

La distancia máxima entre una estación y el MAU (*Multistation Access Unit*) es de 300 m. Podemos mencionar que el estándar X3T9 referente a la interfaz de Datos Distribuido por Fibra (FDDI - *Fiber Fiber Distributed Data Interface*) está basado en el estándar 802.5 Token Ring, X3T9 fue desarrollado por el comité de normas acreditadas (ASC - *Acredited Standars Commitee*).

IEEE 802.6 Red de Área Metropolitana (*MAN, Metropolitan Area Network*)

Para redes que cubren toda una ciudad, redes de área metropolitana (MAN), el IEEE definió un protocolo de alta velocidad llamado bus doble de colas distribuidas (DQDB - *Distributed Queue Dual Bus*).

Las estaciones se enlazan compartiendo dos buses unidireccionales de fibra óptica que se extienden a través de toda la ciudad. Estos buses ofrecen tolerancia a fallos para mantener activas a las conexiones en los casos en que se presente una ruptura o falla del bus. Cada bus tiene una cabeza terminal (*head-end*), el cual es un dispositivo que inicia la transmisión de datos. Cada cabeza terminal genera una cadena constante de células de 53 bytes, cada célula viaja corriente abajo del *head-end* y cuando llega al final, sale del bus. Cada célula tiene un campo de 44 bytes de carga, lo que la hace compatible con algunos modos de capa AAL²⁵ (*ATM Adaption Layer*, capa de adaptación de ATM) en redes ATM (*Asynchronous Transference Mode*). Cabe señalar que esta tecnología de red ATM, se abarcará en un capítulo posterior. Cada célula contiene también dos bits de protocolo ocupado, que se establece para indicar que

²⁵La ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) definió la capa AAL con el fin de proporcionar servicios útiles a programas de aplicación evitando el procedimiento de dividir datos en células en el origen y reorganizándolos en el destino.





la célula está ocupada, y solicitud, que puede establecerse cuando una estación quiere hacer una solicitud.

En la norma MAN, se designa para proporcionar servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros, con una velocidad de transmisión de datos (células) de 1.5, 4.5 y 155 Mbps. Los servicios MAN son orientados a conexión y no orientados a conexión, y/o isócronos (vídeo en tiempo real). El bus tiene una serie de ranuras de longitud fija donde se sitúan los datos para su transmisión sobre el bus. Así, cualquier estación que necesite transmitir, únicamente sitúa los datos en una o más ranuras. Para situar datos isócronos sensibles al tiempo, se reservan unas ranuras a intervalos regulares para garantizar que los datos lleguen a tiempo y en secuencia.

IEEE 802.7 Grupo asesor para técnicas de banda ancha (*Broadband Technical Advisory Group*)

El propósito de este subcomité es la de proporcionar soporte y consejos técnicos a otros subcomités en el área de conexiones de redes de banda ancha.

IEEE 802.8 Grupo asesor para técnicas de fibra óptica (*Fiber Optic Technical Advisory Group*)

Este subcomité ofrece soporte a otros subcomités para redes que utilizan fibra óptica como alternativa de medio de transmisión a las redes actuales basadas en el cable de cobre.

IEEE 802.9 Redes integradas por voz y vídeo (*Integrated Data and Voice Networks*)

El subcomité 802.9 del IEEE se encarga de la integración del tráfico de datos, voz y vídeo en redes de área local 802.x y en redes digitales de servicios integrados (ISDN, *Integrated Services Digital Networks*). En las especificaciones de este comité definen como nodos a computadoras, teléfonos, codificadores y decodificadores (*codec*) de vídeo. Estas especificaciones son conocidas como IVD (*Integrated Voice and Data*). El servicio proporciona un flujo multiplexado que puede llevar señales de voz y datos por los canales que enlazan las dos estaciones sobre canales de par trenzado de cobre. Se definen varios tipos distintos de canales entre los que se incluyen los canales dúplex no conmutados a 64 Kbps, de conmutación de circuitos o de conmutación de paquetes.

IEEE 802.10 Seguridad en red (*LAN Security*)

Este subcomité del IEEE trabaja en la definición de un modelo de seguridad que opera sobre distintas redes incorporando métodos de autenticación y cifrado.

IEEE 802.11 Redes Inalámbricas (*Wireless LANs*)

El subcomité 802.11 del IEEE se encarga de establecer las normas a seguir para redes inalámbricas que se basan en medios como los rayos infrarrojos, transmisiones sobre líneas de potencia, radio de banda estrecha y la radio de espectro expandido. Otra área de trabajo de este subcomité es la normalización de interfaces inalámbricas para redes informáticas como lo son los sistemas formados por computadoras que se basan en lápices, asistentes digitales personales (PDA's, *Personal Digital Assistants*) y otros dispositivos portátiles.

Para redes inalámbricas se plantearon dos enfoques, el planteamiento distribuido y el planteamiento de punto de coordinación. El planteamiento de punto de coordinación está basado en el uso de un concentrador central, perteneciente a una red cableada, que controla las transmisiones de las estaciones inalámbricas. El planteamiento distribuido se basa en que cada estación controla su acceso a la red.





IEEE 802.12 LAN de acceso de prioridad por demanda - 100VG AnyLAN

Este subcomité define las normas de la primera red Ethernet que opera a 100 Mbps con el método de acceso de prioridad por demanda (*Demand Priority Access Method*) originalmente desarrollado por Hewlett Packard. 100VG (*Voice Grade*) AnyLAN es una tecnología de red que combina elementos de Ethernet y Token Ring. Las especificaciones del 802.12 son establecidas en base a la transmisión de paquetes Ethernet (802.3) y paquetes Token Ring (802.5). El medio de transmisión especificado es par trenzado categoría 3, 4 y 5, y fibra óptica además de soportar una topología de estrella en cascada.

El método de acceso de prioridad por demanda únicamente utiliza dos niveles de prioridad, alta o baja. Utiliza un concentrador central para controlar el acceso al canal de comunicación compartido. Las prioridades están disponibles para soportar la distribución de la información de aplicaciones que utilizan un gran ancho de banda en tiempo real, aplicaciones como vídeo, CAM (*Computer Aided Manufacturing*) y CAD (*Computer Aided Design*).

IEEE 802.14 Cable de T.V.

Este subcomité tiene asignada la tarea de crear normas para el transporte de datos sobre el tradicional cable TV en redes. La referencia de la arquitectura específica es una planta híbrida, de cable coaxial y fibra óptica (HFC, *Hybrid Fiber Coax*) con un radio de 80 km a partir de una cabeza terminal (*head-end*).

Las especificaciones del 802.14 establecen un protocolo de control de acceso al medio en el que se identifican tres características: sincronización, resolución a colisiones y una capa de intervalo de resolución de colisiones (CRI). Se trata de establecer la existencia de soporte para aplicaciones multimedia sobre HFC y compatibilidad con diversas tecnologías como ATM, así se especifica el soporte para el tamaño de las células de una red ATM y para los diversos tamaños de paquetes de información en otras tecnologías de red; además de existir reservación de acceso al medio y acceso isócrono.

IEEE 802.15 Redes inalámbricas de Área Personal

El grupo de trabajo del IEEE 802.15 establece normas para redes inalámbricas de área personal (WPANs) las cuales se aplican en prácticas de telecomunicaciones, el intercambio de información entre redes locales y redes de área metropolitana, y redes inalámbricas de área personal que operan en una banda de frecuencia no autorizada.

Una red inalámbrica de área personal, o WPAN, es un esquema de red de trabajo de bajo costo que permite a dispositivos como computadoras personales, computadoras portátiles (*laptop's*), impresoras y asistentes personales digitales (PDAs, *Personal Digital Assistants*) comunicarse entre sí en distancias cortas, sin la existencia de cableado.

Un área de desarrollo del 802.15 llamada Práctica Recomendada (*Recommended Practice*) se encarga de normalizar la coexistencia de una WPAN con un sistema WLAN (*Wireless Local Area Networks*) 802.11 operando a una misma banda de frecuencia. Otra área de trabajo llamada Actividad iniciada (*Initiate Activity*) se encargará de guiar al estándar 802.15 a un alto rango de transmisión de datos en una WPAN a bajo costo, los datos pueden ser transmitidos de manera organizada en rangos cortos por medios inalámbricos, particularmente para aplicaciones multimedia. Además del IEEE, Motorola, Eastman Kodak y Cisco trabajan en este proyecto.





II.vi. Tecnologías de Redes de Alta Velocidad

II.vi.1. Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra (FDDI)

Una red FDDI provee conexiones a alta velocidad para varios tipos de redes. FDDI fue designada para usarse con computadoras que requieren velocidades mas grandes de los 10 Mbps disponibles en Ethernet o los 4 Mbps disponibles de las existentes arquitecturas Token Ring. Una red FDDI puede soportar varias redes LAN de baja capacidad que requieran un *backbone* de alta velocidad. Esto es producto del comité ANSI X3T9.5 y fue liberado en 1986. FDDI puede utilizarse en MANs para conectar redes en la misma ciudad con conexiones de cable de fibra óptica de alta velocidad. FDDI esta limitada a un anillo de longitud máxima de 100 km, por lo que no esta diseñada para ser utilizada como tecnología de WANs. FDDI es utilizado para proporcionar conexiones de alta velocidad para varios tipos de redes.

Una red FDDI consiste de dos cadenas similares de datos viajando en direcciones opuestas alrededor de dos anillos. Un anillo es llamado el anillo primario y el otro es llamado el anillo secundario. Si hubiera un problema con el anillo primario, como una falla en el anillo o una rotura del cable, el anillo se reconfigura así mismo, para transferir los datos por el segundo anillo, el cual continua transmitiendo.

Método de Acceso

El método de acceso usado en las redes FDDI es el Token Passing. Una computadora en una red FDDI puede transmitir tantos paquetes como pueda producir dentro de un tiempo determinado antes de liberar el token. Tan pronto como la computadora ha terminado de transmitir o después de que el tiempo predeterminado termina, la computadora libera el token. Esto permite que más de una computadora pueda transmitir a la vez.

Porque una computadora libera el token cuando termina de transmitir, varios paquetes pueden circular en el anillo al mismo tiempo. Este método de token passing es mas eficiente que el método estándar de las redes token ring, que permite que solo un paquete a un solo tiempo pueda circular. Este método de token passing también provee grandes cantidades de datos a través del mismo rango de transmisión.

Velocidad de Transferencia

La velocidad de transferencia en una red FDDI esta entre los 155 y 622 Mbps.

ARQUITECTURA

FDDI opera sobre una topología de anillo doble, el cual soporta 500 computadoras sobre una distancia de 100 kilómetros. El tráfico en FDDI consiste de dos flujos similares en direcciones opuestas en cada uno de los dos anillos. Uno de los anillos es llamado anillo principal y el otro anillo secundario.



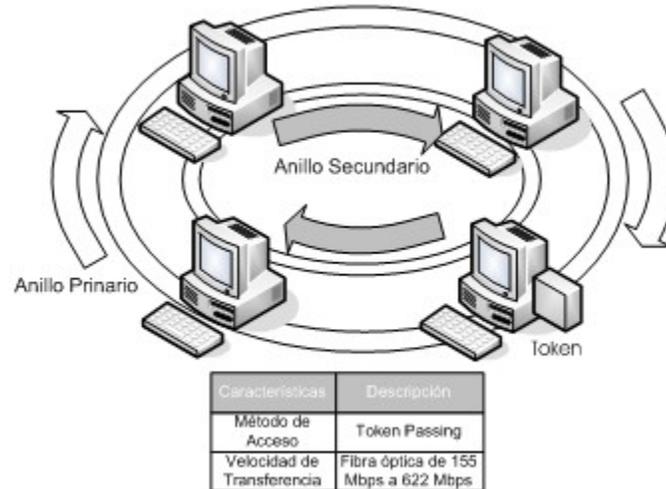


Figura 2.6.1 Una red FDDI

Ventajas

Una de las ventajas del anillo dual es la redundancia. Uno de los anillos es utilizado para transmitir y el otro es utilizado como respaldo. Si ocurre un problema como una falla en el anillo o que se rompa el cable, el anillo se reconfigura por sí solo para continuar transmitiendo a través de las computadoras que están conectadas a ambos anillos.

Las computadoras en FDDI pueden conectarse punto a punto hacia un *Hub*. Esto permite que FDDI pueda ser implementado usando una topología Star-Ring.

Cableado

FDDI fue la primera red local diseñada para trabajar incluso desde los 100Mbps y que tomó como medio físico cables de fibra óptica multimodo 62.5/125. Posteriormente se definió la operación con fibra óptica unimodo 9/125, con otros tipos de fibra óptica (50/125, 85/125, 100/140 y 200/230) y con cable par trenzado UTP categoría 5 y STP IBM tipo 1. FDDI no exige que todos los canales sean de fibra óptica. El concentrador puede incluir una interfaz en el que el usuario instalará fibra óptica para una parte de la red, y par trenzado o coaxial para otra parte de la red.

El principal medio de FDDI es la fibra óptica. Esto le permite a FDDI:

- Ser inmune a la interferencia eléctrica o al ruido
- Ser segura, pues no se puede robar la señal.
- Transmitir sobre grandes distancias antes de requerir un repetidor.

Especificaciones

La longitud total del cable de ambos anillos combinados no debe exceder 200 kms y no debe mantener más de 1000 computadoras. Sin embargo, puesto que el segundo anillo protege contra posibles fallas, las capacidades totales son divididas a la mitad. Por lo cual, cada red FDDI está limitada a 500 computadoras y 100 kilómetros de cable. También, este debe tener repetidores cada 2 kms o menos.

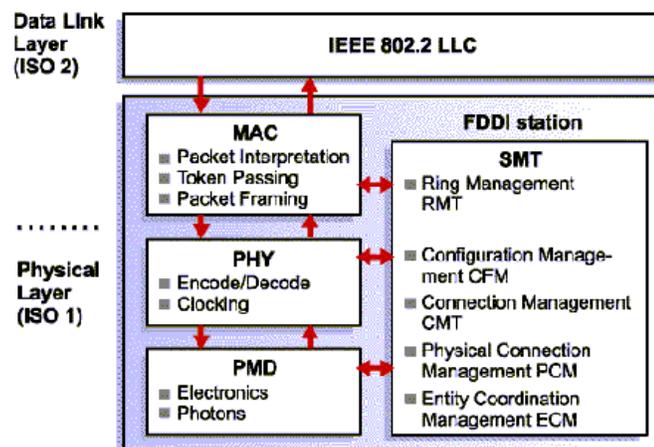
Las 4 áreas funcionales de las cuales se compone FDDI son:

- Capa dependiente del medio físico (PMD: *Physical Media Dependent*)
Corresponde a la capa física del modelo OSI, en ella se especifican las señales ópticas y la forma de las ondas sobre el cable de fibra, además de su instalación.





- Protocolo de la capa física (PHY: *Physical Layer Protocol*)
Su función principal es codificar y decodificar las señales y del reloj, además de especificarse el tamaño máximo del frame.
- Control de acceso al medio (MAC: *Media Access Control*)
Su función Planea y transfiere datos dentro y fuera del anillo FDDI, además de construir los paquetes, reconoce las direcciones de las estaciones, la señal testigo y la generación y la verificación de la Secuencia de Verificación del Frame (FCS: *Frame Check Sequences*).
- Administración de estación (SMT: *Station Management*).
Se encarga principalmente de la configuración inicial del anillo FDDI y monitoreo del bit de error. Incluye la administración de la conexión y del anillo, así como sus funciones y servicios basados en frames.



FDDI dispone de 3 modos de transmisión:

Servicios asíncronos. El modo de anillo asíncrono se basa en el uso de un testigo mediante el cual cualquier estación puede acceder a la red. Este modo implica que no se establece prioridad sobre algún tipo de tráfico, lo que perjudica el tránsito sensible al tiempo.

Servicios síncronos. El modo de anillo síncrono con testigo permite realizar una priorización de tráfico sensible al tiempo, de modo que los paquetes lleguen dentro de unos márgenes de tiempo. Las capacidades síncronas deben añadirse a través de actualizaciones de software en la mayoría de las tarjetas FDDI existentes.

Servicio basado en circuitos. Este modo utilizado únicamente en FDDI-II, puede crear una línea de comunicación dedicada entre 2 estaciones de trabajo con un ancho de banda garantizado. Estos servicios de FDDI-II se proveen mediante la asignación de intervalos de tiempos regulares y repetidos durante la transmisión con el objeto de crear un canal de comunicación dedicado entre 2 estaciones. A este método se le denomina transmisión isócrona.





Comparación entre versiones de FDDI

Características	FDDI	FDDI-II	FFOL
Estado	Disponible	Por salir	Futuro
Madurez	Adulto	Prenatal	En proyecto
Complejidad	Media	Alta	Alta
Tasa de transmisión	100 Mbps	16 circuitos de 96 canales de 64Kbps c/u	155Mbps – 2.48Gbps
Medio de transmisión	Fibra óptica, UTP, STP	Fibra óptica	Fibra óptica
Tipo de transmisión	Asíncrona y síncrona	Asíncrona, síncrona e isócrona	Asíncrona, síncrona, isócrona y ATM
Tipo de información	Datos, algo de multimedia	Datos, imágenes, voz, audio y vídeo.	Datos, imágenes, voz, audio y vídeo.

Diferencias entre FDDI y FDDI-II

Ambos FDDI y FDDI-II corren a 100Mbps en fibra. FDDI puede transportar ambos tipos de frames asíncrono y síncrono. FDDI-II tiene un nuevo modo de operación llamado Modo Híbrido (HRC: *Hybrid Ring Control*), este modo usa una estructura de ciclo de 125µs para modo isócrono, en adición a los frames síncrono/asíncrono. FDDI-II soporta integradas capacidades de voz, video y datos, y por lo tanto expande el rango de aplicaciones de FDDI. Las estaciones FDDI y FDDI-II pueden ser operadas en el mismo anillo sólo en modo básico.

II.vi.2. Fast Ethernet (100 BaseT, IEEE 802.3u)

Ethernet es una tecnología popular entre las LAN, que usa CSMA/CD entre los clientes sobre una variedad de tipos de cable. Ethernet es pasivo, lo que significa que no requiere fuentes de poder para funcionar, de este modo no falla a menos que el cable sea físicamente cortado o impropriamente terminado (*patcheado*). Ethernet es configurada usando una topología bus, en la que el cable es terminado en ambos lados.

Usa múltiples protocolos de comunicación y puede conectar ambientes mezclados de computadoras, incluyendo Netware, Unix, Windows y Macintosh.

Método de Acceso

El método de acceso a la red usado para Ethernet es Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD, *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*), CSMA/CD es un conjunto de reglas que determina como los dispositivos de red responden cuando dos dispositivos intentan enviar datos en la red simultáneamente. La transmisión de datos por múltiples computadoras simultáneamente sobre la red causa una colisión. Cada computadora en la red, incluyendo clientes y servidores, checan el cable para el trafico de red. Solo cuando una computadora detecta que el cable esta libre y que no hay trafico en el cable, entonces envía los datos. Después de que la computadora comienza a transmitir datos en el cable, ninguna otra computadora puede trasmitir datos hasta que los datos originales lleguen a su destino y el cable este de nuevo libre. Después de detectar una colisión, el dispositivo espera un tiempo de retardo aleatorio y después intenta retransmitir el mensaje. Si el dispositivo detecta una colisión de nuevo, espera el doble del tiempo que tuvo que esperar en la primera retransmisión antes de tratar retransmitir de nuevo el mensaje.





Descripción Fast Ethernet

Cuando el comité de estandarización IEEE comenzó a trabajar en un sistema más rápido que Ethernet, presentó 2 propuestas. Una de ellas fue acelerar el sistema Ethernet original a 100Mbps, conservando el mecanismo de control de acceso al medio CSMA/CD. Esta propuesta se conoce como Fast Ethernet 100BASET. El estándar Fast Ethernet 100BASET es parte original 802.3.

La especificación Ethernet realiza las mismas funciones que la Capa Física y la Capa de Ligado de Datos para la comunicación de datos. Este diseño es la base para la especificación IEEE 802.3

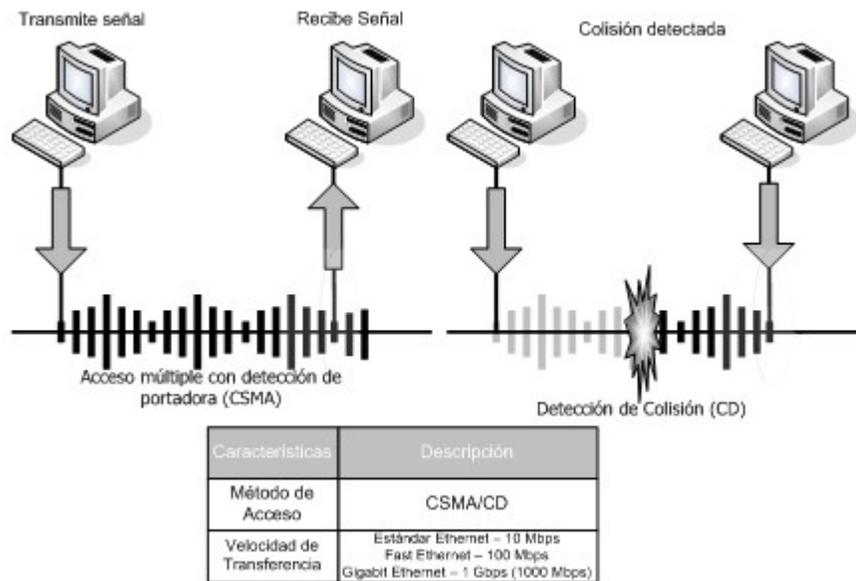


Figura 2.6.2 Ethernet y sus diferentes versiones

Elementos del sistema Ethernet

El sistema Ethernet consta de 3 elementos básicos:

1. El medio físico usado para transportar las señales Ethernet entre computadoras.
2. Un conjunto de reglas de control de acceso al medio fijadas en cada interfaz.
3. Una trama Ethernet que consta de un conjunto estandarizado de bits usado para transportar datos sobre el sistema.

Formato del Frame Ethernet

Ethernet fracciona los datos en frames. Un frame es un paquete de información transmitido como una simple unidad. El tamaño de un frame Ethernet esta entre 64 y 1518 bytes, pero el propio frame Ethernet usa por él mismo 18 bytes; por lo cual los datos en un frame Ethernet pueden ser entre 46 y 1500 bytes.





Campo del frame	Descripción
Preámbulo	Marca el inicio del frame
Destino y Fuente	Direcciones origen y destino
Tipo	Usado para identificar el protocolo de red (IP IPX)
Cyclical redundancy check (CRC)	Campo para la verificación de errores.

Operación de Ethernet

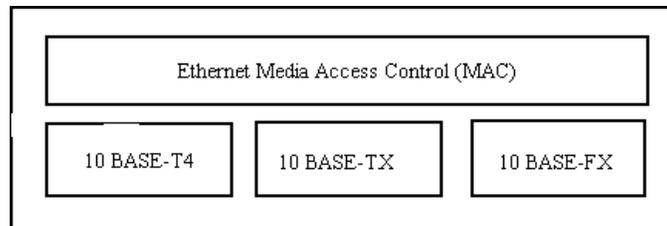
- Cada computadora equipada con Ethernet, opera independientemente de todas las otras estaciones en la red: no hay controlador central.
- Todas las estaciones son conectadas a un sistema de señalización compartido, llamado medio.
- Las señales de Ethernet se transmiten serialmente, un bit a la vez, sobre el canal de señales compartido para cualquier estación conectada.
- Para enviar datos a una estación primero escucha el canal, y cuando está desocupado la estación transmite sus datos en forma de una trama Ethernet o paquete.

Sistemas 100 Mbps

El sistema incrementa 10 veces la velocidad de los paquetes sobre el medio. Otros aspectos importantes del sistema es que el formato de la trama, la cantidad de datos que una trama puede llevar y el mecanismo de control de acceso al medio son iguales a Ethernet.

Las especificaciones de Fast Ethernet incluyen mecanismos para Auto-Negación de la velocidad. Esto hace posible la distribución de interfaces Ethernet dual-speed que puede instalarse y correr a 10 ó 100 Mbps automáticamente.

Existen 3 variedades de medio especificadas para transmitir:



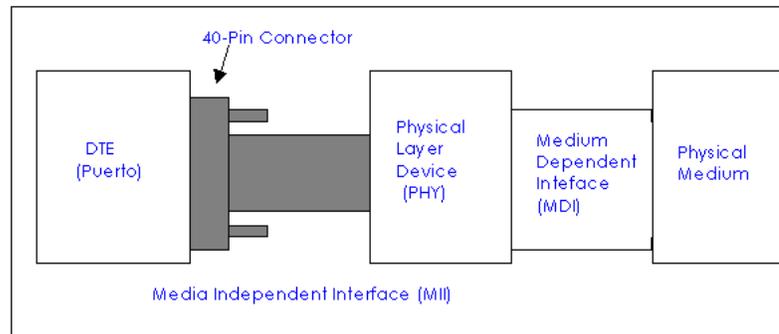
- El primer número, 100, establece la velocidad media de 100 Mbps.
- La parte "BASE" establece la banda base, la cual es un tipo de señalización que significa que las señales Ethernet son las únicas soportadas en el sistema.
- La 3ª parte del identificador provee una indicación del tipo de segmento:
 - El tipo de segmento "T4" es un segmento par trenzado que usa 4 pares de hilos par trenzado grado telefónico.
 - El tipo "TX" se refiere a par trenzado que usa 2 pares de hilos y se basa en el estándar de medio físico con grado de datos desarrollado por ANSI.
 - El segmento tipo "FX" es un segmento de enlace de fibra óptica basado en el estándar de medio físico desarrollado por ANSI y que usa 2 hilos de cable de fibra.





Componentes usados para la conexión 100Mbps

La figura es un diagrama de bloques de los componentes definidos en el estándar IEEE, que pueden usarse para hacer una conexión al sistema 100 Mbps.



Medio físico

Este puede ser cualquiera de los 3 tipos de medio 100Mbps. Se puede hacer una conexión al medio con la interfaz dependiente al medio, o MDI. Este es un conector par trenzado de 8 pines de fibra óptica en el sistema 100BASE-T.

Dispositivo de capa física

Puede ser un conjunto de circuitos integrados en lugar del puerto Ethernet de un dispositivo de red, o puede ser una pequeña caja equipada con un cable MII, como el *transceiver* exterior y cable *transceiver* usado en Ethernet 10 Mbps.

Interfaz independiente al medio (MII)

Es la especificación que provee a nivel MAC conectividad a 100BaseT. La interfaz MII define un camino por el cual el protocolo 100BaseT accede al medio físico de transmisión. En otras palabras MII describe una interfaz genérica 100BaseT que se puede conectar a un *transceiver* para que este a su vez se conecte a las especificaciones siguientes: 100BaseTX, 100BaseT4 o 100BaseFX; las cuales difieren en el medio usado. La especificación MII permite solo 1 metro de distancia entre la tarjeta de red y el *transceiver*.

Equipo terminal de datos o Computadora

El dispositivo conectado a la red se define como equipo terminal de datos (DTE) en el estándar IEEE. Cada DTE anexo es equipado con una interfaz Ethernet que provee una conexión al medio, y contiene los dispositivos electrónicos y software necesarios para desarrollar las funciones de control requeridas para enviar las tramas sobre el canal Ethernet. Esta interfaz está unida al medio usando equipo que puede incluir, un cable MII externo y un *transceiver* PHY con su asociado MDI (par trenzado RJ45 estilo Jack o conector de fibra óptica).

II.vi.3. 100 VG-Any LAN

En junio de 1995 el grupo IEEE certificó la especificación 100VG AnyLAN con el estándar 802.12. El protocolo 100VG AnyLAN referido también como Protocolo de Prioridad por Demanda (DDP: *Demand Priority Protocol*), es un estándar de red de área local (LAN) que busca proveer una alta velocidad a redes LAN de medio compartido; tratando de mantener el sistema de cableado existente de las redes actuales.





Método de Acceso

El protocolo de Acceso de Prioridad por Demanda que utiliza 100VG AnyLAN difiere del método CSMA/CD principalmente en que la transferencia de datos es controlada por el concentrador en lugar del adaptador de cada una de las estaciones y en que las colisiones son eliminadas porque a cada nodo se le garantiza un turno de envío de datos.

Teóricamente, este protocolo determinístico incrementa el ancho de banda disponible, al eliminar las colisiones y retransmisiones. Además de que tiene la habilidad de reconocer dos niveles de prioridad de petición de transmisión.

Las redes 100VG AnyLAN no llevan a cabo una contención por el medio de transmisión, por lo tanto, no tienen colisiones, siendo capaz de esta manera de manejar más cantidad de tráfico.

Topología

Las reglas de diseño aceptadas para las redes 100VG AnyLAN son un conjunto de las soportadas por Ethernet y Token Ring. Esto significa que cualquier topología Ethernet o Token Ring compuesta con tipo de medio par trenzado y fibra óptica puede ser duplicada utilizando componentes 100VG AnyLAN, sin cambiar de manera drástica la topología.

De hecho, la principal capacidad de 100VG AnyLAN es su influencia de la topología física en estrella que utiliza. Tomando ventaja de esta topología, 100VG AnyLAN utiliza la inteligencia de un concentrador para el mejor uso del manejo de la red, además del control de la red. El esquema de inteligencia central implementa una técnica de conmutación llamada "prioridad por demanda" Este método lleva a cabo un arbitraje de las peticiones de los nodos conectados para tener acceso a la red, construyendo de esta manera un control de flujo de manera natural que permite a 100VG AnyLAN minimizar la latencia de la red, minimizar el rendimiento y habilitar el soporte para las aplicaciones sensibles al tiempo, tales como multimedia.

La topología de una red 100VG AnyLAN debe ser una estrella física (con apariencia de árbol), sin ciclos ni ramas (figura 2.6.3.1). La pieza central de esta topología es un concentrador central o repetidor, referido comúnmente como concentrador raíz o concentrador de nivel 1, con un enlace conectado a cada uno de los nodos creando así la topología de estrella. Algunos componentes de la estructura de 100VG AnyLAN son *switches*, puentes y ruteadores.

Velocidad de Transmisión

La velocidad de transferencia en una red 100Vg Any LAN es de 100Mbps



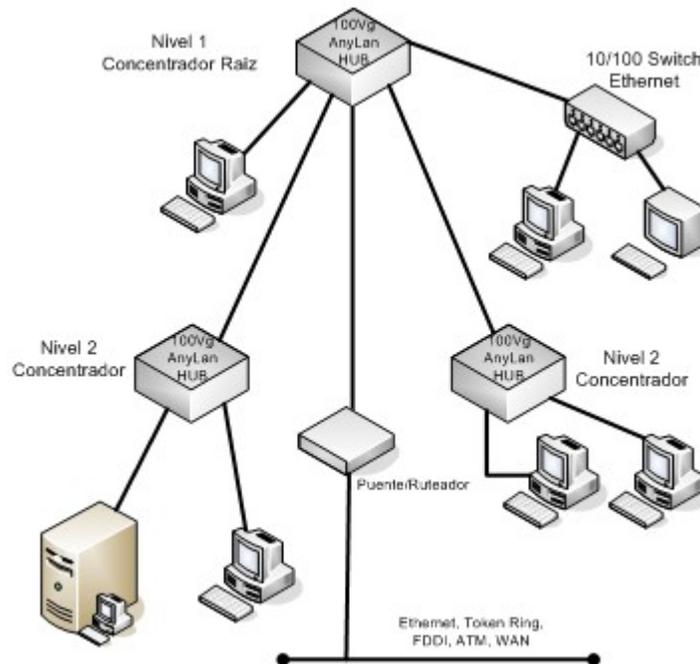


Figura 2.6.3.1 Topología de una red 100VG AnyLAN

El estándar 100VG AnyLAN puede soportar formatos de trama de los estándares Ethernet 802.3 y Token Ring 802.5. Pero no simultáneamente, por tal motivo, todos los concentradores localizados en el mismo segmento de red deberán ser configurados para manejar el mismo formato de trama.

El número máximo de niveles de concentradores en cascada soportado en una red 100VG AnyLAN es 5. Sin embargo, cada nivel de concentradores, acorta la máxima distancia permisible entre un concentrador raíz y un nodo final, a un kilómetro. No se debe tener más de 7 puentes o *switches* entre dos nodos de la red, esto debido al protocolo de árbol expandido 802.1d y no a una limitación del estándar 100VG AnyLAN.

La habilidad de garantizar un continuo e ininterrumpido ancho de banda es uno de los requerimientos críticos de red para un eficiente soporte de las aplicaciones sensibles al tiempo. Por medio de la priorización del tráfico de red y tomando ventaja del control de flujo que ofrece el método, 100VG AnyLAN es capaz de garantizar el ancho de banda para aplicaciones específicas a pesar de otro tráfico existente en la red.

La transmisión de paquetes de datos consiste de una serie de secuencias donde el lado de envío, es decir, el nodo de transferencia hace una petición de envío y por otro lado es reconocida por el puerto del concentrador al que se conecta dicha estación transmisora. Como se puede observar, la secuencia de envío de transmisión de un paquete de datos es a través de una petición del nodo terminal y controlado por el concentrador. Esto se explica de manera más detallada a continuación:

1. Si un nodo terminal, tiene un paquete de datos listo para enviarse, este transmite una petición de control con prioridad normal o una prioridad alta hacia el concentrador local del nivel. De otra manera, si no tiene datos para transmitir, el nodo terminal transmite una señal de control inactiva (*idle_Up control signal*).





2. El concentrador explora todos los puertos locales para determinar cuales nodos terminales piden petición de enviar un paquete y con que etiqueta de prioridad es la petición.
3. El concentrador selecciona el próximo nodo terminal con petición de prioridad alta pendiente. Los puertos son seleccionados en base al orden de puertos. Si no hay peticiones de prioridad alta pendientes, entonces el próximo puerto de prioridad normal es seleccionado (selección en base al orden de puerto y el nivel). Esta selección causa al puerto seleccionado a recibir la señal de Concesión (*the Grant signal*). La transmisión del paquete empieza una vez que el nodo terminal detecta la señal de Concesión.
4. El repetidor entonces envía una señal de arribo a todos los otros nodos finales, alertando a estos la posibilidad de un paquete de llegada. El concentrador decodifica la dirección de destino de la trama transmitida como esta siendo recibida.
5. Cuando un nodo terminal recibe la señal de control de "Arribo", este se prepara para recibir un paquete al parar la transmisión de petición y escucha el medio para el paquete de datos.
6. Una vez que el concentrador ha decodificado la dirección destino, el paquete es entregado a la dirección del nodo terminal o nodos terminales y a cualquier nodo en modo monitor (promiscuo). Aquellos nodos que no reciben el paquete de datos, reciben la señal baja inactiva (*idle down signal*) proveniente del concentrador.
7. Cuando el nodo o nodos terminales reciben el paquete de datos, ellos regresan a su estado anterior a la recepción del paquete de datos enviando una señal de inactivo (*idle Up*) o haciendo una petición para enviar el paquete de datos.

Este proceso es utilizado por el Protocolo de Prioridad por Demanda permitiendo a cada uno de los nodos terminales la transmisión de paquetes de datos hacia otros nodos.

100VG AnyLAN es igualmente eficaz para proveer una actualización tanto de Ethernet como de Token ring a partir de que maneja tramas tanto de Ethernet y Token ring. Ya que la operación del protocolo de prioridad por demanda es relativamente independiente del formato de trama específico, la prioridad por demanda puede transmitir tramas Token Ring como tramas Ethernet. Cuando 100VG AnyLAN es utilizado para actualizar porciones de una red Ethernet 10BaseT existente, un puente de igualación de velocidad (puente translacional) es todo lo necesario para conectar las subredes 10BaseT y 100VG AnyLAN. El puente almacena los paquetes de alta velocidad como estos van entrando a la red de baja velocidad. A partir de que la misma trama Ethernet puede ser usada sobre ambos tipos de subred, no es necesario un proceso de traducción.

De forma similar, cuando porciones de red Token Ring existentes son actualizadas a 100VG AnyLAN un puente de igualación de velocidades (puente translacional) es todo lo necesario para conectar las dos subredes. El mismo formato de trama Token Ring puede ser usado para las redes Token Ring y 100VG AnyLAN. Las verdaderas capacidades de integración de 100VG AnyLAN son mejor demostradas cuando 100VG AnyLAN es usado para actualizar un ambiente mixto de redes Token Ring y Ethernet. Las subredes Token Ring y Ethernet pueden ser actualizadas a 100VG AnyLAN individualmente compartiendo una infraestructura de hardware común. Estaciones individuales pueden continuar operando utilizando su formato de trama original, mientras transmiten información a 100 Mbps. Los servidores y otros recursos pueden ser configurados para aceptar y responder a paquetes tanto en formato Ethernet y Token Ring para la comunicación entre dos subredes independientes.





II.vi.4. Modo de Transferencia Asíncrono (ATM)

Hacia los años 80 se plantea la necesidad de integrar de una forma eficiente aplicaciones tan diversas como la telefonía, videoconferencia, transferencia de datos etc. mediante una única infraestructura de Red.

La RDSI-BA lo intenta mediante las redes de conmutación de circuitos y las redes de conmutación de paquetes, sin conseguirlo.

En el año 1988 la CCITT lo consigue definiendo las características del ATM (Modo de Transferencia Asíncrona).

Una red ATM es una red de switcheo de paquetes, que envía paquetes de longitudes fijas sobre las LAN's o las WAN's, en lugar de los paquetes de longitudes variables que emplean otras tecnologías (como *Frame Relay*²⁶). Los paquetes de longitud fija, o *celulas*, son paquetes de datos que contienen solo la información de la ruta básica que el paquete va a tomar, permitiendo a los dispositivos de switcheo distribuir o dirigir el paquete rápidamente. La comunicación ocurre sobre un sistema punto a punto que provee una ruta virtual y permanente de datos entre cada estación.

Usando ATM, se pueden enviar datos desde una oficina a una localidad externa o remota. Los datos viajan sobre la LAN por líneas digitales hacia un switch ATM y del switch hacia la red ATM. Después pasa por la red ATM y llega hasta otro switch ATM a su LAN destino.

Por su gran ancho de banda, ATM puede servir para:

- Voz
- Video en tiempo real
- CD con calidad de audio
- Datos de imágenes, como radiología en tiempo real
- Transmisión de datos en megabits.

Método de Acceso

Una red ATM usa el método de acceso punto a punto. Este método transfiere paquetes de longitud fija desde una computadora a otra, a través de equipos de switcheo ATM. Esto resulta en una tecnología que transmite, paquetes de datos compactos y pequeños a altas velocidades.

Características de ATM:

- Capacidad de integración de diversos tipos de tráfico.
- Asignación dinámica y flexible del ancho de banda.
- Emplea la técnica del multiplexado TDM estadístico o Asíncrono y la técnica de conmutación de paquetes. En este sistema los paquetes tendrán un tamaño fijo de 53 bytes y el modo de operación será circuito virtual.
- Minimizar el procesado de paquetes en la red, para lo cual no se realizara control de errores en nodos ATM.
- Realizarse mediante Hardware para conseguir una conmutación de paquetes rápida.
- Sus velocidades de transmisión van desde los 155Mbps hasta los 622Mbps.

²⁶ Frame Relay es otra tecnología de switcheo un poco similar a ATM., pues su método de acceso y su forma de operar es igual., La diferencia esta en que esta tecnología opera con paquetes de longitudes variables y a velocidad de transmisión dependerá de que tan rápido puedan viajar los datos sobre las líneas digitales.





LA CELULA ATM

En ATM a los paquetes se les denomina "Células", y son de 53 bytes de tamaño fijo.

Algunas razones para que este tamaño sea fijo y no variable son:

- El tamaño de la cabecera de los paquetes será menor
- Respecto a la velocidad de conmutación, el tiempo en conmutar con tamaño fijo es siempre constante mientras que si fuera variable variaría.
- Respecto a la memoria, siempre es peor almacenar paquetes de tamaño variable que si son fijos.
- A la hora de diseñar algoritmos, es mas sencillo hacerlo para paquetes de tamaño fijo.

Las redes basadas en el modo ATM son, redes de conmutación de células. Los *switches* ATM son *switches* de paquetes optimizados para operar a velocidades elevadas. A su vez, los *switches* ATM aprovechan las elevadas velocidades de transmisión que proporcionan los diversos estándares físicos existentes, tales como SDH/SONET.

CONMUTACIÓN ATM

Los nodos de conmutación empleados en las redes basadas en el modo ATM (*switches* ATM), son nodos de conmutación de paquetes que operan en modo circuito virtual.

Modo de Circuito Virtual

- Cada paquete contiene en su cabecera la información de direccionamiento resumida, que por si sola no identifica su destino, necesita una información complementaria. Esta información de direccionamiento se denomina VCI (identificador de circuito virtual)
- La información que genera la tabla de encaminamiento es la del puerto de salida por el que vamos a transmitir el paquete, y el VCI se sustituye por el que se indica en la tabla de encaminamiento paquete.

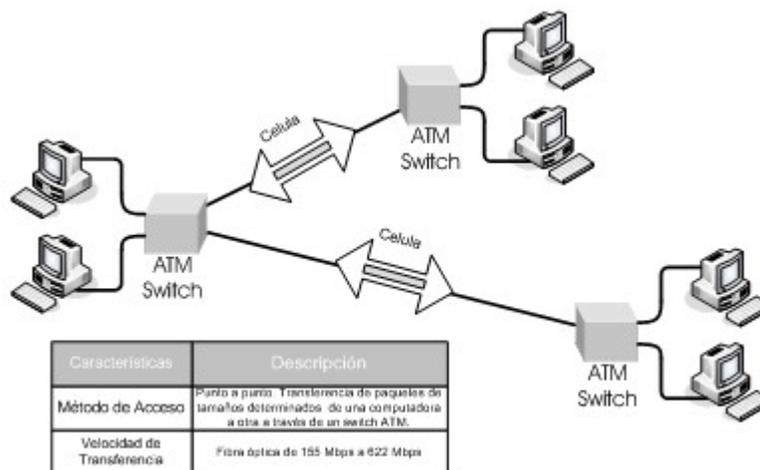


Figura 2.6.4.1 Red ATM





MEDIOS FÍSICOS EN ATM

Las células ATM que se generan en los terminales, son conmutadas por los *switches* ATM y son recibidas por otros terminales.

Tanto la generación como la conmutación son procesos asíncronos, en virtud del modo de transferencia que se aplica.

La normalización de la capa física en la RDSI-BA ha seguido la siguiente estructuración en subcapas:

- Subcapa de Convergencia de la Transmisión (*Transmission Convergence, TC*)
- Subcapa dependiente del Medio Físico (*Physical Medium Dependent, PMD*)

PROTOCOLO ATM.

El protocolo ATM consiste en 3 capas básicas:

1) Capa Física (*Physical Layer*).

Tiene 2 subcapas:

- PDM (*Physical Medium Dependent*)
- TC (*Transmission Convergence*)

2) Capa ATM.

Según los comités de estándares se han definido dos tipos de cabeceras:

- UNI ó *User to Network Interface*
- NNI ó *Network to Network Interface*
-

3) Capa de Adaptación de ATM (*AAL, ATM Adaptation Layer*).

El UIT-T normalizó únicamente combinaciones de subcapas SAR y CPCS, a las que denominó Tipos de AAL. En la actualidad, hay normalizados los siguientes protocolos AAL:

- Protocolo AAL tipo 1
- Protocolo AAL tipo 2
- Protocolo AAL tipo $\frac{3}{4}$
- Protocolo AAL tipo 5

Control de Tráfico en ATM.

Una red ATM necesita capacidades para trabajar con distintas clases de servicio con errores potenciales en la red en cualquier momento.

La red debería tener las siguientes capacidades de control de tráfico:

- Control de admisión de conexión.
- Parámetros para control de uso y control de la red.
- Control de prioridad.
- *Traffic shapping*.
- Control de congestión.





II.vi.5. Gigabit Ethernet

Desde los comienzos de los años 70, Ethernet ha sido el protocolo de networking dominante. oA tenido el mayor número de puertos instalados proveyendo el mejor *performance* (desempeño) en relación a Token Ring, FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) y ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) para conexiones *desktop*. Fast Ethernet, que incrementa la velocidad de Ethernet desde 10 Mbps a 100 Mbps, es una opción simple para *backbones* y conexiones de *servers*.

Gigabit Ethernet es por ahora el más alto protocolo de Ethernet que incrementa 10 veces la velocidad de Fast Ethernet a 1000 Mbps o 1 Gbps.

La aparición de aplicaciones de tipo intranet pronostica una migración a nuevos tipos de datos, incluso vídeo y voz. Antes se pensaba que el vídeo podría requerir una tecnología de gestión de redes diferente, diseñada específicamente para la multimedia. Pero hoy es posible mezclar datos y vídeo sobre Ethernet a través de una combinación de:

- Aumentos del ancho de banda proporcionados por Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, reforzados por LAN's conmutadas.
- La aparición de nuevos protocolos, como RSVP, que proporcionan la reserva del ancho de banda.
- La aparición de nuevas normas como 802.1Q y/o 802.1p que proporcionará VLAN's y la información de prioridad explícita para los paquetes en la red.
- El uso extendido de compresión de vídeo avanzada, como MPEG-2.
- Estas tecnologías y protocolos se combinan para hacer a Gigabit Ethernet una solución sumamente atractiva para la entrega de vídeo y tráfico multimedia.

Estándar Gigabit Ethernet

La norma original Ethernet, IEEE 802.3, emitida en 1985, con el tiempo a evolucionado y varias nuevas tecnologías Ethernet las cuales han sido sumadas y están amparados por 802.3. Por ejemplo, la norma 10Base-T (10 Mbps) fue aprobada en 1990 y la norma 100Base-T (100 Mbps) fue aprobada en 1995. La IEEE 802.3 y sus directivas soportan una variedad de medios físicos, que incluyen, ambos cables coaxiales 50 y 75 W, cable de par trenzado y fibra óptica. Para aplicaciones de Gigabit Ethernet, dos comités de la IEEE han estado trabajando rápidamente para el desarrollar una nueva norma. En Junio de 1998, el equipo de trabajo 802.3z de la IEEE ratifico la norma propuesta que define Gigabit Ethernet sobre fibra óptica. El campo de aplicación de la norma incluye fibra multimodo y monomodo y láser de banda corta y larga.

Las características que se deseaban y se tomaron en cuenta al hacer el estándar fueron las siguientes:

- Compatibilidad con Ethernet y Fast Ethernet: Uno de los aspectos mas importantes era que se mantuviera la compatibilidad con las especificaciones de Ethernet, para así no tener que cambiar todos los programas y protocolos ya implementados, sino poder seguir usando los mismos. Entre los aspectos de Ethernet que se deseaban mantener iguales están: el formato del frame, el tamaño mínimo y máximo de un frame (64 bytes y 1514 bytes) y el protocolo CSMA/CD.
- Se deseaba también que el estándar soportara varios distintos medios físicos, especialmente fibra óptica y cable de cobre.



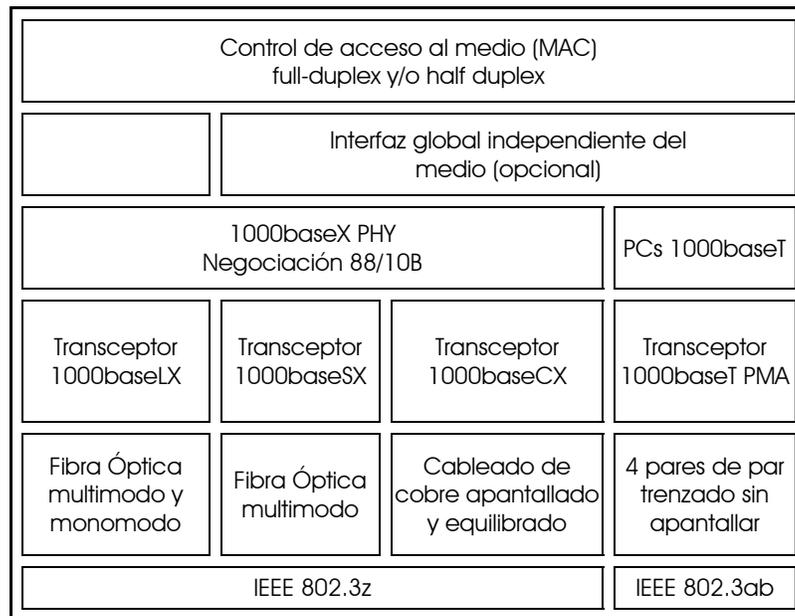


IEEE 802.3ab - el estándar para reutilizar el cableado cat. 5

El cableado cat. 5 es en estos momentos el estándar predominante para LANs, y se emplea de forma abrumadora frente a otros tipos de cable tales como la fibra óptica, coaxial delgado y cat. 6. Para poder reutilizar el cableado que ya existe en las redes y alcanzar 1 Gbps, la IEEE impuso el estándar 802.3ab, con transceptores²⁷ 1000baseT, para cableado de par trenzado sin apantallar, utilizando 4 pares y cat. 5, a una distancia máxima de 400 metros.

Ethernet Gigabit cubre las dos capas inferiores de la pila OSI, que son los niveles físico y de enlace de datos:

Estándar de arquitectura Gigabit Ethernet



Tipos de Medios usados en Gigabit Ethernet:

Half Duplex - Full Duplex:

Cuando se creo Ethernet, se definió un sólo tipo de conexión (half-duplex), en la cual todas las máquinas hablan en un mismo medio compartido, y solo una puede escribir a la vez (o sino se crean colisiones, las cuales son manejadas por CSMA/CD). Con el avance de la tecnología y la aparición de los *switches*, se observó la presencia de muchos enlaces punto a punto (como una conexión *switch* <-> *switch*), en los cuales realmente era innecesario utilizar CSMA/CD, ya que era mucho mas eficiente establecer un enlace bidireccional (lo cual no se puede cuando no es punto a punto).

Debido a esto, cuando salió el estándar de Fast Ethernet (IEEE 802.3u), se incluyó como una de las funcionalidades adicionales el tipo de conexión Full-Duplex. Las ventajas de Full-Duplex sobre half-duplex son que no existen colisiones (no es necesario usar CSMA/CD), y además se tiene el doble del ancho de banda (se puede enviar y recibir simultáneamente).

²⁷ Transceptor, es un dispositivo que sirve para cambiar de medio, por un lado tiene un conector del tipo AUI y por el otro un conector de cualquier medio. (fibra óptica, RJ45, Coaxial, AUI)





Se pueden dar básicamente tres casos en los que los enlaces se pueden establecer como Full-Duplex: cuando se conecta un *switch* con otro *switch*, cuando se conecta un *switch* con una sola máquina (generalmente esto se hace en los casos de servidores), y cuando se conecta una sola máquina con una sola máquina (caso poco común de Ethernet).

Gigabit Ethernet, siguiendo los pasos de Fast Ethernet, también da soporte a conexiones Half-Duplex y Full-Duplex. Pero debido a que en por ahora Gigabit Ethernet es pensado más que todo para backbones y conexiones a servidores, muchos de los equipos disponibles hoy en día soportan solo el modo de Full-Duplex.

Buffered Distributor:

Este aparato surgió a la par con Gigabit Ethernet, y su función fundamental es combinar la tecnología de enlaces full-duplex con la funcionalidad de un *Hub*. El Buffered Distributor también es conocido como "Full-Duplex *Repeater*" (repetidor Full-Duplex).

En el esquema de funcionamiento del *Buffered Distributor* la idea es que cada nodo (*host*) posee un enlace Full-Duplex con el *Buffered Distributor*, por lo tanto puede enviar y recibir frames simultáneamente. El *Buffered Distributor* posee dos colas asociadas a cada *host*, una cola de entrada y una de salida. Cuando el *host* manda un paquete, este se guarda en la cola de entrada, y espera a ser enviado por el switch core, el cual es el dominio de colisión (usa CSMA/CD). Si un paquete de la cola de entrada logra ser enviado por el core sin que haya habido una colisión, el paquete se remueve de la cola. Si ocurre una colisión, el paquete no se elimina de la cola, y se hace posteriores intentos para enviarlo. Cuando un paquete se transmite, se envía a todos los puertos menos al que lo generó, y se guarda en todas las colas de salida. Luego, el que lo necesite lo procesará y el que no lo desechará.

Con este esquema puede surgir el problema de que algún *host* puede sobrepasar la capacidad de la cola de entrada del *Distributor*, o el *Distributor* puede sobrepasar la capacidad de recepción del *host*. Para evitar esto, se usa un mecanismo de control de flujo, especificado en el estándar IEEE 802.3x. Con este mecanismo, si alguno de los dos (*host* o *Distributor*) está sobrecargándose, envía un mensaje al otro indicándole que deje de enviar hasta nuevo aviso.

Las dos ventajas principales de usar un *Buffered Distributor* en vez de un *Hub* son:

- Todos los enlaces son Full-Duplex: Los *hosts* pueden enviar y recibir simultáneamente.
- Ya no se aplica la restricción de máximo diámetro de la red impuesta por CSMA/CD (200 mts), porque el único lugar donde se utiliza CSMA/CD es dentro del *Buffered Distributor*. Por lo tanto, las distancias de las máquinas al *Buffered Distributor* sólo están limitadas por la capacidad física del medio.

Gigabit Ethernet soporta nuevos modos de operación Full-Duplex para conexiones *switch-switch* y conexiones *switch-estación* y modos de operación Half-Duplex para conexiones compartidas que usan repetidores y los métodos de acceso CSMA/CD. Inicialmente operando sobre fibra óptica, Gigabit Ethernet también podrá usar cableados de par trenzado sin apantallar (UTP) y coaxiales de Categoría 5.





Gigabit Ethernet Sobre Fibra Óptica

En junio de 1998, la IEEE aprobó un estándar Gigabit Ethernet sobre cable de fibra óptica (IEEE 802.3z) publicando el documento EIA/TIA 568 B.3. En este documento se encuentra el contenido técnico para cableados de fibra óptica referenciados por la TIA 568-B.1, especificando los componentes y requerimientos de transmisión para sistemas de cableado de fibra óptica (ej. conectores y cables).

Con la aprobación de 802.3z, las empresas podían hacer uso de una tecnología probada y estandarizada para mejorar el flujo de tráfico en áreas de red congestionadas. No obstante, la creación de una red de cable de fibra óptica presenta sus problemas. Tener que volver a cablear un edificio es difícil y, por lo tanto, caro. Las ventajas de Gigabit Ethernet quedaron fuera del alcance de la mayoría de las empresas por sus costes.

La especificación de Gigabit Ethernet en principio necesitará 3 medios de transmisión: onda larga (LW) láser en modo simple y fibra multimodo (conocido como 1000 Base LX) y onda corta (SW) láser en fibra multimodo (1000 Base SX). El 1000 Base CX permite la transmisiones sobre cable de cobre apantallado de 150 ohm. El comité IEEE estudió también el uso de UTP para la transmisión de Gigabit Ethernet (1000 Base T).

La especificación PMD (*physical medium dependent*) de Fiber Channel actualmente permite la transmisión de 1,062 baudios en full duplex. Gigabit Ethernet incrementará esta tasa de transmisión a 1,25 Gbps.

En el estándar IEEE 802.3z se definieron tres tipos de medios:

- 1000Base-SX: Fibra multimodo con un láser de 850nm.
- 1000Base-LX: Fibra multimodo o monomodo con un láser de 1300nm.
- 1000Base-CX: Cable de cobre (*Shielded Twisted Pair*).

Gigabit Ethernet Sobre Cable de Par Trenzado

En junio de 1999, la IEEE aprobó 802.3ab, una nueva norma para Gigabit Ethernet sobre cobre, una tecnología conocida como 1000BASE-T para poder correr Gigabit Ethernet sobre cableado de cobre de Categoría 5. Antes de su llegada en 1999 de este estándar IEEE 802.3ab, Ethernet a 1000 Mbps sólo era posible sobre fibra óptica monomodo (1000Base-LX), fibra multimodo (1000Base-CX) y cobre apantallado, utilizado para interconectar cuartos de equipo (MDF's). 1000Base-T ofrece ahora un medio de migración simple y económica desde redes Ethernet/Fast Ethernet hacia Gigabit Ethernet al permitir la transmisión de 250 Mbps por cada uno de los cuatro pares trenzados no apantallados.

Categoría 5 y 5e (5 mejorada)

TIA/EIA 568 especifica categorías del cable UTP únicamente. Cada uno está basado en la habilidad del cable para el mínimo apoyo y la capacidad máxima de rendimiento.

Hasta hace poco tiempo, la Categoría 5 estaba catalogada por los estándares de TIA/EIA como el más alto grado o capacidad, capaz de soportar velocidades de Red de 100 Mbps y transmisión de voz y datos con frecuencias hasta de 100 Mhz. Hoy en día existe también la categoría 5e liberada en el documento A-5 en Noviembre de 1999 por





la EIA/TIA 568 que permite con capacidades y frecuencias también desde los 100 Mhz permitiendo velocidades desde los 100 Mbps hasta los 1000 Mbps (Gigabit)

Las designaciones de las categorías están determinadas por el rendimiento de UTP. A 100 Mhz, el cable de Categoría 5 debería tener NEXT de 32 dB/ 304.8 y un índice de atenuación de 67dB/304.8 m. Para cumplir con el estándar, los cables deben tener las mínimas especificaciones.

Con la categoría 5 instalada adecuadamente, se puede esperar el máximo rendimiento, la cual de acuerdo con el estándar es igual a la velocidad de transferencia más alta de 100 Mbps.

Gigabit Ethernet logra 1000 Mbps al utilizar los 4 pares del Cable Categoría 5. Cada par maneja 250 Mbps utilizando un esquema de transmisión bidireccional simultáneamente.

Debido a que las especificaciones de Categoría 5 no definen todos los parámetros eléctricos para el total apoyo de 1000Base-T, otros componentes y recomendaciones han sido desarrollados para el desempeño del *link*²⁸ y el *channel*²⁹ (categoría 5e y 6). Estos valores han sido establecidos para caracterizar la base instalada de cableado Categoría 5 contra estos parámetros. Los nuevos parámetros del *channel* son:

- *Channel Return Loss* (RL) – es la razón de potencia de la señal transmitida en el sistema con respecto a la potencia reflejada. Cada cambio de impedancia a lo largo del canal causa que una parte de la señal sea reflejada, mide la energía reflejada debido a cambios en la impedancia con respecto a un nivel de 100 ohms.
- *Equal-Level Far End Cross Talk* (ELFEXT) – es un resultado calculado. Se obtiene restando la ATENUACION del par inducido al FEXT que este par induce en los pares adyacentes.
- *Power Sum Equal-Level Far End Cross Talk* (PSELFEXT) – es realmente un calculo no una medida. Se deriva de una suma algebraica. De los efectos de ELFEXT individuales en cada par a los otros 3 pares. Por lo que hay 4 resultados de PSEÑFEXT para cada extremo del cable medido.

Las normas propuestas para categoría 5e especificadas en el EIA/TIA 568-A-5 aprobadas en Noviembre de 1999, reconocen los rápidos avances en el cableado y tecnología de componentes y estas se convertirán en la norma de la TIA para los nuevos proyectos de cable UTP diseñados para aplicaciones 1000 Base-T. Los *channels* de Categoría 5e incluyen el parámetro adicional PSELFEXT, con una más rigurosa inmunidad contra interferencias externas (NEXT) y límites de la degradación de la señal (RL) de múltiples interferencias, en medios totalmente bidireccionales como 1000Base-T y son totalmente capaces de trabajar con versiones anteriores de *channels* Categoría 5.

Categoría 6 y 7

El 24 de junio de 2002, el comité de la TIA TR-42.7 *Copper Cabling Comité* aprobó la publicación del estándar categoría 6 EIA/TIA 568-B con el adendum ANSI/TIA/EIA-568-B.1 publicado en el segundo trimestre del 2001.

²⁸ Link, se refiere al enlace desde el Jack hasta el panel de parcheo (IDF o MDF)

²⁹ Channel, se refiere a los cordones o cables hechos en fábrica, puede ser channel de fibra o channel de UTP.





El estándar especifica todos los objetivos originales establecidos por el TR-42.1 (formalmente TR-41.8.1) del proyecto PN-3727, incluyendo:

- Compatibilidad con las categorías 5e, 5 y 3
- Estandarización que permite que productos de diferentes fabricantes operen en conjunto
- Compatibilidad entre el enchufe del *patch cord* y el Jack RJ-45
- Especificación completa incluyendo ensayo de componentes, *patch cords*, canal y *permanent link*
- Dos veces la anchura de banda de la categoría 5e con PSACR positivo hasta 200 MHz
- Todas las especificaciones para componentes y cableado ensayadas hasta 250 MHz

COMPARACION DE LA CATEGORIA 5, 5e Y 6

	TIA 568-A (jun 95) 100 Mhz (dB)	TIA 568 A-5 (nov 99) 100 Mhz (dB)	TIA 568 B.1 (jun 02) 100 Mhz (dB)
ATENUACION (IL) *			
Cable	22,0	22,0	19,8
Conector	0,4	0,4	0,2
Canal	24,0	24,0	21,3
NEXT **			
Cable	32,3	35,3	44,3
Conector	40,0	43,0	54,0
Canal	27,1	30,1	39,9
ELFEXT **			
Cable	No especificado	23,8	27,8
Conector	No especificado	35,1	43,1
Canal	No especificado	17,4	23,3
PERDIDA DE RETORNO **			
Cable	16,0	20,1	20,1
Conector	14,0	20,0	24,0
Canal	8,0	10,0	12,0

* Quanto más bajo, mejor ** Quanto más alto, mejor

También es dentro de esta categoría donde se especifica el *Delay Skew*³⁰ y se especifica el *Return Loss* para soportar protocolos bidireccionales. El NEXT y el *Return Loss* del material de los cordones es importante y se especifica explícitamente. Se definen Probadores en Campo Nivel IIe (*scanners*). Se da la pauta par un mejor NEXT e *Insertion Loss*³¹. Los requerimientos de ELFEXT se incluyen para Gigabit Ethernet y para futuros protocolos de señales multipar.

Se establecen también, niveles de desempeño para la categoría 5e, el uso de fibra 50/125mm y la autorización de usar conectores de fibra diferentes al conector SC. A partir de aquí se elimina cualquier soporte a la categoría 5 en el cableado horizontal, por lo que la categoría 5e se convierte en el nivel de desempeño mínimo aceptado cuando se habla de cableado estructurado.

Con todos estos requerimientos y definiciones, la categoría 5 quedará obsoleta con la publicación del estándar ANSI/EIA/TIA 568-B.1

La categoría 7 por su parte es una nueva generación de cables que promete al menos el doble de ancho de banda del Cable Categoría 5. El cable de Nivel 7 debe poder

³⁰ Delay Squew es la diferencia de retardo de propagación entre el par mas rápido y el par mas lento en un cable UTP. Algunos cables emplean diferentes materiales de aislantes para cada par. Además las diferentes razones de trenzado contribuyen a que exista este efecto.

³¹ Insertion Loss, es la perdida resultante de la inserción de un dispositivo (ej. regleta) en la línea de transmisión, expresada como la razón reciproca de la potencia de la señal después del dispositivo con respecto a la potencia de la señal antes del dispositivo, y se expresa en dB.





soportar Gigabit Ethernet a 100m, alcanzar al menos 10 dB en ACR a 200 Mhz, y soportar niveles de PSNEXT superiores a los de los cables de Nivel 6. Hasta el momento solo existen documentos preliminares.

Capas de Gigabit Ethernet:

El estándar Gigabit Ethernet, al igual que los otros estándares existentes de Ethernet, especifica el funcionamiento de las dos capas mas bajas del modelo OSI. Estas capas son la capa física y la capa de enlace. Todos los estándares de Ethernet dividen la capa de *Data Link* en dos subcapas: LLC (*Link Layer Control*) y MAC (*Medium Access Control*). Para mantener la compatibilidad con Ethernet y Fast Ethernet, la capa LLC no se modificó en el nuevo estándar, y a la capa MAC sólo se le hicieron pequeñas modificaciones.

En vez de tratar de definir unos estándares desde cero para especificar la capa física, se utilizaron las dos capas inferiores del estándar ANSI X3T11 (*Fiber Channel*). *Fiber Channel* es un estándar que ya lleva varios años en vigencia, y se realizó con el objetivo de definir vías para comunicar datos a altas velocidades. Al principio se pensó sólo para fibra, pero luego se agregó la comunicación por cable de cobre.

Gigabit Ethernet usa el mismo LLC que Ethernet y el mismo MAC (con unos pequeños cambios), pero la capa física la toma de las dos capas mas bajas de *Fiber Channel*.

- La capa FC-0 de *Fiber Channel* especifica todos los posibles tipos de conectores, aparatos y cables que se pueden utilizar para llegar a ciertas velocidades de transmisión. Es decir, FC-0 define todo lo relativo a la capa física.
- La capa FC-1 de *Fiber Channel*, especifica la codificación / decodificación que se tiene que realizar para enviar de manera optima los datos a través de cada tipo distinto de medio. En el caso de fibra óptica, se usa una codificación creada por IBM llamada 8b/10b. Esta codificación toma una secuencias de 8 bits y las transforma en secuencias de 10 bits, cada una de las cuales debe tener una de estas tres formas: 5 ceros y 5 unos, 4 ceros y 6 unos y 6 ceros y 4 unos. La idea es balancear el número de ceros y unos de manera de eliminar el componente DC. Adicionalmente, el esquema de codificación 8b/10b permite enviar un tipo especial de mensajes de control, que se utilizan para implementar varias opciones de Gigabit Ethernet, como *Carrier Extension* y *Frame Bursting*.

El *Serializer/Deserializer* es una capa que se agrega para poder poner en serie los datos que llegan y adaptarla al esquema de codificación (es el responsable de dar soporte a múltiples esquemas de codificación y permitiendo la presentación de estos esquemas a los niveles superiores). Por ejemplo para 8b/10b, el *Serializer/Deserializer* se encarga de juntar todos los bits que llegan en cadenas de 10bits y enviarlas al decodificador.

Capa MAC en Gigabit Ethernet:

Al igual que sus antecesores (Fast Ethernet y Ethernet), en Gigabit Ethernet la capa de control de acceso al medio es la encargada de construir la trama que luego va ser transmitida. Pero la velocidad en la que se transmite dicha trama trae complicaciones que a los otros estándares (en especial Fast Ethernet) no le era de suma importancia.

La máxima distancia a la que se pueden encontrar 2 máquinas conectadas a través de Ethernet (10Mbps) era de 2500 m, este hecho obligaba que la longitud mínima





necesaria de una trama para que el emisor se diera cuenta que ocurrió una colisión y pueda tomar las acciones pertinentes (CSMA/CD) fuera de 64 bytes. Luego cuando surgió Fast-Ethernet, cuya velocidad era de 100Mbps obligó a reducir el tamaño entre las 2 máquinas más lejanas a 250 m. porque se decidió mantener el tamaño de la trama mínima en 64 bytes. Ahora con Gb-Ethernet, si se dejara el tamaño igual, la distancia se reduciría a 25 mts., el cual es un valor insuficiente en las exigencias del mundo actual. Entonces se prefirió aumentar el tamaño de la trama a 512 bytes.

El proceso de "rellenar" a una trama para que cumpla con los 512 bytes requeridos se conoce como *Carrier Extension*. El problema que surge al utilizar este método, es que cuando hay que enviar gran cantidad de tramas pequeñas (~ 64 bytes) el rendimiento de la red se degrada hasta ser sólo un poco mejor que Fast Ethernet, cosa inaceptable dada la amplia superioridad en tasa de transmisión que GE posee. Este problema se resuelve con una técnica llamada *Frame bursting* (o envío de tramas en ráfagas).

Lo que hace el *frame bursting* es establecer un tamaño de ráfaga de 1500 bytes que va a representar la máxima cantidad de datos que Gigabit Ethernet puede enviar por vez cuando oye el canal. Luego si se tiene que enviar una trama que ocupe menos de 512 bytes, el método completa (rellena) con la cantidad de bytes que hagan falta para llegar al mínimo, y completa el resto de la ráfaga con otras tramas hasta llegar al máximo (1500 bytes) colocando bytes separadores entre cada una de las tramas.

Lo explicado anteriormente resuelve varios puntos, el primero es la inutilización de la tasa de transmisión cuando las tramas son pequeñas, ya que en vez de tratar de acceder al medio por una sola trama cuyo 80% es basura, hago uso del medio en el peor de los casos de 3 de estas tramas. El segundo es que este método o técnica no crea inanición (creada por uno de los miembros de la red al no ceder control del medio) porque cada entidad tiene un tiempo máximo de control del medio, asociado con el tamaño de ráfaga antes mencionado.

Protocolo RSVP:

Debido al crecimiento acelerado del tráfico generado por aplicaciones multimedia, los distintos protocolos de transporte de datos tienen que ser capaces de manejar de forma especial esta delicada clase de tráfico, y Gigabit Ethernet no es la excepción.

Existen un conjunto de características o condiciones necesarias para garantizar que la información multimedia viaje y llegue a su destino como fue pensado que ocurriera, este conjunto de condiciones se conoce con el nombre de *Quality of Service* (QoS). En otras palabras, cuando un protocolo ofrece QoS, está diciendo que todas las condiciones como *jitter*, *delay*, tasa de transmisión están en capacidad de satisfacer las necesidades de las aplicaciones.

Debido a como fue concebida toda la familia Ethernet, basada en el principio de transmisión de *best-effort*, a cualquiera de los miembros de dicha familia le es imposible garantizar el cumplimiento de un QoS. En lugar de esto, lo que hace Gigabit Ethernet es ofrecer que él va a hacer su mejor esfuerzo para cumplir alguna de las condiciones que garantiza QoS mas no todas. Esto es llamado *Class of Service* (Cos).

Básicamente lo que hace RSVP es obtener las tablas de enrutamiento, luego cuando una aplicación necesite algún CoS, envía un paquete RSVP que se encarga de establecer (reservar) los recursos que la aplicación requiere a lo largo de la ruta. Asumiendo que se puede satisfacer el CoS requerido se establece una sesión que no es





mas que el flujo de paquetes con su prioridad particular con una dirección fuente y destino en común.

RSVP divide el tipo de tráfico de la red en 3 tipos distintos:

- Best-Effort: Es el tráfico tradicional IP (no multimedia). Es generado por transferencias de archivos y la clase de servicio que se ofrece para este tráfico es llamado *best-effort service*.
- Rate-Sensitive: Es el tráfico que está dispuesto a perder puntualidad por una tasa de transmisión garantizada como una video conferencia diseñada para ISDN. El servicio brindado es llamado *guaranteed bit-rate service*.
- Delay-Sensitive: Es el tráfico que requiere puntualidad de entrega y adecua su tasa de transmisión acorde a la puntualidad como el formato de transmisión de video MPEG-II, en el que como tiene 2 tipos diferentes de tramas es extremadamente necesario para el receptor que la tramas lleguen cuando y en el orden en que son esperadas. Este servicio se conoce como Predictive Service.

Topologías Típicas al cambiar hacia una red Gigabit Ethernet:

Existen cuatro casos bastante frecuentes que se presentan al cambiar cierta red para adaptarla completa o en parte a Gigabit Ethernet. A continuación se presentan estos casos:

- 1) Cambio de Link (enlace) *Switch* <-> *Switch*: En Este caso el único cambio que se hace es en los *switches* mismos.
- 2) Cambio de Link *Switch* <-> Servidor: En este caso, se necesita cambiar el *switch* y cambiar la tarjeta de red en el servidor.
- 3) Cambio de *Backbone*: Cuando se tienen unos *switches* que forman un *backbone*, se tienen que cambiar todos para poder incrementar la capacidad de la red.
- 4) Caso de *High Performance Workstations*: En este caso, se desea tener un enlace Gigabit Ethernet en cada uno de los *hosts*. Por lo tanto se debe cambiar el *switch* (o *hub*), y se tienen que agregar tarjetas de red en cada uno de los *hosts*.

Migración a Gigabit Ethernet:

Hay varias formas en las que Gigabit Ethernet puede incrementar el ancho de banda y la capacidad de la red. Primero, Gigabit Ethernet puede usarse para mejorar el performance (desempeño) del nivel dos. Aquí, el *throughput* de Gigabit Ethernet se usa para eliminar los cuellos de botella del nivel dos.

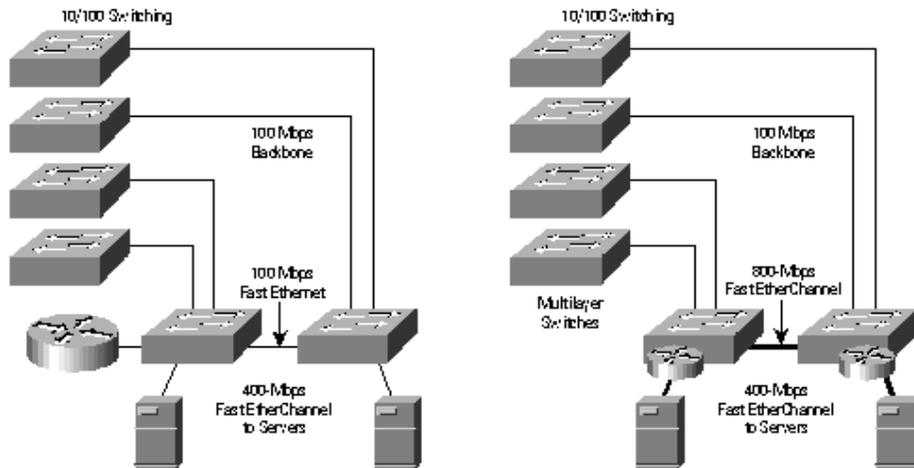
Escalando ancho de banda con Fast Ethernet y Gigabit EtherChannel:

Fast Ethernet *Channel* permite el agrupamiento de hasta 4 puertos, para conseguir un ancho de banda de 800Mbps. Tiene soporte para fabricantes de tarjetas NIC, tales como Sun Microsystems, Intel, SGI, Compaq, y Adaptec.





Migración de topología Fast EtherChannel

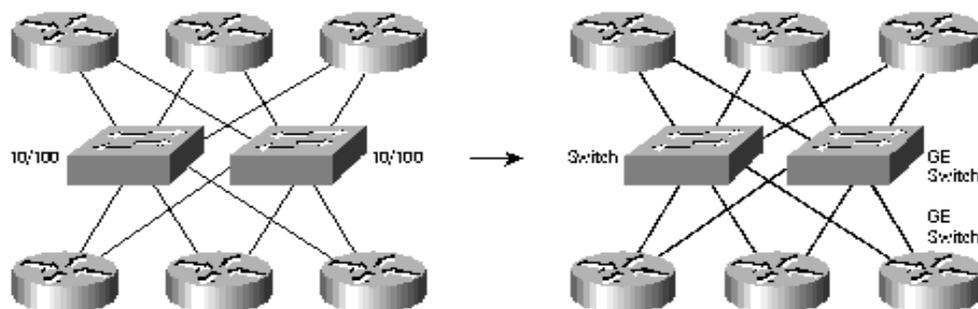


Uno de los beneficios de la tecnología de Fast EtherChannel es que puede ser fácilmente portado a Gigabit EtherChannel.

Escalando Backbones Ruteados

Muchas redes de gran escala usan un conjunto de ruteadores entrelazados para formar un backbone de red redundante. Este backbone típicamente consiste en FDDI, Fast Ethernet, o ATM. Sin embargo, a medida que los diseños de red utilizan más *switches* con enlaces hacia estos ruteadores, se puede crear un cuello de botella en el diseño. Mientras esto actualmente puede ser un problema, la migración de servicios desde el grupo de trabajo hacia la empresa puede llevar a un menor *performance*.

Escalando un backbone ruteado con nivel 2 switchable

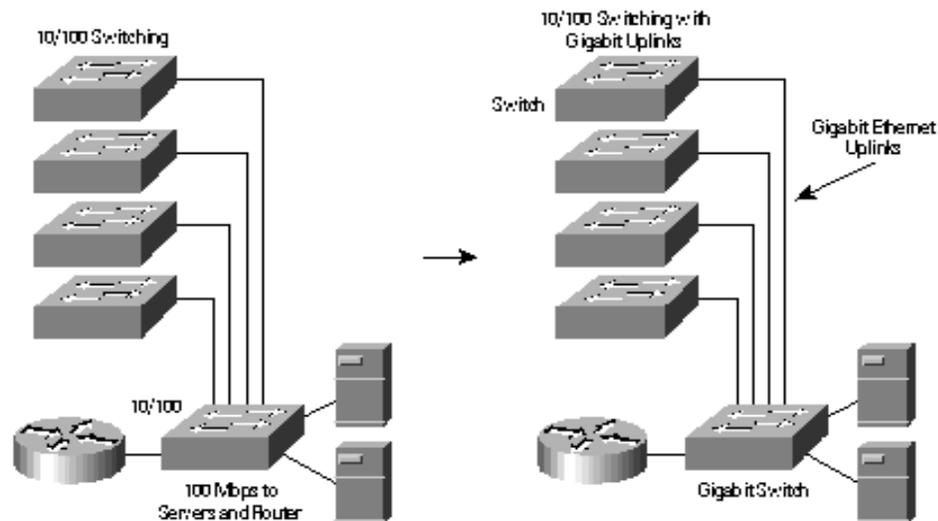




Escalando Cableados:

Gigabit Ethernet y Gigabit *switching* se usan para aumentar el tráfico desde múltiples *switches* de baja velocidad al router. Los *switches* de baja velocidad pueden ser conectados tanto vía Fast Ethernet como por Gigabit Ethernet mientras que los *switches* proveen *switches* dedicados de 10Mbps o grupos de *switches* para usuarios individuales. Los file servers están conectados vía Gigabit Ethernet para mejorar la performance de throughput.

Gigabit Ethernet *switcheable* para aplicaciones de centrales de datos



La segunda aplicación para Gigabit Ethernet es para mejorar el *performance* del nivel 3. Esto esencialmente significa acoplar el *performance* del nivel 2 a los beneficios de ruteo del nivel 3.

La principal aplicación de Gigabit Ethernet se espera que sea en el backbone principal para interconectar cableados. Un *switch* multinivel gigabit en el edificio central de datos agrega el tráfico del edificio y provee conexiones a servidores vía Gigabit Ethernet o Fast Ethernet. Las conexiones WAN pueden ser mediante los tradicionales ruteadores o vía ATM *switcheable*. Gigabit Ethernet también puede ser usado para conectar edificios en un campus mediante un gigabit central *switcheable* multinivel ubicado en el centro de datos.

IEEE 802.3ae 10Gb/s

El estándar IEEE para Ethernet 10Gb/s (IEEE 802.3ae) se aprobó en Junio de 2002 y las normas sobre fibra óptica multimodo optimizada para láser fueron ratificadas por TIA en Marzo de 2003. En la norma de 10Gb/s Ethernet, la opción 10GBASE-SR ofrece el medio más sencillo y de menor coste para alcanzar rendimientos 10 veces mayores que las conexiones de troncal actuales para distancias de hasta 300m con fibra LazrSPEED. Con la ratificación del estándar IEEE 802.3ae y las normas asociadas sobre fibra multimodo, los usuarios de red pueden utilizar Ethernet 10Gb/s en sus troncales con total confianza, y utilizar de esta manera las aplicaciones que demandan gran ancho de banda y que están incrementando incesantemente el tráfico de red.





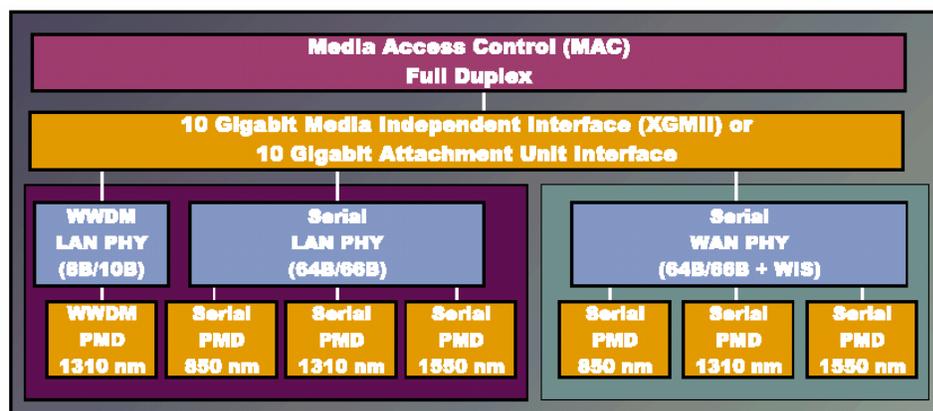
El mayor cambio en 10 GE es que se ha eliminado el protocolo de acceso al medio CSMA/CD ya que se implementa tan sólo en dúplex, lo que significa que la detección de colisiones se halla inhabilitada.

Para incrementar la velocidad desde 100 Mbps a 1 Gbps, fue necesario hacer importantes cambios en la interfaz física, pero se decidió que Gigabit Ethernet sería idéntico a Ethernet desde la capa de enlace de datos hacia arriba. Los cambios involucrados en el paso se han resuelto incluyendo dos tecnologías juntas: IEEE 802.3 Ethernet y ANSI X3T11 FiberChannel. Emplea Láseres VCSELs (*Vertical Cavity Surface Emitting Lasers*), en lugar de LEDs, sobre fibra mono/multi-modo, que es la única vía para alcanzar esas velocidades. Gigabit Ethernet sobre pares de cobre se emplea con cableado de al menos Categoría 5e, pero para velocidades de 10 Gbit/s únicamente se contemplan interfaces sobre fibra monomodo y multimodo. Aplicando estas tecnologías, tenemos que el estándar puede tomar ventaja de la interfaz física de alta velocidad existente como lo es la tecnología de Fibrechannel manteniendo el formato de trama IEEE 802.3 Ethernet, compatibilidad subdesarrollada para medios ya instalados, y el uso de full o half-duplex CSMA/CD.

Características principales:

- Soportar solamente comunicación *full-duplex*.
- Soportar redes LAN en topología estrella a través de enlaces punto-a-punto sobre cableado estructurado.
- Define dos familias de PHYs (*Physical Layer Device*)
 - LAN PHY operando a 10.000 Gb/s
 - WAN PHY operando a OC-192c/SDH VC-4-64c
- Proveer las especificaciones de capa física para soportar distancias de:
 - Por lo menos 300m sobre fibra MM instalada; 65m sobre fibra MMF; 2km sobre fibra SM; 10km sobre fibra SM; 40km sobre fibra SM
 - Soportar la fibra óptica especificada en la 2° Edición del estándar internacional ISO/IEC 11801

Componentes de la Arquitectura del Estándar 802.3ae





Especificaciones 10 Gigabit Ethernet

Physical Layer specification	10GBase-SR/SW	10GBase-LX4/LW4	10GBase-LR/LW	10GBase-ER/EW
Wavelength	850 nm	1300nm	1310 nm	1550 nm
Fiber type	Multimode	Multimode	Singlemode	Singlemode
PMD Implementation Technology	Serial	WDM	Serial	Serial
Number of Wavelength(s)	One	Four	One	One
Transmitter type	VCSELs	Laser	Laser	Laser

La limitación a velocidades de 10 Gigabit de las fibras multimodo existentes (62.5/125 y 50/125) ha originado el desarrollo de una fibra multimodo optimizada para láser, OM3, capaz de transportar 10 Gigabit por segundo hasta 300 m de distancia. Las encuestas han puesto de manifiesto que más del 90% de los ejes troncales de los edificios están dentro de esta distancia. La utilización de este tipo de fibra multimodo, junto con la tecnología serie VCSEL (Láser de Emisión Superficial de Cavidad Vertical) de 850 nm, es un método relativamente económico para conseguir velocidades de 10 Gigabit (hasta 300 m) y ofrece al diseñador de redes mayor creatividad para implantar una arquitectura óptica centralizada.

Dentro del eje troncal, donde todo el tráfico se lleva a la sala de equipos, se precisa una cuidadosa selección del tipo de fibra óptica para garantizar el equilibrio óptimo entre el coste y el rendimiento, sin olvidar las necesidades futuras. El estándar de cableado LAN más reciente, ISO/IEC 11801, define la fibra óptica según el rendimiento, como se muestra en la siguiente tabla:

Velocidad	Distancia		
	300m	500m	2000m
100 Mb/s	OM1	OM1	OM1
1,000 Mb/s	OM1	OM2	OS1
10,000 Mb/s	OM3	OS1	OS1

OM1 y OM2 se refieren a los actuales 62.5/125 & 50/125, respectivamente OM3 es la nueva fibra láser mejorada 50/125 OS1 es el equivalente a la fibra monomodo G652.

El desarrollo tecnológico no termina aquí los nuevos trabajos apuntan a que en un futuro la tendencia que seguirá después de los 10Gigabit Ethernet; es la posibilidad de alcanzar los 40Gigabit, 100Gbps ó 160Gbps Ethernet, hasta el momento no existe algún documento preliminar sobre esto.





II.vi.6. Red Digital de Servicios Integrados (ISDN, Integrated Services Digital network)

El estándar RDSI de banda estrecha (*narrowband* ISDN) es el origen de la red digital de servicios integrados. La RDSI ha sido considerada como un avance al especificar servicios de red digital que pueden llevarse a cabo sobre la existente red telefónica digital integrada además de ofrecer un alto desempeño de 2 Mbps en un enlace local, y de 64 Kbps o 128 Kbps sobre área amplia.

Es un estándar de comunicaciones para enviar voz, video y datos sobre las líneas digitales telefónicas y sobre líneas telefónicas estándar. ISDN tiene la habilidad de entregar simultáneamente dos conexiones sobre un solapar de líneas telefónicas. Las dos conexiones pueden ser cualquier combinación de datos, voz o video o incluso fax. La línea sencilla usa un servicio de suscriptor ISDN, el cual es llamado *Basic Rate Interface* (BRI) (Interfaz de tasa básica). BRI tiene dos canales, llamados canales B, a 64 Kbps cada uno, que transportan datos y un canal de datos a 16 Kbps para control de información. Los dos canales B pueden ser combinados para formar una conexión sencilla de 128 Kbps.

El otro servicio de rango de transmisión de ISDN es la *Primary Rate Interface* (PRI) (Interfaz de tasa primaria), tiene 23 canales B y un canal D, de 64 Kbps y usa más pares de alambre. PRI es mucho más caro que correr BRI y no es muy común que se use para usuarios de acceso remoto individuales. En la mayoría de los casos BRI es la elección más preferida para usarse como acceso remoto usando ISDN.

Transmisión Digital

ISDN es una transmisión digital, lo opuesto a la transmisión analógica de PSTN (*Public Switched Telephone Network*, Red telefónica switchada pública). Las líneas ISDN deben ser usadas en ambos lados, en el servidor y en el cliente o sitio remoto. Para eso se debe instalar un módem que soporte ISDN.

La Red Digital de Servicios Integrados (ISDN) es una red de telecomunicaciones pública con una infraestructura diseñada para integrar voz, datos, video y otros servicios y aplicaciones. La RDSI de banda estrecha (*narrowband* ISDN) provee servicios a baja velocidad que van desde 2 hasta 56 Kbps; mientras que la RDSI de banda ancha (*broadband* ISDN) está basada en la tecnología de celdas de tamaño fijo o modo de transferencia asíncrono (ATM) y proporciona un servicio de direccionamiento de 2 hasta 600 Mbps.

La RDSI es definida por la Unión de Comunicaciones Internacionales y Sector de Estandarización de Telecomunicaciones (ITU-TSS) como una red que evolucionó de la telefonía de Red Digital Integrada (IDN, *Integrated Digital Network*) que provee una conectividad digital fin a fin y que soporta varios servicios. Hay 2 características que distinguen a la RDSI de las redes de telefonía tradicionales: es una conexión digital entre dos puntos y define un conjunto de protocolos de interfaz usuario-red en base a estándares internacionales, y por lo tanto, todos los dispositivos RDSI pueden utilizar el mismo tipo de conexión física y el mismo conjunto de protocolos de señal.

La RDSI combina la extensa red de telefonía con la capacidad de acarreo de datos digitales dentro de una estructura bien definida que puede soportar simultáneamente aplicaciones de voz, datos y video. La RDSI es una opción viable para redes de área amplia.





ISDN modem

El equipo de acceso remoto por marcación (Dial-up) consiste en un modem ISDN para cada cliente de acceso remoto y el servidor de acceso remoto. ISDN ofrece una comunicación mucho mas rápida que una comunicación PSTN, estableciendo velocidades de 64 Kbps o mas rápidas.

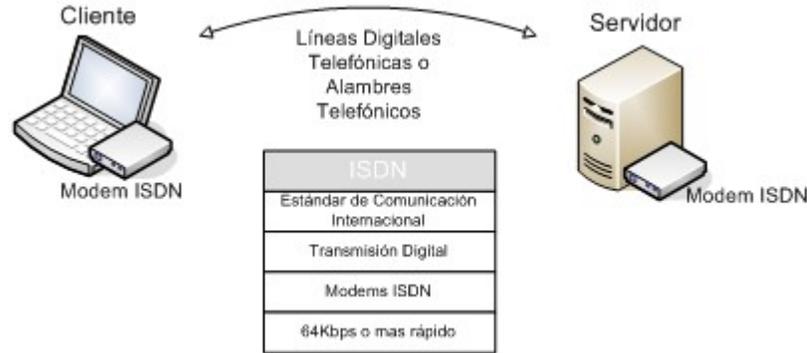


Figura 2.6.6.1 Red Digital de Servicios Integrados

Estructura de la RDSI

La RDSI es un servicio compuesto por dos tipos de canales: canales portadores (*bearer channels*) y canales de señalización (*signaling channels*).

Canales Portadores (Canal B):

- Canal B (canal portador). Estos canales transmiten a 64 Kbps en modo de conmutación de circuitos o de paquetes para enviar la información (voz, datos, información multiplexada de los usuarios). Todos los servicios de red están disponibles a través de canales tipo B. El canal B puede ser usado en la conmutación de paquetes y circuitos. Para la conexión por conmutación de circuitos el canal B es dado completamente a una sola interfaz de usuario en modo transparente y no se permiten señales de control de la conexión en el canal B. Para la conexión por conmutación de paquetes, el flujo de datos del canal B puede ser conmutada en diferentes circuitos virtuales para la separación de destinos.
- Canal H. Este tipo de canales son funcionalmente equivalentes a los canales B pero operando a velocidades mayores a 64 Kbps. Su función principal es la de transmitir la información del usuario a tasas de transmisión de datos mayores a 64 Kbps y un poco más de 100 Mbps, como por ejemplo: vídeo digital, audio, resolución para televisión, teleconferencia y datos. Existen varios tipos de canal H:

Canal	Tasa de transmisión [Kbps]	Tasa múltiplo de canales B	Tasa múltiplo de canales H0
H0	384	6	1
H11	1536	24	4
H12	1920	30	5
H21	32768	512	-
H22	44160	690	115
H4	135168	2112	352

*La tasa de transmisión de cada uno de estos es una combinación de los canales B o canales H.





Tabla 2.6.6.1 Ejemplos de canales tipo H

Los proveedores combinan estos dos tipos de canales para definir los dos tipos de servicio RDSI: BRI y PRI. Estos dos canales lógicos definen propiamente su función y capacidad. Las funciones que se definen son la transmisión de datos, y la administración de la señal y control de llamada.

Canal de señalización (Canal D):

- Canal D. Los canales D transmiten a 16 Kbps para la interfaz BRI, y a 64 Kbps para interfaz PRI. Las funciones principales de estos canales es la de transmitir información de señalización para establecer una llamada, control de la conexión y terminación de la llamada. Es decir, lleva la señal de llamada y configuración para establecer una conexión de red, petición de servicios de red, enrutamiento de datos sobre canales B y la terminación de la llamada cuando se ha completado la transferencia de datos. El canal D es separado de los canales B, es decir, esta fuera de banda y proporciona un tiempo de conexión más rápido a la RDSI. El ancho de banda no requerido para la señalización y control sobre el canal D puede ser utilizado para transportar paquetes de usuario o tramas de datos cuando sea necesario. La señalización del canal D es una función de la capa de red, de enlace de datos y nivel físico del modelo de referencia OSI.

El canal de señalización D trabaja en las primeras tres capas del modelo de referencia OSI de la siguiente manera:

Funciones de la capa física. El protocolo de capa física de la RDSI establece una conexión de conmutación de circuitos a 64 Kbps. Este también soporta la interfaz física por el adaptador de red (NTA, *Network Terminal Adapter*), el cual soporta la conexión de múltiples dispositivos de manera simultánea. Finalmente, este protocolo administra la verificación del circuito y funciones de monitoreo.

Funciones de la capa de enlace de datos. La capa de enlace de datos de la RDSI establece rutas virtuales en la red para tramas de datos. Este protocolo también maneja el control de llamadas y funciones de señalización por medio del Procedimiento de Acceso al Enlace por el Canal D (LAP-D *Link Access Procedure for D Channel*), el cual es el procedimiento que trabaja cruzando la señalización o canal D.

Funciones de la capa de red. Esta capa de la RDSI maneja los servicios tanto de conmutación de circuitos como de paquetes. La capa de red crea el direccionamiento y determina la información de ruta que la capa de enlace de datos usará para establecer las rutas virtuales.

Estándares de Interfaz de usuario

La RDSI ha desarrollado dos servicios estándar de interfase de usuario y definidos por la ITU-TSS. Estos servicios estándar, llamados Interfaces de Tasa, combinan canales portadores y el canal de señalización en diferentes densidades. Estos servicios son:

- **Interfase de Tasa Básica (BRI).** Consiste usualmente de dos canales B y un canal D de 16 Kbps para la señalización (2B+D), dando una tasa de transmisión de datos de 144





Kbps³². Algunos proveedores de RDSI también pueden ofrecer un solo canal B y otro D (1B+D). Los canales B se usan de forma simultánea pero independiente uno de otro en la misma conexión. Con este esquema se tiene la posibilidad de enviar de manera simultánea e independiente voz y datos de una sola o diferentes terminales sobre una misma interfase de usuario. Al enviar la información de control por un canal distinto (canal D) permite crear una tercera conexión para la información de control y datos de baja velocidad a un usuario final. La BRI fue diseñada para dispositivos caseros o de pequeñas empresas como telefonía digital, terminales de datos, computadoras personales, fax e impresoras, debido a que las tasas pico de datos generadas en las aplicaciones que se ejecutan en estos dispositivos están por debajo de 100 Mbps.

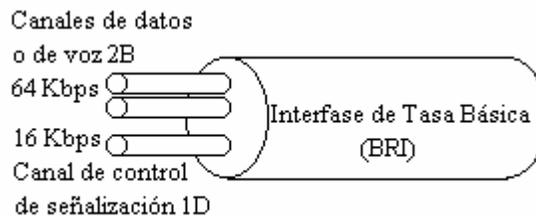


Figura 2.6.6.1 Interfaz de Red-Usuario BRI

- **Interfase de Tasa Primaria (PRI).** Esta es una interfase 23B+D³³ en los Estados Unidos y Japón, y una interfase 30B+D en Europa. Los canales B pueden ser adicionados para formar las configuraciones referidas en una terminología de intercambio local como servicios H (tabla 2.6.6.1). El canal D es un canal de 24 Mbps (o 31 Mbps, dependiendo del país), y controla los procedimientos de señalización para algunos o todos los canales B.

Las líneas pueden ser usadas como troncales para transferencia de archivos grandes y flujos de datos continuos, o ser subdivididos con un multiplexor para proveer múltiples canales para varios dispositivos.

La interfase de Tasa Primaria se diseñó para ajustarse al manejo de vídeo comprimido, dispositivos de audio de alta calidad, terminales gráficas de alta velocidad, dispositivos fax digitales y tele servicios. La tasa de datos transmitidos para los dispositivos que usan PRI llegan al rango de hasta 2 Mbps.

³²Con velocidades de hasta 128 Kbps, RDSI ofrece un mayor ancho de banda que las soluciones en módems analógicos, con rangos desde 4.8 Kbps a 28.8 Kbps. Utilizando una proporción de compresión desde 2:1 a 4:1, este puede entregar tasas de transmisión efectiva desde 256 Kbps hasta 632 Kbps.

³³Generalmente, la versión de 1.544 Mbps se obtiene como una combinación de los canales B y H0 y puede o no contener un canal D de 16 Kbps. El más utilizado es el de 23B+D con el canal D a 64 Kbps y obteniendo así 1536 Kbps. La información del usuario se transmite por canales B y las señales de control por el canal D, además de que en cada trama se agrega un bit para señalización obteniéndose de esta manera una tasa global de 1.544 Mbps.



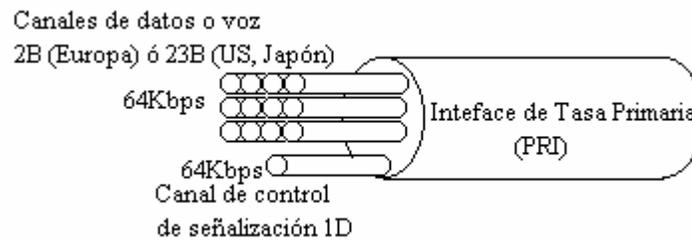


Figura 2.6.6.2 Interfaz de Red-Usuario PRI

- **Interfase de Tasa de Banda Ancha.** Este es un tipo de estructura que está basada en un par de formatos de la llamada Red Óptica Síncrona (SONET, *Synchronous Optical Network*) definido por ANSI. La tasa de bits y la combinación de señales se eligen para unir la tasa de datos de algunas señales de televisión estándar que han sido digitalizadas ya sea por PCM o por algunas de las codificaciones de reducción de tasa.

Existen únicamente dos estructuras definidas: la primera que equivale a 2016 canales B para una tasa de 129.024 Mbps y la segunda que equivale a 8064 canales B una tasa de 516.0096 Mbps.

La interfase de banda ancha provee la capacidad requerida para la transmisión de cuadros de movimiento, televisión estándar y de alta definición, videoconferencias y datos de vídeo.

Modo de Operación de la RDSI

En una red analógica donde un ciclo de dos alambres que van desde una oficina central de la compañía local hasta el usuario, soporta un solo canal de transmisión el cual puede acarrear solamente un servicio de voz, datos o vídeo a la vez. Con la RDSI este mismo par de alambres de cobre trenzado es dividido de manera lógica en múltiples canales, lo que permite tener varios servicios simultáneamente.

La RDSI utiliza la misma conexión canalizada para su transmisión de larga distancia como el tráfico de larga distancia entre oficinas de conmutación de teléfonos que corren sobre enlaces troncales T1/E1 que consisten de 4 alambres divididos lógicamente en múltiples canales.

Designación del ancho de banda dinámico

La arquitectura de la RDSI permite la designación del ancho de banda para lograr una velocidad de transmisión efectiva. El ancho de banda dinámico o designación de canal, es la agregación lógica³⁴ de ambos canales B para línea PRI, para un rendimiento efectivo de hasta 1.536 Mbps en Estados Unidos y de 1.92 Mbps en Europa. También es conocido como ancho de banda sobre demanda o multiplexaje inverso.

Servicios sobre al RDSI

La CCITT define en tres categorías los servicios de la RDSI:

³⁴La agregación de canales es frecuentemente abreviada como Nx64Kbps, donde N es el número de canales lógicos combinados.





1. Servicios de Portadora (*bearer services*): Estos son las existentes redes analógicas o digitales que se han especializado en entregar información de un punto a otro (incluyendo voz y datos, ya sea de conmutación de circuitos o conmutación de paquetes) como la telefonía digital, datos de conmutación de circuitos a 64 Kbps y datos de conmutación de paquetes (X.25³⁵) y datos Frame Relay.
2. Tele-servicios: Estos servicios sofisticados que RDSI puede ofrecer gracias a que opera a niveles muy altos en el modelo de referencia OSI. Algunos de estos servicios son el correo electrónico, videotex, telefax, fax y videotelefonía (provee servicios de transmisión de televisión sobre la RDSI).
3. Servicios Suplementarios: Estos servicios suplementarios amplían las funciones de tanto los servicios de portadora como los de tele-servicio³⁶. Estos abarcan más las características asociadas con llamadas *fast dialing*, *calling line ID*, *calling waiting*, *calling forwarding*, *conferencing*, etc. Estos servicios suplementarios pueden ser ofrecidos o no por el proveedor RDSI.

Beneficios de la RDSI para aplicaciones intensivas de datos

La RDSI es utilizada para proveer redundancia en redes de área amplia en casos como recuperación en fallas y respaldo por marcaje en caso de saturación (*backup overflow*). La RDSI Inter-opera con otros servicios de red de área amplia como X.25, Frame Relay, servicios analógicos existentes, servicio de datos multimegabit conmutado (SMDS, *Switched Multimegabit Data Service*) y servicios de alta velocidad como ATM.

La instalación de equipo RDSI para redes de área local requiere de un puente o un ruteador como interfase RDSI. El ruteador RDSI es conectado directamente al cable RDSI, de manera que debe ser configurado no solo para enrutar tráfico sino también para interoperar con la red RDSI.

La RDSI soporta servicios de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes, además de dos servicios a nivel de tramas, uno conocido como Frame Relay y el otro como Conmutación de Tramas. En estos dos servicios en modo de tramas es utilizado el mismo esquema de señalización, la principal diferencia es que la red desarrolla procedimientos de control de error y flujo para cada trama dentro de la Conmutación de Tramas mientras que en el servicio Frame Relay no se desarrolla ninguna tarea de este tipo en los nodos intermedios y simplemente soporta un servicio de mejor esfuerzo (*best try*). En la práctica, Frame Relay es por mucho el servicio dominante³⁷.

³⁵ X.25 es una red que transmite datos basandose en el switcheo de paquetes, mediante el uso de PAD's (Ensambladores/Desensambladores de Paquetes)(Packet Assembler/Disassembler).

³⁶Por definición, los servicios suplementarios no se pueden encontrar solos.

³⁷Los procedimientos asociados con los servicios de tramas son definidos en la recomendación CCITT.122/Q.922.



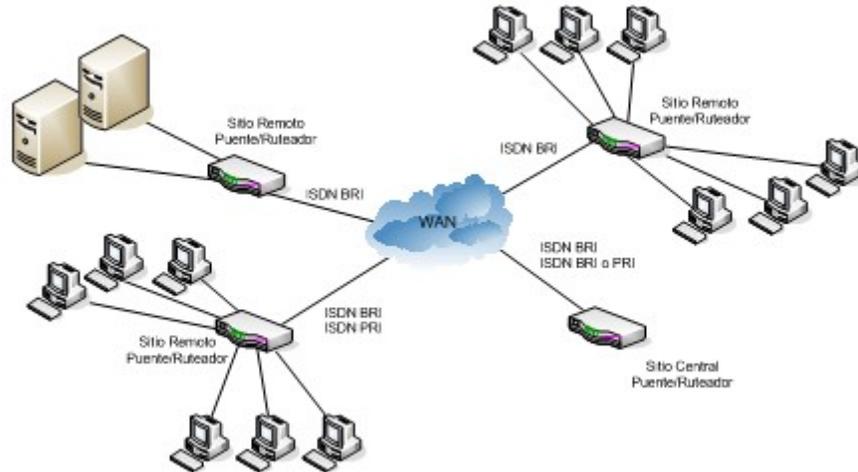


Figura 2.6.6.3 Interconexión remota de LAN a LAN a través de RDSI

RDSI de banda ancha (Broadband ISDN)

Este es un servicio que entrega hasta 62.08 Mbps en una transmisión de datos de modo full dúplex. Por medio de estas velocidades se soportan transmisiones interactivas sofisticadas, almacenamiento y envío de difusión multimedia y servicios de reparación. El estándar B-RDSI es también la base para el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM).

II.vi.7. Tecnologías de Conmutación de Redes LAN

La conmutación e redes locales es una tecnología de interconexión que le da un nuevo respiro a las redes locales con ancho de banda compartido. Ethernet y Token Ring están basadas en el concepto de ancho de banda. Esto se lleva acabo al poder dividir toda la red compartida, en pequeños segmentos de red con un ancho de banda compartido dedicado a cada segmento.

La conmutación es una tecnología que ayuda a aliviar los problemas de congestión en redes al reducir el tráfico e incrementar el ancho de banda.

Relación entre puentes (bridges) y los switches (switches)

El término puenteo se refiere a una tecnología en la cuál un dispositivo (referido como puente) conecta dos o más segmentos de red LAN. Los *switches* conectan varios segmentos de redes LAN, utilizando una tabla de direcciones MAC para determinar el segmento destino de un diagrama y así reducir el tráfico en los demás segmentos. Estos *switches*, están diseñados para trabajar con la infraestructura de cable existente. Frecuentemente reemplazan a los concentradores compartidos.

De manera similar a los puentes, los *switches* conectan varios segmentos de redes LAN, utilizando una tabla de direcciones MAC para determinar el segmento destino de un diagrama y así reducir el tráfico en los demás segmentos.





Pero a velocidades mucho mayores, debido a que mueven los datos principalmente por medio de hardware en lugar de software. De esta manera son mucho más rápidos y proveen un mayor rendimiento aun menor costo.

Redes Token Ring conmutadas

- La transmisión en la redes Token Ring esta basada en una señal referida como señal token, la cual es pasada alrededor de las computadoras conectadas al anillo.
- La segmentación de un gran anillo por medio de un *switch* reduce el número de usuarios por anillo, con lo que la congestión y el retraso entre oportunidades de las computadoras de tener la señal token también disminuye.

También los *switches* Token Ring brindan una mejor tolerancia a fallas en la red.

Redes Ethernet Conmutadas

Las redes Ethernet tienen un máximo de ancho de banda de 10 Mbps y es una tecnología half duplex.

Cada dispositivo Ethernet verifica la red para ver si no existe transmisión de datos sobre el medio y pueda empezar a transmitir sus datos, o en caso contrario, esperar un tiempo para volver a verificar y poder transmitirlos (ya que mientras un dispositivo envía sus datos, todos los demás están obligados a esperar a para transmitir).

En caso de que dos computadoras comiencen su transmisión al mismo tiempo, se origina una colisión y entonces, los dispositivos entran en un estado pasivo durante un tiempo aleatorio para realizar un nuevo intento posteriormente.

Es por esto que un *switch* de red LAN Ethernet brinda un mayor ancho de banda, al separar la red en varios dominios de colisión con un menor número de estaciones y reenviar el tráfico de una manera selectiva hacia el segmento apropiado ya que cada segmento de red Ethernet es conectado a un puerto del *switch* LAN.

De esta manera, en lugar de compartir el limitado ancho de banda de Ethernet entre muchas computadoras, cada estación o cada pequeño grupo de estaciones, puede tener un segmento de 10 Mbps dedicados.

Otra ventaja es que su desempeño no requiere de grandes cambios al sistema de cableado, adaptadores de red ni reconfiguración de software en las estaciones.

Otras funciones disponibles en algunos dispositivos de conmutación

Redes Virtuales

Las redes virtuales referidas como VLANs (Virtual LAN), son grupos de usuarios que son definidos basándose en su función lógica en lugar de su locación física.

De esta manera, ayudan al desempeño y facilitan la administración de las redes en ambientes grandes de redes conmutadas. Por lo tanto, se puede decir, que una red LAN virtual (VLAN) es un grupo de anfitriones o dispositivos de red que forman un solo dominio de puento.





Entonces los *switches* son ideales para ayudar al desempeño de las redes al poder expandir las capacidades del ancho de banda existente.

Además de que preservan la protección de inversión al no requerir de grandes cambios en las redes actuales.

II.vi.8. Tecnologías Wireless

Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos.

No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades de 2 Mbps, las redes cableadas ofrecen velocidades de 10 Mbps y se espera que alcancen velocidades de hasta 100 Mbps

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una "Red Híbrida".

Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén o una oficina.

Se puede decir que existen dos amplias categorías en las que entran las Redes Inalámbricas:

- *Larga Distancia.*- Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Área Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.
- *Corta Distancia.*- Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre si, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps.

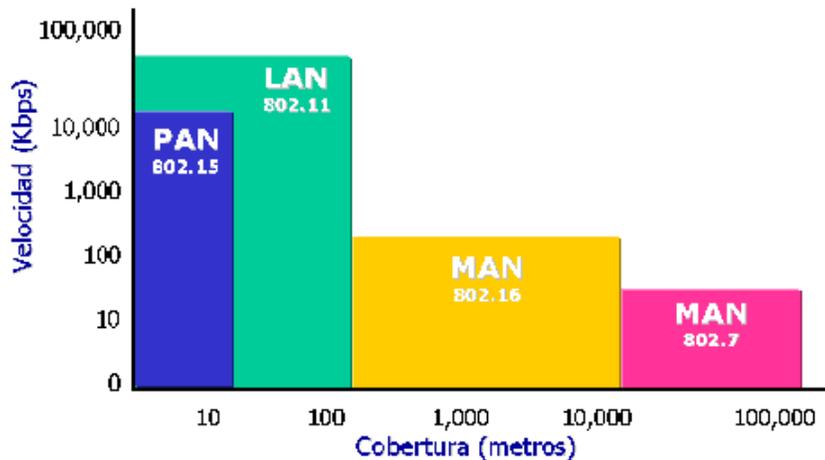
Sabiendo que hay redes de corta y larga distancia, entonces podemos clasificar a las redes inalámbricas como sigue:

Tipos de redes inalámbricas

- WAN/MAN (Wide Area Network/Metropolitan Area Network)
- LAN (Local Area Network)
- PAN (Personal Area Network)

En la primera categoría WAN/MAN, podremos encontrar a las redes que cubren desde decenas hasta miles de kilómetros. En la segunda categoría LAN, encontraremos las redes que comprenden de varios metros hasta decenas de metros. Y en la última categoría PAN, encontraremos a las redes que comprenden desde metros hasta 30 metros.





Redes inalámbricas tipo WAN/MAN

- Telefonía celular analógica y celular
- Radiolocalización de dos vías (pagers)
- Radio enlaces terrestres de microondas
- Laser/infrarrojo
- WLL (*Wireless Local Loop*)
- LMDS (*Local Multipoint Distribution Service*) / MMDS (*Multichannel Multipoint Distribution Service*)
- Comunicaciones por satélite

En la categoría MAN/WAN tenemos primeramente al acceso a Internet por medio de telefonía celular.

Aunque originalmente la telefonía celular fue utilizada para la transferencia de voz, muy pronto se desarrollaron protocolos para poder transferir datos a través de esta tecnología inalámbrica.

La primera de ellas fue CDPD (*Celular Digital Packet Data*), desarrollada a mediados de los 90s por AT&T. CDPD provee la transmisión inalámbrica de datos digitales como Internet a través de la telefonía celular.

Actualmente provee transferencias hasta 14.4 Kbps si se emplea la técnica de acceso múltiple CDMA (*Code Division Multiple Access*), mientras que en TDMA (*Time Division Multiple Access*) está limitada a 9.6 Kbps. Pero hoy en día las conexiones inalámbricas pueden alcanzar velocidades mayores a los 600 Mbps en Sistemas de Banda Ancha Licenciada y en los de Banda Ancha No Licenciada de 2 hasta 10 Mbps

Otro protocolo que provee acceso a Internet es **WAP** (*Wireless Access Protocol*). Con WAP son posibles las comunicaciones de datos entre redes inalámbricas a celulares y otros dispositivos portátiles como PDAs, radiolocalizadores, teléfonos inteligentes, etc. WAP utiliza un lenguaje conocido como WML (*Wireless Markup Language*) que permite la conexión entre las redes y los dispositivos portátiles. Con WAP y WML el contenido de Internet puede ser formateado para uso en una pequeña pantalla de un dispositivo portátil. Aunque WAP no es aún un estándar oficial, es ampliamente aceptado y es de hecho un estándar de facto.





Otras tecnologías WAN/MAN que permiten el acceso a Internet a altas velocidades son MMDS, LMDS, WLL, enlaces de microondas terrestres, vía láser infrarrojo y comunicaciones vía satélite.

Con MMDS es posible la provisión de Internet a altas velocidades en el rango de decenas de Mbps a distancias de mas de 40 kilómetros, limitándola únicamente la curvatura de la tierra y la línea de vista. Con LMDS se puede transferir información hasta en el rango de Gbps, debido a que trabaja en una banda de frecuencia mayor [20-30 GHz] y con mas capacidad de canal, pero funciona en celdas con cobertura de 5 a 8 kilómetros.

Por último en esta categoría el acceso a Internet vía satélite ha jugado un papel preponderante hoy en día.

La ventaja más importante de las comunicaciones vía satélite en el acceso a Internet es la gran cobertura que tiene, alta capacidad en el orden de decenas de Mbps, provee accesos más directos a las dorsales satelitales, las comunicaciones vía satélite pueden penetrar áreas remotas donde otros medios de transmisión serían imposibles de llegar

Redes inalámbricas tipo LAN

- IEEE 802.11x: La IEEE ha desarrollado varios estándares en lo que a LAN se refiere.

Los estándares de WLAN

Los estándares son desarrollados por organismos reconocidos internacionalmente, tal es el caso de la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) y la ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Una vez desarrollados se convierten en la base de los fabricantes para desarrollar sus productos.

Entre los principales estándares se encuentran:

- IEEE 802.11: El estándar original de WLANs que soporta velocidades entre 1 y 2 Mbps. IEEE 802.11a: El estándar de alta velocidad que soporta velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.
- IEEE 802.11b: El estándar dominante de WLAN (conocido también como Wi-Fi) que soporta velocidades de hasta 11 Mbps en la banda de 2.4 GHz.
- IEEE 802.11g: Soporta velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz y es compatible con el 802.11b.
- HiperLAN2: Estándar que compite con IEEE 802.11a al soportar velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.
- HomeRF: Estándar que compite con el IEEE 802.11b que soporta velocidades de hasta 10 Mbps en la banda de 2.4 GHz.

Estándar	Velocidad máxima	Interfase de aire	Ancho de banda de canal	Frecuencia	Disponibilidad
802.11b	11 Mbps	DSSS	25 MHz	2.4 GHz	Ahora
802.11a	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	Ahora
802.11g	54 Mbps	OFDM/DSSS	25 MHz	2.4 GHz	Ahora
HomeRF2	10 Mbps	FHSS	5 MHz	2.4 GHz	Ahora
HiperLAN2	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	Ahora

Tabla Principales estándares WLAN

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum
OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing
FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum





La especificación IEEE 802.11 define redes locales inalámbricas que emplean ondas de radio en la banda de 2.4 GHz y 5 GHz conocido como espectro esparcido.

Las velocidades típicas de la tecnología inalámbrica están de 11 Mbps en la especificación IEEE 802.11b, por otro lado el estándar IEEE 802.11a (utilizando la banda de frecuencia de los 5 GHz) ofrece cerca de cinco veces el ancho de banda del 802.11b (54 Mbps) y el estándar IEEE 802.11g que ha sido aprobado por el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) el pasado 11 de junio de 2003, al igual que el 802.11a, maneja anchos de banda de 54 Mbps pero operando en el mismo rango de frecuencias públicas que el 802.11b, 2.4 GHz. Esto hace el 802.11g sea compatible con redes y dispositivos 802.11b, el nuevo estándar también estará limitado a los mismos tres canales de la saturada banda de 2.4GHz (como 802.11b), creando posibles problemas de escalabilidad e interferencia.

- HiperLAN/2 :HiperLAN2 definió una especificación que opera en la banda de 5 GHz y que permite la transferencia de datos de hasta 54 Mbps que utiliza una técnica de modulación conocida como OFDM (*Orthogonal Digital Multiplexing*) para transmitir señales analógicas.

El estándar WLAN más utilizado es el IEEE 802.11 (estandarizado bajo la denominación Wi-Fi), IEEE 802.11 se considera como una solución para la implantación de redes de área local sin hilos tanto en edificios como en espacios abiertos con amplia cobertura y rendimiento.

El protocolo, permite la integración transparente de las WLAN en redes Ethernet tradicionales.

En su implementación actual, este sistema permite comunicaciones a 11Mbps, 22Mbps y 54Mbps sobre distancias de unos centenares de metros.

El funcionamiento normal se basa en equipar a las estaciones de trabajo —PC o equipos portátiles— con tarjetas de comunicación inalámbricas, y añadir a la red tradicional dispositivos de enlace que actúan como concentradores inalámbricos comúnmente se les llama *Acceso Point's (AP's)*.

Esta norma especifica un sistema para la conexión de equipos dentro de la red de área local pero no establece un método de cómo los productos, bien dispositivos o puntos de acceso, de diferentes empresas pueden interactuar.

Los medios físicos sobre el que en principio se soportará esta tecnología son:

- Espectro Ensanchado Secuencial Directo
- Espectro Ensanchado con Salto de Frecuencia
- Infrarrojos

Las principales ventajas de esta tecnología son:

- Movilidad y flexibilidad de cobertura y ubicación de usuarios.
- Bajo coste en infraestructura al no discurrir por un medio guiado.

Las mayores desventajas:

- Menor fiabilidad que otras soluciones sobre medios guiados
- Actualmente baja velocidad de proceso





Las WLAN más comunes se comunican utilizando ondas de radiofrecuencia, aunque también existen variantes basadas en comunicaciones infrarrojas. En todos los casos, se distinguen por una concepción orientada a emular a las redes locales existentes y, en muchos de los casos, integrarse con estas LAN para formar redes mixtas.

En comparación con los componentes de una Ethernet cableada (p.ej. MAU's, Repetidores), 2 nuevos componentes son requeridos 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.

Redes inalámbricas tipo PAN

- Bluetooth
- IEEE 802.15
- HomeRF

Las redes tipo PAN son una nueva categoría en redes que cubren distancias cortas y cerradas. Algunas de estas tecnologías son Bluetooth, 802.15 y HomeRF.

Bluetooth es una tecnología inalámbrica europea desarrollada por Ericsson que permite la interconectividad de dispositivos inalámbricos con otras redes e Internet.

Bluetooth al igual que 802.15 y HomeRF trabajan en la banda de frecuencias de espectro esparcido de 2.4 GHz. Bluetooth es capaz de transferir información entre un dispositivo a otro a velocidades de hasta 1 Mbps, permitiendo el intercambio de video, voz y datos de manera inalámbrica.

HomeRF también es una especificación que permite la interconexión de dispositivos inalámbricos en una área pequeña.

Con cualquiera de estas tres últimas tres tecnologías se podrá acceder a la red de la casa u oficina desde un teléfono celular y se podrán controlar dispositivos o consultar a distancia datos importantes de beneficio propio y acceder a Internet con sólo conectarse a la red.

Tecnologías más usadas en las redes inalámbricas:

IrDA (The Infrared Data Association)

Esta tecnología, basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo, es una de las más veteranas en el sector informático de la comunicación sin hilos.

Es la misma técnica utilizada por los mandos a distancia de nuestros televisores.

Actualmente encontramos esta tecnología montada en la práctica mayoría de los ordenadores portátiles, móviles, cámaras digitales, *handhelds* y otros cientos de dispositivos. Y para cubrir todas las necesidades del mercado, encontramos dos aplicaciones distintas:

IrDA-Data e IrDA-Control





IrDA-Data, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps.

Para que la transmisión de los productos IrDA-Data sea posible, se cuenta con tres protocolos básicos. PHY (*Physical Signaling Layer*) que establece la distancia máxima, la velocidad de transmisión y el modo en el que la información se transmite.

IrLAP (*Link Access Protocol*) proporciona la conexión del dispositivo facilitando la comunicación y marcando los procedimientos para la búsqueda e identificación de otros aparatos que se encuentren preparados para comunicarse.

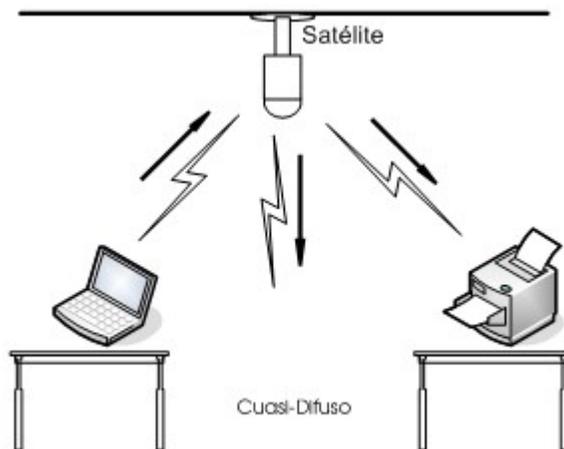
Por último, IrLMP (*Link Management Protocol*) permite la *multiplexación* de la capa IrLAP, admitiendo múltiples canales sobre una conexión IrLAP.

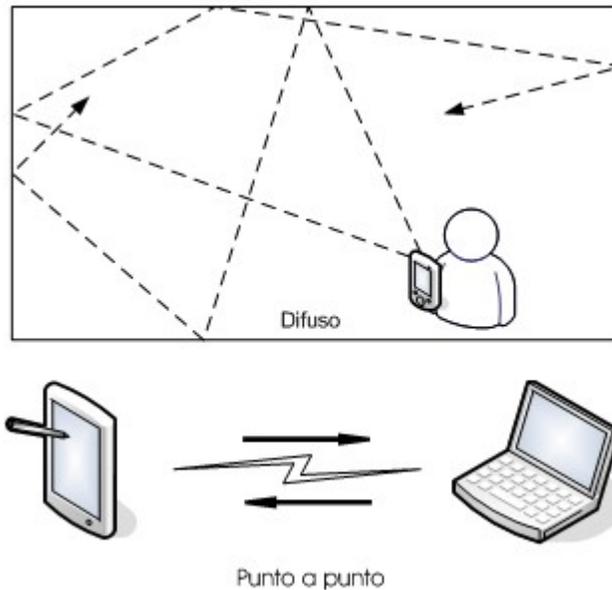
Junto a estos tres protocolos, existen otros siete que ofrecen funcionalidades extra para acceder a redes de área local, teléfonos móviles o cámaras digitales.

IrDA-Control se ha ideado para conectar periféricos de control como teclados, ratones, dispositivos apuntadores o *joysticks* a una estación fija, dígase un PC, una consola de videojuegos o un televisor

Modos de radiación infrarrojos

Las estaciones con tecnología infrarroja pueden usar tres modos diferentes de radiación para intercambiar la energía Óptica entre transmisores-receptores: punto-a-punto cuasi-difuso y difuso.





Radiofrecuencia

La tecnología de transmisión por radiofrecuencia es mucho más antigua que la de infrarrojos, sin embargo, hasta hace relativamente poco tiempo, las velocidades de transmisión, problemas de interferencias y consumos no habían permitido su implantación masiva en la informática.

Con la llegada de Bluetooth, el estándar de moda hoy en día, ha subido su utilización en detrimento de IrDA.

La principal característica que lleva a la radiofrecuencia a alzarse sobre la comunicación por infrarrojos, es la posibilidad de transmitir a mayor distancia, aun mediando obstáculos entre el emisor y el receptor.

Bluetooth

En 1994, Ericsson comenzó a investigar la manera de conectar los teléfonos con los distintos accesorios por medio de una interfaz de radio de bajo coste y pequeño consumo.

Partiendo de este principio, utilizaron un espectro de radio que estaba aún sin licenciar en la banda de 2,4 GHz. Bluetooth es una conexión inalámbrica bidireccional, completamente digital, punto a punto o multipunto, ya que permite la conexión de hasta siete dispositivos a un mismo receptor, y con un gran ancho de banda que permite alcanzar, con la especificación actual, hasta 1 Mbps

Airport

Tecnología propietaria de Apple Computer que permite conectar sin cables dos ó más equipos utilizando tecnologías de radiofrecuencia.





Los métodos más comunes de transmisión y modulación de señales en comunicaciones inalámbricas:

ATM: Avanzada tecnología de transmisión de datos en la que se reduce el tamaño de las celdas en las que va encapsulada la información.

Broadcast: Modo de transmisión en el cual el emisor envía la misma información a todos los receptores a los que está conectado.

Modulación Delta: Convierte la señal analógica, como la producida por la voz, en una digital para su posterior transmisión. Es el segundo método más utilizado para la digitalización de la voz tras PCM. Se emplea con Bluetooth.

PCM: Esquema digital para la transmisión de datos analógicos. Las señales PCM son binarias, es decir, sólo hay dos posibles estados: alto (1) y bajo (0). Usando este esquema se puede digitalizar cualquier tipo de señal analógica, incluyendo vídeo, voz ó música.

TDM: Multiplexación por División en el Tiempo. Esta técnica permite la transmisión de múltiples señales en un solo canal mediante entrelazado en el tiempo de las mismas.

TDMA: Esta metodología se usa en las Comunicaciones inalámbricas, como por ejemplo en los teléfonos celulares GSM o PCS. TDMA asigna ranuras de tiempo específicas a cada uno de los canales disponibles, admitiendo dar servicio a más de un terminal a través de un mismo canal.

II.vii. Cableado Estructurado

Antes de 1984 se hablaba poco de los sistemas de cableado para comunicaciones. Las grandes gerencias al tomar decisiones importantes no tomaban en cuenta los cableados que iban a estar detrás de sus paredes. La compañía de teléfonos movía, agregaba y cambiaba los equipos y cobraba una tarifa por instalar cada artículo. Cuando el procesamiento de datos se descentralizó y se instaló en las oficinas, el cableado lo realizaban los fabricantes de los equipos, entonces se agregaba al costo del equipo la conexión existente.

Originalmente, la libertad de elección de un medio de telecomunicación causó confusión y debida a esta, algunas organizaciones como TIA (*Telecommunication Institute American*) se vieran obligadas a ponerse al día con respecto a sus normas. Surgieron dudas de la capacidad de desempeño de los diversos materiales de comunicación, los límites de las longitudes, la topología más apropiada y si se cumplirían los requisitos de los sistemas una vez que se combinaron los componentes individuales. A medida que los usuarios y los grupos de usuarios se esforzaban en responder las preguntas que se hacían, se hizo evidente que había que desarrollar un método estándar para la instalación del cableado de comunicaciones, método que se designó como cableado estructurado.

El sistema de cableado soportará un ambiente multiproductos y multiproveedor. Esto implica que debe ser lo más general posible. Es decir, no se trata de diseñar teniendo en cuenta la utilización que se le dará en el corto plazo, sino tratando en lo posible que sea independiente de los productos que lo utilizarán y de la disposición y uso de las oficinas. Un sistema de cableado estructurado debe caracterizarse por ser:





- Fiable, en el sentido de no tener interrupciones o caídas continuas de la red que estén conectada por él, además de no tener problemas como atenuación de la señal, diafonías, etc.
- Flexible, permitiendo el fácil cambio de los servicios y de los mismos usuarios, así como la implementación de diversos servicios de voz, datos y vídeo.
- Modular, que pueda ser fácilmente configurable según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Integrador de servicios, ya que en un mismo cableado puede tenerse diversos servicios.
- Sencillo de administrar por medio de un software comercial de gestión de redes.

Estos requerimientos permiten tener beneficios, ya que el cableado estructurado cumple con estándares fijados por la industria, tiene una ampliación independiente del tipo de servicio a usar por el sistema, abre la conectividad de distintos equipos, soporta la alta velocidad de las nuevas tecnologías de las redes, y todo esto a un costo relativamente bajo a lo obtenido. El cableado estructurado brinda la facilidad de usar un solo tipo de cable para todos los servicios de comunicaciones lo que resulta en un abaratamiento y una total estandarización de la red.

Al usarse un solo tipo de cable, un usuario se desplaza a cualquier lugar del edificio ya que la conexión necesaria se realizará en unos cuantos minutos. Cuando se planea conectar o instalar nuevos equipos, no se tendrá necesidad de tener nuevos cables con un sistema estructurado, estos ya estarán tendidos y funcionarán con cualquier sistema estructurado.

Por estas razones, el sistema debe ser diseñado e instalado de tal forma que permita las modificaciones y ampliaciones necesarias para soportar cualquier tipo de comunicación (actual y futura) además de ser lo suficientemente flexible para acomodarse a las novedades tecnológicas, todo esto sin nuevas tiradas de cable. El periodo de vida útil a considerar es de 12 a 15 años como mínimo.

Esta filosofía de diseño se aplica principalmente en las instalaciones donde los usuarios y la densidad de comunicación por planta son lo suficientemente elevadas como para requerir movimiento de personal o equipo de comunicaciones de forma más o menos continua o la adaptación de nuevos equipos. Aplicada así, se permite la fácil reubicación de los usuarios o del equipo a un costo mínimo, con la consiguiente facilidad de administración y mantenimiento de la red. Dentro de la instalación se tiene en cuenta las recomendaciones internacionales:

- ANSI/TIA/EIA 568-A Commercial Building Telecommunications Wiring Standard.
- ANSI/TIA/EIA 569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.
- ANSI/TIA/EIA 606 The Administration Standard for Telecommunications Structure of Commercial Buildings.
- ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications.

Los que hacen referencia a:

- Características de los materiales empleados (especificaciones de los cables, conectores, cajas de conexión, etc.)
- Control de calidad de la instalación (métodos utilizados, separación de diferentes servicios, aislamiento a interferencias electromagnéticas, tomas de tierra, etc.)
- Diseño y administración de la red (topologías soportadas, distancias críticas del cableado, códigos de color de los cables, etiquetado, documentación final, etc.)





ANSI/TIA/EIA 568-A

Estándar de Cableado para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales

Este estándar especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que pueda soportar múltiples ambientes de productos y fabricantes. El propósito de este estándar es establecer la planeación e instalación de un sistema de cableado en edificios comerciales. Este estándar establece criterios técnicos para distintas configuraciones de sistemas de cableado, para sus interfaces y la conectividad entre sus respectivos elementos.

La figura 2.5.7 muestra un sistema típico de cableado para telecomunicaciones, así como los elementos funcionales que lo comprenden y su relación e interfaces correspondientes, aunque no precisamente debe seguirse esta estructura como se plantea debe considerarse como un ejemplo.

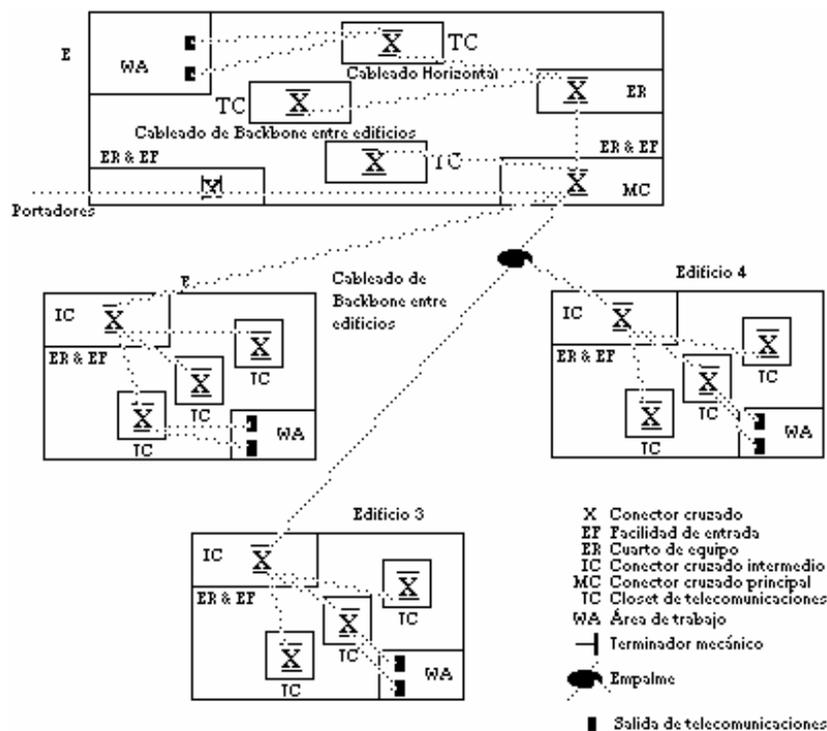


Figura 2.5.7 Sistema típico de cableado para telecomunicaciones

Los elementos que componen un sistema de cableado para telecomunicaciones son:

- Cableado horizontal

El cableado horizontal es la porción del sistema de cableado para telecomunicaciones que se extiende desde los conectores para salida de telecomunicaciones (outlet/conector) ubicados en el área de trabajo hasta los conectores-cruzados (cross-connected) que permiten la terminación del cable para su interconexión con el hardware de conexión (patch panel) en los closets de telecomunicaciones. El cableado horizontal incluye entonces: los cables horizontales, los conectores de salida para telecomunicaciones (outlet/conector) ubicados en el área de trabajo, las terminaciones mecánicas y el hardware de conexión (patch cords o jumpers), localizados en los closets de telecomunicaciones. El cableado horizontal debe estar conectado en topología tipo estrella. Cada salida de telecomunicaciones en el área de trabajo debe ir conectado a una





terminación de cableado ubicada en el closet de telecomunicaciones, conocido como conector cruzado (cross-connect). Una sola área de trabajo debe ser servida por un closet de telecomunicaciones, ubicados ambos en el mismo piso. La figura 2.5.8 muestra la topología típica para un cableado horizontal.

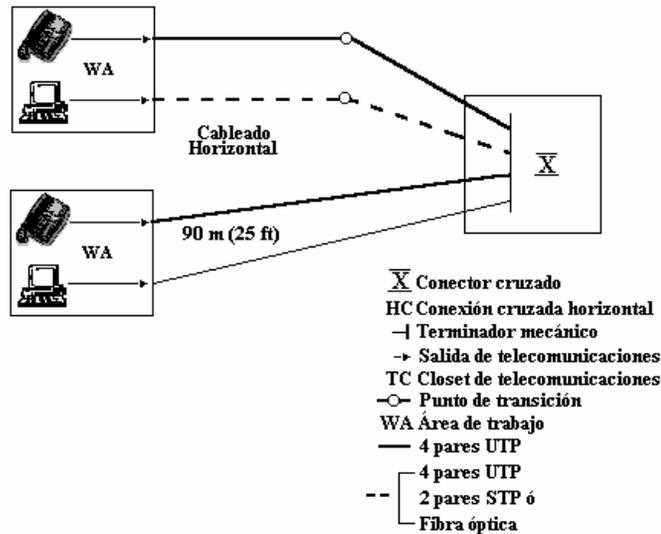


Figura 2.5.8 Topología típica para un cableado horizontal

La distancia horizontal máxima debe ser de 90 m independiente del tipo de medio utilizado. Las limitaciones de distancia para los jumpers y patch cords dentro de las facilidades de los cross-connect, incluyendo los cross-connect horizontales, jumpers y patch cords que conectan el cableado horizontal con el equipo o al cableado de backbone, no debe exceder 6 m de longitud. Son tres tipos de cables los reconocidos para el sistema de cableado horizontal:

- Par trenzado sin blindar de 4 pares 100 Ω
- Par trenzado blindado de 2 pares 150 Ω
- Fibra óptica de 2 fibras, 62.5/125 μm

En ciertas ocasiones, el cable coaxial de 50 Ω es reconocido para emplearlo en el cableado horizontal, sin embargo, este no es recomendado par un sistema de cableado nuevo hasta futuras revisiones de este estándar.

- Cableado de backbone

La función del cableado de backbone es proveer interconexiones entre los closets de telecomunicaciones, cuartos de equipo y facilidades de entrada en la estructura del sistema de cableado de telecomunicaciones. El cableado de backbone está formado por los cables de backbone, las terminaciones del cable principal e intermedio (cross-connect), terminadores mecánicos y patch cords o jumpers usados para el esquema de conexión de backbone a backbone (cross-conecction principal). El cableado de backbone también incluye el cableado entre edificios.

El cableado de backbone debe usar la topología convencional de estrella jerárquica como se ilustra en la figura 2.5.9, donde cada cross-connect horizontal en un closet de telecomunicaciones es cableado hacia el cross-connect principal o el cross-connect intermedio. No debe haber más de dos niveles jerárquicos en el cableado de backbone, es decir, desde el cross-connect horizontal hacia el cross-connect principal no debe existir más de un cross-





connect intermedio; solamente un cross-connect debe pasar a lo largo del cross-connect principal.

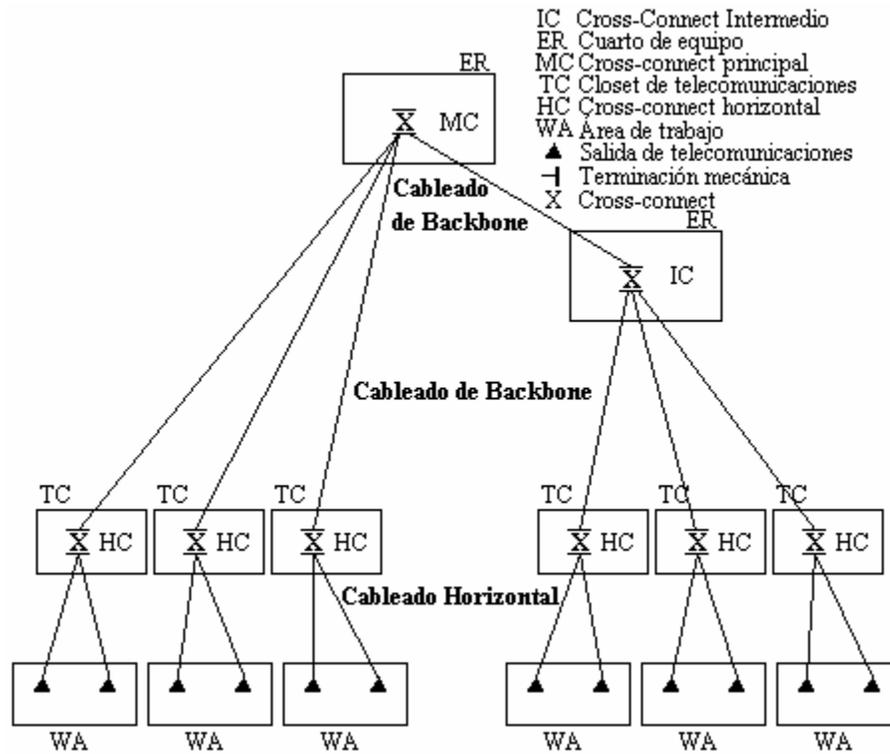


Figura 2.5.9 Topología en estrella jerárquica de cableado de backbone

El cross-connect del cableado de backbone puede estar localizado en los closets de telecomunicaciones, cuartos de equipo o facilidades de entrada (acometida del cableado al edificio).

Los sistemas que están diseñados para una topología distinta a estrella como son topologías anillo, bus o árbol, pueden ser distribuidos como la topología mostrada anteriormente mediante el uso apropiado de interconexiones electrónicas o adaptadores en el closet de telecomunicaciones. Si los requerimientos para las configuraciones de bus o anillo son anticipados, el cableado directamente entre los closets de telecomunicaciones es permitido. Debido al amplio rango de servicios y tamaños de sitios para los cuales el backbone puede ser utilizado, más de un medio de transmisión es reconocido para este. Estos medios pueden ser usados individualmente o en combinación de los mismos. Los medios reconocidos son:

- Cable UTP de 100 Ω
- Cable STP-A de 150 Ω
- Fibra óptica de 62.5/125 μm
- Fibra óptica monomodo (single-mode)

En ciertas ocasiones, el cable coaxial de 50 Ω es reconocido para emplearlo en el cableado horizontal, sin embargo, este no es recomendado para un sistema de cableado nuevo hasta futuras revisiones de este estándar.

El cableado de backbone debe ser aplicable a un rango amplio de requerimientos de usuario, por lo cual, dependiendo de las características de los servicios a proporcionar por el sistema de





telecomunicaciones deberá realizarse la elección del medio para este cableado. Cada cable reconocido tiene características individuales que los hacen muy útiles en situaciones variadas, por lo cual un sólo tipo de cable puede no satisfacer todos los requerimientos de usuario, entonces será necesario el uso de más de un medio en el cableado de backbone. En este caso, el medio distinto deberá usar la misma facilidad de arquitectura con la misma localización de cross-connect, terminaciones mecánicas, facilidades de entradas entre edificios, etc.

Las distancias máximas en el cableado de backbone dependen de la aplicación, para minimizar distancias se localizará el cross-connect principal cerca del centro del lugar, instalaciones que excedan el límite de distancia pueden ser divididas en áreas, cada una de las cuales pueden ser soportadas por el cableado de backbone dentro de los alcances del estándar, esto puede complementar usando tecnologías y equipo normalmente usado en aplicaciones de área amplia.

Tipo de medio	A	B	C
UTP	800 m (máx)	500 m (máx)	300 m
STP-A			
Fibra óptica	2000 m (máx)	500 m (máx)	1500 m (máx)
Fibra óptica monomodo	3000 m (máx)	500 m (máx)	2500 m (máx)

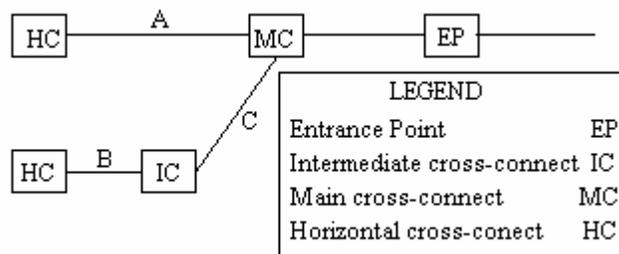


Figura 2.5.10 Distancias de cableado del backbone

- Área de trabajo

Los componentes del área de trabajo se extienden desde el terminador de salida de telecomunicaciones del sistema de cableado horizontal hasta la estación de equipamiento, y están fuera de los alcances de este estándar. La estación de equipamiento puede ser cualquier número de dispositivos incluyendo pero no limitando teléfonos, terminales de datos y computadoras. El cableado en el área de trabajo es crítico para un buen desempeño de la distribución de sistemas.

La longitud máxima de cable horizontal se especificó ya anteriormente en las distancias del cableado horizontal con la consideración de que la longitud máxima de 3 m del patch cord ha sido usada en el área de trabajo.

Los puntos importantes a considerar para el área de trabajo son detallados en el estándar ANSI/TIA/EIA 569, el cual será tratado más adelante.

- Cuarto de telecomunicaciones (IDF)

Le closet de telecomunicaciones provee diferentes funciones para el sistema de cableado y son tratadas como distintos subsistemas dentro del sistema de cableado jerárquico descrito en el cableado horizontal y en el cableado de backbone.





El closet de telecomunicaciones debe ser diseñado y acondicionado de acuerdo a los requerimientos en el ANSI/TIA/EIA 569. La función primaria de un closet de telecomunicaciones es la terminación de la distribución del cableado horizontal. Todos los cables reconocidos para el cableado horizontal están terminados en el closet de telecomunicaciones en hardware de conexión compatible. Similarmente, los cables reconocidos de backbone están también terminados en el closet de telecomunicaciones en hardware de conexión compatible. El esquema de conexión (cross-connect) del cable horizontal y de backbone usa jumpers o patch cords que permiten la conectividad flexible cuando se extienden varios servicios hacia la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo. El hardware de conexión, jumpers, y patch cords usados para este propósito son colectivamente referidos al cross-connect horizontal. El closet de telecomunicaciones puede también contener el cross-connect intermedios o bien el cross-connect principal para diferentes porciones del sistema de cableado de backbone. Un closet de telecomunicaciones también provee un ambiente controlado para el equipo de telecomunicaciones, hardware de conexión y terminadores de empalme que sirven a una porción del edificio. En algunos casos, el punto de demarcación y la protección asociada a algunos equipos puede estar localizado en el closet de telecomunicaciones.

- Cuartos de equipo (MDF)

Los cuartos de equipo son considerados distintos de los closet de telecomunicaciones debido a la naturaleza o complejidad del equipo que en ellos se encuentre localizado. La mayoría o todas las funciones del closet de telecomunicaciones pueden ser alternadamente provistas por un cuarto de equipo.

Los cuartos de equipo deben ser diseñados y acondicionados de acuerdo a los requerimientos del ANSI/TIA/EIA 569. Un cuarto de equipo provee un ambiente controlado al equipo de telecomunicaciones, hardware de conexión, terminador de empalme, facilidades de unión de puesta a tierra y aparatos de protección donde sea aplicable. Desde la perspectiva de cableado, un cuarto de equipo contiene el cross-connect principal o bien el cross-connect intermedio usado en el cableado jerárquico del backbone. Un cuarto de equipo puede también albergar hardware de conexión (y pueden contener terminaciones horizontales para un porción del edificio). En muchos casos, el cuarto de equipo contiene la línea principal de terminaciones o terminadores auxiliares que están bajo el control de las proposiciones de cableado del administrador.

- Facilidades de entrada

Las facilidades de entrada consisten de los cables, hardware de conexión, dispositivos de protección, y otros equipos necesarios para conectar las instalaciones externas necesarias de cableado. Esos componentes pueden ser usados por servicios de redes públicas, servicios de clientes de redes privadas o ambos. El punto de demarcación entre los proveedores de servicio y las premisas de cableado del cliente puede ser parte de las facilidades de entrada. El proveedor debe ser contactado para determinar las políticas urgentes de localización en el área.

Las rutas y espacios de las facilidades de entrada deben ser diseñados e instalados de acuerdo con los requerimientos ANSI/TIA/EIA 569. La protección eléctrica es gobernada por los códigos aplicables de electricidad. Los cables de backbone entre edificios y antenas pueden requerir dispositivos de protección. Las facilidades de entrada incluyen conexiones entre cableados usando el ambiente exterior y el cableado autorizado para la distribución en el edificio. Los requerimientos de unión puesta a tierra están dados en el ANSI/TIA/EIA 607 que será visto más adelante.





Las especificaciones de este estándar para la construcción del cableado para telecomunicaciones son con el fin de soportar un rango de diferentes edificios comerciales y servicios (voz, vídeos, datos, texto e imagen). Típicamente, este incluye sitios con una extensión geográfica arriba de 3,000 m, arriba de 1, 000,000 m^2 de espacio en oficinas y con una población superior a 50,000 personas.

ANSI/TIA/EIA 569-A Estándar de Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.

Este estándar reconoce tres conceptos fundamentales relacionados a edificios y telecomunicaciones:

1. Las construcciones son dinámicas, es decir, que la remodelación en una construcción es más una regla que una excepción.
2. Los sistemas y el medio de telecomunicaciones en una construcción son dinámicos, es decir, que estos componentes pueden cambiar drásticamente, y
3. Las telecomunicaciones son más que datos y voz.

El propósito de este estándar se enfoca a la estandarización de un diseño específico y construcciones prácticas dentro y entre edificios. Es decir, la flexibilidad que proporcionan los espacios y rutas a través de los cuales el medio y equipo de telecomunicaciones es instalado. El alcance de este estándar está limitado al aspecto de telecomunicaciones, de diseño y construcción de edificios comerciales, en conjunto de las consideraciones de telecomunicaciones entre ambos y entre los edificios. Este estándar no estandariza el medio o equipamiento, sólo estandariza las rutas y espacios dentro y entre construcciones en los cuales el medio y equipo de telecomunicaciones está localizado. Las telecomunicaciones tienen un gran impacto en la mayoría de las áreas internas y externas de construcciones comerciales. Por esto y otros factores adicionales la vida útil de una construcción debe ser de un lapso de varias décadas, es muy importante que el diseño y construcción de edificios nuevos o remodelados sean hechos evitando la obsolescencia. La figura 2.5.11 ilustra las relaciones entre el backbone de telecomunicaciones y el espacio de elementos dentro de una construcción.



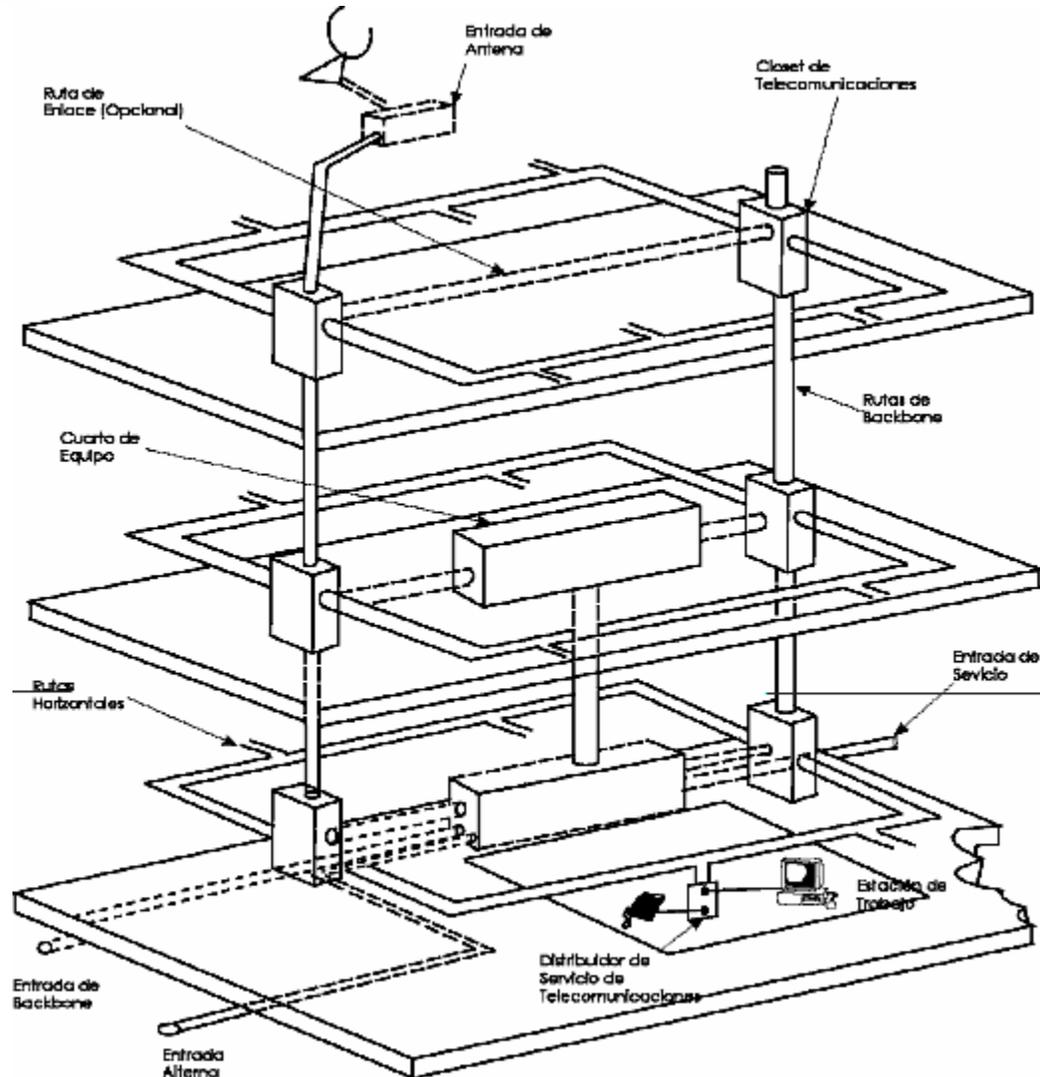


Figura 2.5.11 Elementos internos de un edificio

A continuación se describen las características globales de los elementos básicos en un edificio.

- Rutas horizontales (Horizontal pathways)
Esta "facilidades" proveen rutas para la instalación del medio desde el closet de telecomunicaciones hacia el conector de salida para el área de trabajo. Una "facilidad" de ruta horizontal puede estar formada de varios componentes incluyendo la charola de cable, conductores, piso falso, piso de acceso, techo, y perímetros de sistemas.

Las facilidades de rutas, como mínimo, deben diseñarse tomando en cuenta todos los medios reconocidos en el ANSI/TIA/EIA 568-A, se deben determinar el tamaño y la cantidad de las rutas, el tamaño de los cables y los requerimientos del radio de curvatura, permitiendo un crecimiento futuro. Las rutas horizontales no deben estar localizadas en los ejes de los elevadores, y se deben acomodar de acuerdo a los requerimientos de zonas sísmicas.

Las rutas horizontales entre edificios deben ser instaladas en lugares secos para proteger los cables de niveles de humedad que entorpezcan los rangos de operación de las premisas del cable.





Dentro de las rutas bajo el piso se encuentran los ductos de diferentes niveles, esto considerando que los ductos de distribución del cableado se localizan en el mismo o en diversos planos, estos ductos van acomodados o insertados en el concreto de la losa y como están formados por diversos conductos son altamente resistentes a interferencias propiciadas por los servicios que por ellos mismo se distribuyen. Generalmente estos ductos son de acero de alta resistencia y la profundidad en el concreto, a la que son localizados varía de 25 mm a 1 cm.

El piso de acceso está formado por paneles de piso modular soportados por pedestales con o sin seguros o encadenamientos laterales. Este es usado tanto en los cuartos de computadoras y de equipo, así como en el área general de oficinas. Donde el piso de acceso sea usado en áreas de oficina general, la altura mínima con respecto a la terminación del suelo debe ser 150 mm, cuando es usado en los cuartos de equipo de telecomunicaciones esta altura mínima debe ser de 300 mm y no menos de 150 mm, para los closets de telecomunicaciones se emplea la misma altura que en las áreas de oficinas generales. El planteamiento para el piso de acceso debe ser determinado antes de la instalación de cualquier cableado o equipo de telecomunicaciones. Los closets de telecomunicaciones y el área de servicio de piso de acceso deben estar localizadas en forma adyacente una de la otra, conectadas mediante filamentos enchufados o conductos. El tamaño de las rutas de interconexión deben estar basadas en un criterio de diseño para un tipo de ruta específico.

Los tipos de conductores incluyen: tubo eléctrico metálico y no metálico, conducto flexible no metálico y tubo flexible no metálico, conducto metálico rígido, conducto no metálico rígido y otros tipos. Los conductos deben ser de un tipo permitido por los propios códigos eléctricos. Si el conducto de metal flexible es usado, la longitud debe ser menor de 6 m por cada corrida y el conductor seleccionado debe minimizar la abrasión del cable durante la instalación. Ninguna sección de conductos debe ser mayor de 30 m ni contener más de dos curvaturas de 90° o equivalentes entre los puntos de enchufe.

Las cajas de salida no deben ser más pequeñas que 50 mm de ancho, 75 mm de altura y 64 mm de profundidad. Las capas de enchufe deben ser usadas para los siguientes propósitos: fijar una corrida de conductor, la instalación de cadenas o cable.

Las charolas y wireways son estructuras rígidas prefabricadas para la protección y alojamiento de cables o conductores que son colocados después de que un sistema completo de rutas ha sido instalado. Las siguientes son ejemplos típicos de charolas y wireway para cables:

- Charola de canal para cable: estructura con una pieza ventilada o canal sólido cuya sección no excede 150 mm de ancho.
- Charola de escalera para cable. Estructura consistente de dos lados de rieles conectados individualmente en forma transversal.
- Charola sólida para cable: estructura consistente de una base sólida con rieles longitudinales.
- Charola ventilada para cable: estructura mayor a 100 mm de ancho consistente de una parte ventilada con rieles de dos lados.
- Wireway: charola con bisagras o cubiertas removibles.

Las charolas o wireways deben estar divididas con separadores para la separación física de diferentes tipos de servicios como sea requerido. Deben estar localizadas abajo o arriba del techo o dentro del piso de acceso.

- Rutas del backbone interno y espacios relacionados (Intrabuilding backbone pathways and related spaces)





Uno o más servicios de backbone pueden existir dentro de una construcción. Un servicio de backbone está generalmente formado por el "apilamiento" vertical de closets de telecomunicaciones con pisos "abiertos" entre ellos. La unión de rutas también puede existir para instalar el medio del backbone entre closets de telecomunicaciones en el mismo piso.

Las rutas de backbone pueden ser cualquier ruta de backbone interna horizontal o vertical extendida entre edificios. Las rutas de backbone interno están contenidas dentro de la construcción.

Las rutas de backbone interno típicamente consisten de ruta en techos, conductores, ranuras o cubiertas y charolas. Ellos proveen el significado de la localización de los cables de backbone entre el espacio o los cuartos de entrada, closets de telecomunicaciones, cuartos de equipo, o el espacio terminal principal. Las rutas verticales de backbone generalmente van desde el espacio principal terminal hacia la pila vertical de closets de telecomunicaciones localizados en cada piso.

Estas rutas deben ser localizadas considerando los requerimientos de zonas sísmicas. Cuando se está considerando la instalación de rutas en zonas húmedas, las precauciones necesarias deben ser consideradas para que el agua no penetre en el sistema de ruteo.

- Área de trabajo (Work area)

Un área de trabajo es un espacio en la construcción donde los ocupantes normalmente interactúan con el equipo de telecomunicaciones. Los conectores de salida de telecomunicaciones en el área de trabajo son el punto en el cual el equipo de usuario final se conecta a la utilidad de telecomunicaciones de la construcción formada por la "ruta de espacio", y el sistema de cableado de la construcción.

Una salida de telecomunicaciones (caja o conector) es la localización del punto entre los cables horizontales y los cables de conexión de los dispositivos en el área de trabajo. Los dispositivos conectados son teléfonos, computadoras personales, y terminales de vídeo y gráficas, cada una de las cuales requiere acceso al cableado de distribución horizontal mediante el conector de salida de telecomunicaciones.

Por lo menos una localización para la salida de telecomunicaciones debe ser instalada por área de trabajo. Para propósitos de planeación, el espacio permitido para el área de trabajo es aproximadamente $10 m^2$.

La localización de las salidas de telecomunicaciones debe estar coordinada con la distribución del mobiliario. Una salida de potencia debe estar instalada cerca de cada caja de salida de telecomunicaciones. La localización de las salidas de telecomunicaciones es típicamente a la misma altura de la salida de potencia.

- Closet de telecomunicaciones (Telecommunications closet)

Un closet de telecomunicaciones es la facilidad de piso de servicio para el alojamiento del equipo de telecomunicaciones, terminadores de cable y lo relacionado con "cross-connections". El closet de telecomunicaciones es el punto de transición reconocido entre el backbone y las facilidades de rutas horizontales.

El closet de telecomunicaciones en cada piso es la localización reconocida del punto de acceso para el backbone y las rutas horizontales. El closet de telecomunicaciones debe ser capaz de contener equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cable o cableado asociado al cross-connect. El closet de telecomunicaciones debe estar localizado en el centro del área a servir. Las rutas horizontales deben terminar en el closet de telecomunicaciones localizado en el





mismo piso así como las áreas a ser servidas. Las consideraciones de diseño a tomar en cuenta son:

- El espacio del closet de telecomunicaciones debe ser dedicado a las funciones de telecomunicaciones y soporte de las facilidades relacionadas. El espacio del closet de telecomunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas u otras que no sean instalaciones de telecomunicaciones. Equipo no relacionado al soporte de telecomunicaciones (tuberías neumáticas, ductos hidráulicos, etc.) no deben ser instalados en el paso, dentro o través del closet de telecomunicaciones.
- Debe haber como mínimo un closet de telecomunicaciones por piso. Closets adicionales se deben considerar si: el área del piso a servir excede los 1000 m^2 .
- La distancia de distribución horizontal hacia el área de trabajo es mayor a 90 m.
- Varios closets en un mismo nivel deberán ser interconectados mediante un conducto que tenga un diámetro de 7.8 mm o una ruta equivalente.
- Los closets de telecomunicaciones deben dimensionarse de acuerdo a la tabla siguiente, en la cual se proporcionan las dimensiones mínimas aceptables de un closet de telecomunicaciones basadas en áreas de servicio no mayor a 1000 m^2

Área de servicio	Tamaño del closet
1000 m^2	3 x 3.4 m
800 m^2	3 x 2.8 m
500 m^2	3 x 2.2 m

Tabla 2.5.6. Tamaño del closet de telecomunicaciones

- Los closets de telecomunicaciones deben estar localizados en áreas de piso diseñadas con una carga de piso mínima de 2.4 Kpa. Debe ser verificado que las concentraciones de equipo propuesto no excedan el límite de carga en el piso, estas especificaciones deben ser incrementadas para el caso de emplear equipo con mayor peso.
- Deben existir en el closet de telecomunicaciones un mínimo de dos paredes con una cubierta rígida de A-C contraparchado de $\frac{3}{4}$ de pulgada y con una altura de 2.44 mm.
- La iluminación debe ser de 500 lx medidos a un metro arriba del piso, montados a 2.6 m mínimo sobre el piso raso.
- Para mayor flexibilidad, los techos falsos no deben considerarse para la construcción de closets de telecomunicaciones.
- Las puertas deben tener un mínimo de 91 cm de ancho y 2 m de altura, debe abrir hacia afuera, ser removible o abrir de lado y debe tener cerradura.
- Las paredes, pisos y techos deben ser tratadas para eliminar el polvo.
- Un mínimo de dos receptáculos de salida eléctrica AC duplex dedicadas de 120 V nominales, no conmutables, en cada circuito de branch separada, deben ser provistas para el equipo de potencia. Esos receptáculos deben estar en el rango de 2 A y ser conectadas hacia un circuito branch de 20 A. En suma, salidas duplex identificadas y marcadas convenientemente deben estar localizadas en intervalos de 1.8 m alrededor del perímetro de las paredes, con una altura de 150 mm arriba del suelo.
- El cuarto de telecomunicaciones debe situarse en un lugar de fácil acceso, considerando que no por esto se obstruirán sitios de tránsito normal, como podrían ser vestíbulos. Además sólo personal autorizado podrá acceder a los mismos.
- La protección contra incendios es requerida y debe ser provista ya que es un código aplicable.





- Un sistema HVAC debe estar incluido en el cuarto de telecomunicaciones para mantener la misma temperatura en el área adyacente. Una presión positiva debe ser mantenida como mínimo de un cambio de aire por hora, o como sea requerido mediante un código aplicable. Cuando estén presentes dispositivos activos, un número suficiente de cambios de aire deben ser previstos para disipar el calor. Si esta disponible una fuente de poder redundante en el edificio, el sistema HVAC que sirve al closet de telecomunicaciones, debe estar conectada a esta.

- Cuarto de equipo (Equipment room)

Un cuarto de equipo sirve al espacio necesitado para el equipo de telecomunicaciones más grande. Este es muchas veces un cuarto de propósito especial. Los cuartos de equipo están conectados a la facilidad del backbone. Este cuarto alberga solamente equipo relacionado directamente al sistema de telecomunicaciones y al sistema de soporte ambiental.

Los puntos a considerar para el diseño del closet de telecomunicaciones son:

- Se debe considerar la localización y distribución del closet de telecomunicaciones de acuerdo a los requerimientos de zonas sísmicas.
- Cuando se selecciona el sitio para el cuarto de equipo, evite localizaciones restringidas por componentes de la construcción que limiten la expansión como elevadores, fuera de paredes, u otras paredes fijas construidas. El acceso a esta área debe ser restringido. Es deseable localizar el cuarto de equipo cerca de la senda del backbone.
- La capacidad del piso en el cuarto de equipo será suficiente para llevar la carga del equipo distribuido y el instalado. El cuarto de equipo se diseñará para una carga distribuida mínima de 4.8 kPa y un mínimo de carga de por lo menos 8.8 kN. Si extraordinariamente el peso del equipo es mayor, estas características técnicas tienen que ser incrementadas.
- El cuarto de equipo no se localizará debajo del nivel de agua a menos que las medidas preventivas contra la inflación de agua hayan sido empleadas. El cuarto estará libre de agua o el desagüe que se conduce por tuberías no deberá estar localizado dentro del cuarto de equipo directamente.
- El cuarto de equipo se localizará con acceso listo al HVAC de entrega principal del sistema.
- El cuarto se localizará lejos de fuentes de interferencia electromagnética. Se prestará especial atención a los transformadores de suministro eléctrico, motores y generadores, equipo de la radiografía, radio o transmisores de radar y dispositivos de inducción.
- La vibración mecánica acoplada al equipo o a la infraestructura de cableado puede provocar fallas con el tiempo. Un ejemplo común de este tipo de fallas es la pérdida de conexiones.
- El tamaño del cuarto de equipo será determinado mediante el conocimiento de los requerimientos del equipo específico; esta información puede obtenerse del proveedor de equipo. Tomando en cuenta también proyectos futuros en los requerimientos presentes.
- Equipo del control ambiental, como distribuidores de potencia o sistemas de acondicionadores, y UPS arriba de 100 KVA se permitirán ser instalados en un cuarto separado.
- Se verificarán esquemas con proveedores de equipo para el peso y limitaciones de distancia entre los armarios. Deben evitarse puertas que proporcionan acceso a otras áreas del edificio a través del cuarto de equipo para sólo limitar acceso al cuarto de equipo al personal autorizado.
- La altura mínima del cuarto será de 2440 mm (8ft) sin obstrucciones.





- El cuarto de equipo se conectará a la senda del backbone para el cableado hacia el espacio terminal principal y los closets de telecomunicaciones.
- Un HVAC deberá ser previsto las 24 hrs. del día, y los 365 días del año. Si el sistema del edificio no puede asegurar un funcionamiento continuo para aplicaciones de equipo grandes, una unidad independiente se mantendrá en el cuarto de equipo. Si una fuente de poder de reserva está disponible en el edificio, debe considerarse para ser conectada al sistema de HVAC para servir al cuarto de equipo de telecomunicaciones como suministro de reserva.
- Se sellarán suelo, paredes y techo para reducir el polvo. Los acabados serán en colores claros para reforzar la iluminación del cuarto. Se seleccionarán materiales que tengan propiedades antiestáticas.
- La iluminación debe ser de 500Ix medida a un metro sobre el nivel del piso en medio de todos los pasillos entre armarios. La iluminación será controlada por uno o más interruptores localizados cerca de la puerta de entrada al cuarto.
- Una fuente de suministro por separado que sirva a el cuarto de equipo se proporcionará y terminará en su propio tablero eléctrico.
- Si una fuente de poder de reserva está disponible en el edificio, los equipos alojados en el tablero deben conectarse al suministro de reserva.
- La puerta será de un mínimo de 910 mm de ancho y 2000 mm de alto con cerradura. Si se anticipa que se entregarán equipos grandes al cuarto de equipo, una puerta doble (1820 mm en ancho y de 2280 mm de altura) y el poste del centro se recomienda. Equipo que genere ruido debe ser localizado fuera del cuarto de equipo.

- Facilidades de entrada (Entrance facilities)

Las facilidades de entrada consisten del servicio de entrada a la construcción, incluyendo la entrada a través de la pared del edificio, y continúa hasta la entrada del cuarto o espacio de telecomunicaciones.

La facilidades de entrada pueden contener las rutas del backbone que conectan el espacio terminal principal hacia otros edificios en situación de campo. Las especificaciones para las facilidades mencionadas deben cumplir con los requerimientos de zonas sísmicas. La localización de otras instalaciones como las eléctricas, agua y gas deben considerarse en la selección del lugar para localización de las facilidades de entrada de telecomunicaciones. Una facilidad de entrada alternativa debe ser prevista para prevenir necesidades especiales como seguridad, servicio continuo, etc. Equipo no relacionado al soporte de las facilidades de entrada no debe ser instalado en el sitio ocupado por las facilidades de entrada. Las rutas que proveerán las facilidades de entrada pueden ser aéreas, "enterradas", bajo tierra y en túneles.

Los siguientes elementos se consideran como parte de las facilidades de entrada:

- Backbone entre edificios (Interbuilding backbone)
Facilidad de ruta hacia el cuarto de entrada o espacio provisto para la interconexión con otros edificios, como un ambiente de campo.
- Ruta de servicio de entrada (Service entrance pathway)
Facilidad de ruta hacia el cuarto de entrada o espacio provisto como la facilidad de entrada por el proveedor de servicios.
- Punto de entrada (Entrance point)
Punto de emergencia del cableado de telecomunicaciones hacia el espacio en construcción.
- Cuarto o espacio de entrada (Entrance room or space)
Este espacio, preferentemente un cuarto, es la facilidad de servicio de la construcción en el cual la unión de las facilidades externas e internas toma lugar. El





cuarto de servicio de entrada puede servir también para cualquier función de telecomunicaciones para el equipo electrónico.

- Entrada alterna (Alternate entrance)
Es una ruta para la duplicación o diversificación de los servicios de entrada y rutas entre construcciones.
- Antena de entrada (Antenna entrance)

Es una ruta hacia el cuarto de entrada asociado.

ANSI/TIA/EIA 606

Estándar para la Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales

Las construcciones modernas requieren de una infraestructura de telecomunicaciones efectiva para soportar la amplia variedad de sistemas en los que confían la transportación electrónica de su información. Esta infraestructura abarca los espacios de equipos de telecomunicaciones, rutas de cableado, instalaciones de cableado de telecomunicaciones y hardware de terminación, aterrizaje de telecomunicaciones, y otros dispositivos. La administración de la infraestructura de telecomunicaciones incluye la documentación (etiquetas, esquemas, reportes, órdenes de trabajo, etc.) de cableado, closets de telecomunicaciones y otros espacios de telecomunicaciones. La colección y periodo de actualización de la información es crítica para un proceso administrativo exitoso.

El propósito e intento de este estándar es proveer un esquema de administración uniforme que independiente de las aplicaciones, pueda cambiar varias veces a través de la vida del edificio. Dentro del control de los componentes de la infraestructura de telecomunicaciones se deberá asignar a cada componente un identificador único, para así tener identificadores para cada ruta, espacio, cable, hardware y terminación, posición de terminación, empalme y componente de puesta a tierra (TMGB, TGB's, conductores de unión, etc.). No sólo se deben asignar identificadores, sino que también se deben etiquetar los componentes de acuerdo a las siguientes reglas:

- Las rutas de cableado se deben etiquetar en cada terminación localizada en los closets de telecomunicaciones, cuartos de equipo o facilidades de entrada. Se recomienda si es posible etiquetar en localizaciones intermedias o en un espacio regular a lo largo de la ruta.
- Todos los espacios deben estar etiquetados. Se recomienda que las etiquetas se fijen en las entradas de los espacios.
- Los subsistemas de cableado horizontal y de backbone deber ser etiquetados en cada extremo. Se recomienda que se fijen etiquetas en cada extremo más que marcar el cable. Una etiqueta adicional al cable debe estar localizada en una posición intermedia como son los extremos de conductos o empalmes, bocas de acceso y pull boxes.
- Se debe marcar un identificador en cada hardware de terminación.
- Un identificador debe ser marcado en cada etiqueta de posición de terminación. Cada posición de terminación debe ser marcada con el identificador de posición de terminación excepto en casos donde la alta densidad de terminaciones haga impráctica el proceso de etiquetado. Un identificador debe ser marcado en cada empalme o en su etiqueta.
- El busbar principal de unión de telecomunicaciones (TMGB) debe ser etiquetado con la marca "TMGB".
- Cada conductor del backbone y de unión de telecomunicaciones (TBB) conectado al TMGB debe ser marcado o etiquetado. Las etiquetas o marcas deben ser localizadas en los conductores y tan cerca como sea posible de la TMGB. Las etiquetas o marcas también serán colocadas en el otro extremo de este conductor de backbone de unión donde se enlazarán a los busbar de puesta a tierra de telecomunicaciones (TGB's).





- Cada TGB deberá ser marcado o etiquetado.
- Es recomendable que todos los conductores de unión extendidos a los equipos desde cualquier TGB en el edificio sean etiquetados. Las etiquetas deben ser colocadas en los conductores tan cerca como sea práctico para el TGB.

Por concepto de administración, también se deben incluir registros de los componentes de acuerdo a las siguientes reglas:

- En los registros se deben incluir los identificadores de ruta, los tipos de ruta, el porcentaje de saturación de la ruta y la carga de la ruta. Adicionalmente, se deben mantener los enlaces a los registros de cables, registros de espacios (terminación 1), registro de espacio (terminación 2), registro de espacio (acceso), otros registros de ruta y registro de puesta a tierra.
- En cada registro de espacio se debe incluir el identificador de espacio y el tipo de espacio. Además de mantener los enlaces hacia registros de rutas, registros de cables y registros de puesta a tierra.
- Se debe registrar para cada cable: identificador de cable, tipo de cable, y los cables o conductores no terminados, dañados y disponibles. Además, debe contener enlaces a los registros de posición de terminación, registros de empalmes, registros de rutas y registros de puesta a tierra. El registro de cable debe documentar todo conductor en el cable. El campo de tipo de cable incluirá el fabricante y la descripción del fabricante. También será deseable el mes y año de la instalación o aceptación lo que será registrado en información opcional.
- Para cada elemento de hardware de terminación se debe registrar su identificador de hardware de terminación, su tipo y posición. Además, se deben registrar enlaces a los registros de posición de terminación, registros de espacios y registros de puesta a tierra.
- Se debe registrar de la posición de terminación su identificador, tipo, código de usuario y el número de pares/conductores. Además de contener enlaces a registros de cables, registros de posición de terminación, registros de hardware de terminación y registros de espacios.
- Para los empalmes se debe registrar el identificador de empalme y su tipo. Además debe contener los enlaces a registros de cables y registros de espacios.
- Para el TMGB se debe registrar el identificador "TMGB", el tipo de busbar, el identificador del conductor de puesta a tierra, la resistencia a tierra y la fecha que indica cuando fue tomada. Además debe contener ligas al registro de conductor de unión y al registro de espacio. Puesto que el edificio tiene solo un TMGB, un simple registro mantendrá toda la información relacionada al TMGB y al conductor de puesta a tierra del edificio.
- Para el backbone de unión se debe registrar en cada cable el identificador de conductor de unión, tipo de conductor e identificador de busbar (ya sea al TMGB o a algún TGB). Además se deben mantener ligas a registro de busbar y rutas.
- Para los TGB's, el registro debe contener identificador de busbar y tipo de busbar. Además de ligas hacia registros de conductor de unión y registros de espacios.

También se deben incluir dibujos con las siguientes especificaciones:

- Se debe mantener un dibujo de los elementos de la infraestructura del sistema de cableado. Este dibujo mostrará la localización de todas las terminaciones de cableado y de los cables de backbone. También se mostrará una ruta de todos los cables. El identificador de cada terminación y cable representado aparecerá en el dibujo.
- El dibujo del backbone mostrará vistas de planta y elevación de todos los cables de backbone que sean instalados y encaminados a través de las rutas de telecomunicaciones, closets, cuartos de equipo y facilidades de entrada.
- La localización de todos los empalmes será indicada.





- Se deben mantener dibujos que registren los elementos de la infraestructura de puesta a tierra. Estos dibujos mostrarán la localización del electrodo de puesta a tierra del edificio, la ruta del conductor del electrodo de puesta a tierra desde el electrodo de puesta a tierra al TMGB y todos los busbar de puesta a tierra conectada al backbone. Los dibujos también mostrarán la ruta de todos los conductores de puesta a tierra.

Las etiquetas a utilizar en los equipos, deben cumplir con los siguientes puntos:

- Las etiquetas de terminación que identifiquen el mismo cable deben ser del mismo color.
- Los cross-connection son generalmente implementados entre campos de terminación de dos diferentes colores.
- El color naranja (pantone 150C) identificará el punto de demarcación (terminación de la oficina central).
- El color verde (pantone 353C) debe ser utilizado para identificar la terminación de conexiones de red en el lado de servicio a usuarios del punto de demarcación.
- El color púrpura (pantone 264C) se usará para identificar la terminación de cables originarios de un equipo común (computadoras, PBX's, multiplexores, etc.)
- El color blanco será empleado para identificar el medio del primer nivel del backbone de telecomunicaciones en el edificio que contenga el cross-connect principal.
- El color gris (pantone 422C) debe ser utilizado para identificar el medio del segundo nivel del backbone de telecomunicaciones en el edificio que contenga el cross-connect principal.
- El color azul (pantone 291C) se usará para identificar la terminación del medio de la estación de telecomunicaciones y es requerido sólo en el extremo del closet de telecomunicaciones (TC) y en el extremo de las facilidades de entrada (ER) del cable y no en el outlet conexión de telecomunicaciones.
- El color café (pantone 465C) se utilizará para la identificación de las terminaciones del backbone entre edificios.
- El color amarillo (pantone 101C) se empleará para identificar la terminación de circuitos auxiliares (alarmas, mantenimientos, etc).
- El color rojo (pantone 184C) será empleado para identificar las terminaciones de sistemas telefónicos.
- En edificios que no contengan el cross-connect principal, el color blanco se utilizará para identificar las terminaciones del segundo nivel del backbone.

ANSI/TIA/EIA 607 Requerimientos de Unión Puesta a Tierra (aterriaje) para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales

Las telecomunicaciones modernas requieren de una infraestructura efectiva dentro de su construcción para soportar la amplia variedad de sistemas en los que confían la transportación electrónica de su información. Esta infraestructura abarca los espacios de equipos de telecomunicaciones, rutas de cableado, instalaciones de cableado de telecomunicaciones y hardware de terminación, aterriaje de telecomunicaciones, y otros dispositivos. La infraestructura provee el soporte básico de la distribución de toda la información dentro del edificio. La unión de puesta a tierra recomendado en este estándar está propuesta para trabajar con la topología de cableado especificada en el ANSI/TIA/EIA 568-A (estándar de cableado de telecomunicaciones) e instaladas de acuerdo con el ANSI/TIA/EIA 569-A (estándar de rutas y espacios de telecomunicaciones).

El propósito de este estándar es hacer posible la planeación, diseño e instalación de sistemas de puesta a tierra de telecomunicaciones teniendo o no conocimiento previo de los sistemas de telecomunicaciones que subsecuentemente serán instalados. Esta infraestructura de





telecomunicaciones de unión de puesta a tierra deberá soportar ambientes multiproductos y multiprovededores. En este estándar se especifican:

- Los requerimientos de unión puesta a tierra de telecomunicaciones para una infraestructura uniforme que deberá ser seguida dentro de los edificios comerciales donde se intenta instalar los equipos de telecomunicaciones.
- La interconexión hacia otros sistemas de aterrizaje, soporte de sistemas y equipos de telecomunicaciones.
- El armazón o cuadro de unión puesta a tierra de telecomunicaciones. La figura 2.5.12 muestra el sistema de unión de puesta a tierra de una construcción grande con múltiples backbones de telecomunicaciones.
- Una referencia de puesta a tierra de sistemas de telecomunicaciones dentro las facilidades de entrada de telecomunicaciones, los closets de telecomunicaciones y cuarto de equipo.
- La unión y rutas de conexión, protección de cables, conductores y hardware de closet de telecomunicaciones, cuartos de equipo y facilidades de entrada.

La infraestructura de unión de puesta a tierra de telecomunicaciones se origina con una conexión hacia a tierra de los equipos de servicio (potencia) y se extiende a través de la construcción. Este se conforma por 5 componentes principales:

- Conductor de unión para telecomunicaciones
- El conductor de unión para telecomunicaciones debe unir al busbar principal de puesta a tierra de telecomunicaciones (TMGB) hacia la puesta a tierra del equipo de servicio. La figura siguiente esquematiza esta conexión.

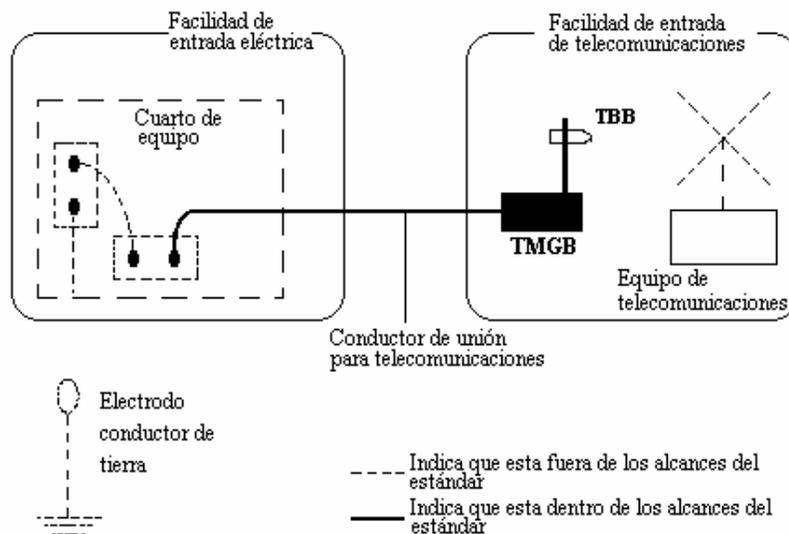


Figura 2.5.13 Esquema de conectividad hacia la tierra del equipo de servicio.

El conductor de unión de telecomunicaciones debe ser como mínimo del mismo tamaño que el TBB, es decir, debe ser de 6 AWG.

- Busbar (barra guía) principal de puesta a tierra de telecomunicaciones (TMGB)
Se localizará en el cuarto de facilidades de entrada de telecomunicaciones del edificio y debe cumplir con:





- Ser una barra de cobre pre-perforado provisto con orificios para tornillos que cumplan con el estándar NEMA de tamaño y espaciado para el tipo de conectores que se empleen.
- Tener dimensiones mínimas de 6 mm de grosor x 50 mm de ancho y variable en longitud para mantener los requerimientos de futuros aterrizajes.
- Ser galvanizado para reducir la resistencia por contacto.

Este TMGB se unirá al electrodo de tierra de las instalaciones de entrada eléctrica del edificio, u por otro lado se unirá al backbone de unión para telecomunicaciones (TBB).

- Backbone de unión de telecomunicaciones (TBB)
Un TBB es un conductor que interconecta todos los busbar de puesta a tierra de telecomunicaciones (TGB's) con el TMGB. La función básica de los TBB's es reducir o igualar las diferencias de potencial entre los sistemas de telecomunicaciones unidos a este. Un TBB se origina en el TMGB, se extiende a través de la construcción usando las rutas del backbone de telecomunicaciones, y se conecta hacia todos los TGB's en todos los closets y cuartos de equipos de telecomunicaciones.

El TBB debe ser diseñado tomando en cuenta el tipo de construcción, tamaño del edificio, requerimientos de telecomunicaciones y la configuración de las rutas y espacios de telecomunicaciones. El TBB debe ser un conductor de cable aislado y su tamaño mínimo debe ser de 6 AWG.

- Busbar (barra guía) de puesta a tierra de telecomunicaciones (TGB)
El busbar de puesta a tierra de telecomunicaciones es el punto central común de conexión para sistemas de telecomunicaciones y equipo localizado en el área de servicio mediante el closet de telecomunicaciones o cuarto de equipo. El TGB cumple con los puntos especificados anteriormente para el TMGB. El TGB deberá de estar aislado de su soporte por una separación mínima de 50 mm y su localización ideal es al lado del panel de telecomunicaciones en caso de que exista en el closet o en el cuarto de equipo de telecomunicaciones.
- Interconexión de unión del backbone de telecomunicaciones con el conductor de unión de puesta a tierra (TBBIBC)
Estos componentes en conjunto con las rutas y espacios (ANSI/TIA/EIA/ 569) y el cableado de telecomunicaciones (ANSI/TIA/EIA/ 568), comprenden totalmente el soporte básico de una estructura de telecomunicaciones.





III. Estado Actual de la Red del Instituto de Ingeniería

III.i. Descripción de la Organización Actual de la Red

III.i.1. Tecnología

El Instituto de Ingeniería depende de la conexión que se tiene con Red UNAM, anteriormente Red UNAM entregaba al Instituto una conexión al backbone con tecnología Ethernet, así la red del Instituto operaba entonces con tecnología Ethernet 10 Base-FX en toda su infraestructura, excepto en el backbone, el cual funcionaba a tecnología ATM.

Actualmente la red del Instituto opera con tecnología Fast Ethernet en el enlace con Red UNAM y en los enlaces de escritorio o de usuarios finales (debido a la demanda de sus usuarios y al requerimiento de un mejor desempeño), excepto en el backbone el cual sigue operando con tecnología ATM.

Como ya se menciona, la naturaleza actual de la RedII está basada en tecnología ATM, está es una tecnología que va en decadencia en cuanto a redes locales se refiere y los diferentes fabricantes de tecnología ya no la ofrecen en su totalidad. Por eso es que uno de los propósitos de la red del Instituto es ir a la par con Red UNAM en cuanto a tecnología e ir creciendo junto con sus alrededores.

Desde que Red UNAM empezó a entregar tecnología Ethernet, la red del Instituto operó con esa tecnología, cuando RedUNAM cambió su tecnología a Fast Ethernet, la red empezó a operar también con esta tecnología, actualmente RedUNAM es capaz de proporcionar tecnología Gigabit Ethernet y se pretende que la red del Instituto opere también con esta tecnología, tanto en el backbone como en toda su infraestructura.

III.i.2. Topología

La red de Cómputo del Instituto de Ingeniería tiene una topología física de estrella.

El esquema de cableado de fibra tiene una configuración de anillo lógico a través de 3 pares de fibras ópticas multimodo entre la conexión de los edificios que conforman el backbone, la estructura del cableado se muestra esquemáticamente:

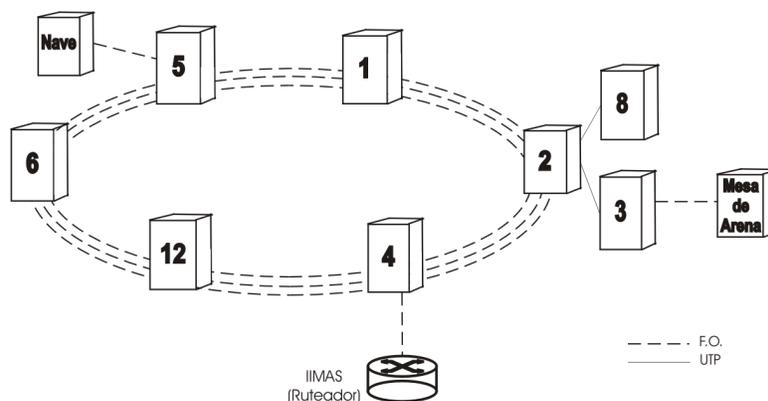


Figura 3.1 Anillo lógico de la RedII





Sin embargo, dado que no se utilizan todas las fibras en todas las secciones del anillo, en realidad se tiene un esquema de estrella tal y como se muestra en el siguiente esquema:

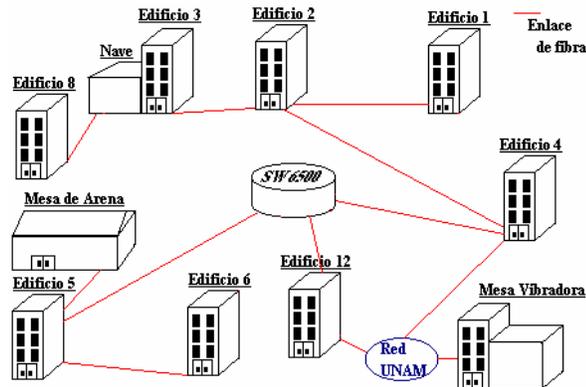


Figura 3.2 Esquema de estrella de la RedII.

El esquema de estrella une con un par de fibras, a cada uno de los edificios principales, así en cada IDF hay un distribuidor de fibras, en donde hay 6 hilos de llegada y otros 6 de salida, en el distribuidor se toma un par de fibras para alimentar el equipo correspondiente y se realiza el puenteo de los 2 pares restantes para llevar la señal a los siguientes edificios.

III.i.3. Equipos

Actualmente la red del Instituto de Ingeniería tiene como centro de la estrella un equipo SW 6500 de Cabletron Systems que da cabida a todas las conexiones de fibra provenientes de los edificios enlazados en la red, además de su enlace con red UNAM.

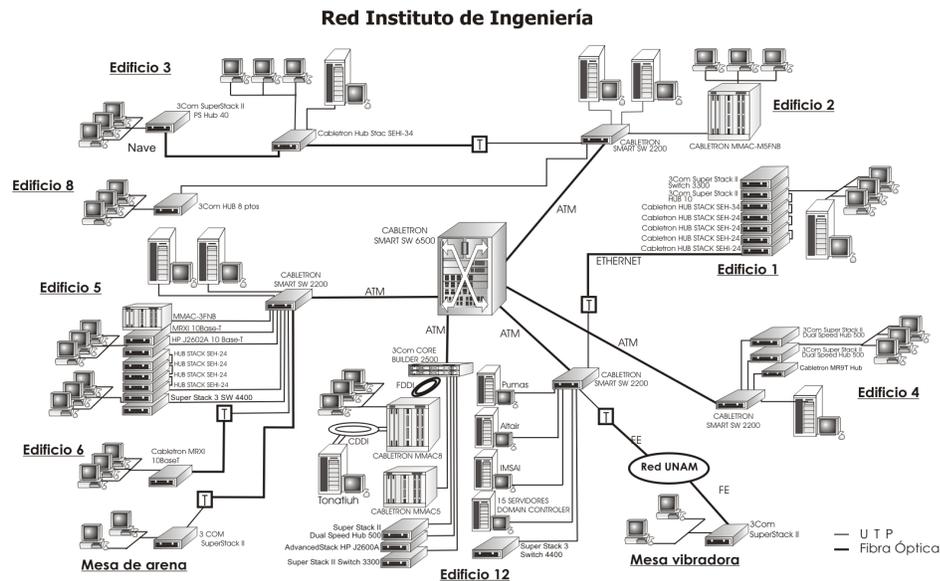


Figura 3.3 Vista de las conexiones en fibra hacia el SW 6500

Siguiendo con el esquema mostrado anteriormente se describirán los equipos por edificios y posteriormente se detallaran las características de los equipos.





III.i.3.1. Descripción

Equipos en el edificio 1

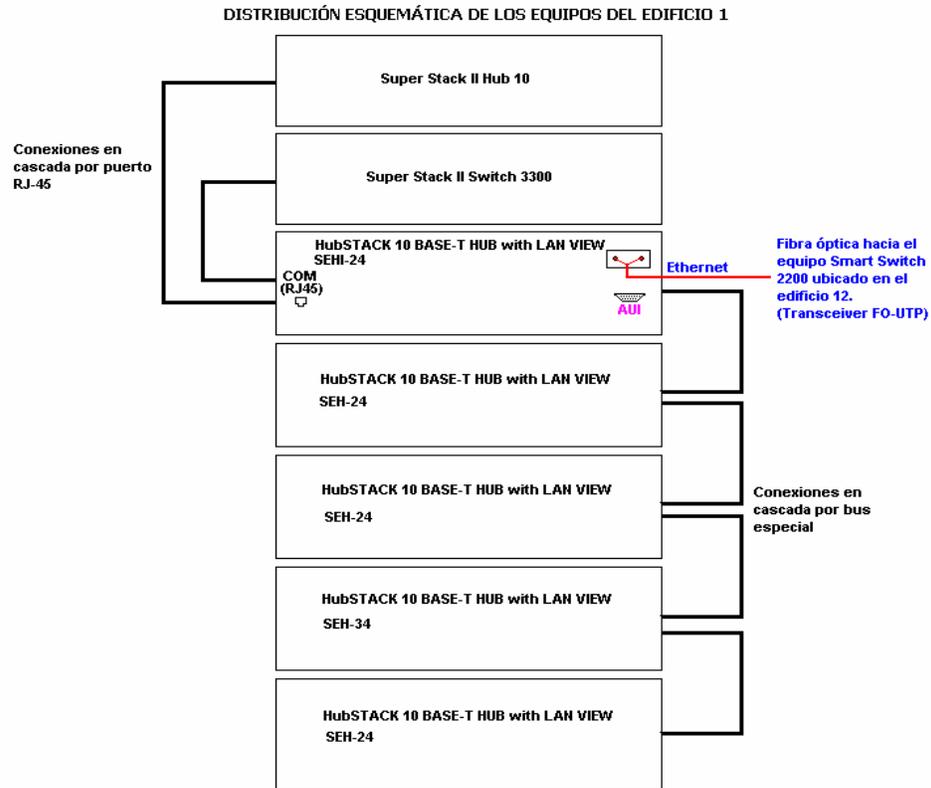


Figura 3.4 Distribución esquemática de los equipos del edificio 1

Tiene alrededor de 149 nodos de red activos, que se proveen a través de 5 concentradores Hub STACK 10BASE-T de Cabletron Systems, un switch Super Stack II 3com y un Hub 3Com de 24 puertos conectado en cascada.

El equipo principal del edificio es un concentrador HubStack SEHI-24 (Intelligent Stackable HUB) 10 Base T con Lan View de 24 puertos en RJ45 consta de 2 puertos EPIM (Ethernet Port Interface Modules) uno de ellos tiene una tarjeta EPIM-A para conector AUI (DB15(hembra)), y el otro, tiene una tarjeta EPIM-F1 para conector SMA para fibra óptica multimodo.

A este concentrador se conectan 3 SEH-24 (Stackable HUB) en cascada también de 24 puertos en RJ45 cada uno, la conexión en cascada se hace por medio de los buses internos de los concentradores que se encuentran en la parte trasera de los equipos.

También se conecta a la pila (en cascada) un SEH-34 de 24 puertos a base de telcos, usa dos telcos de 12 puertos cada uno, proporcionando 24 segmentos de par trenzado y 2 puertos EPIM.

Se conecta el HUB 3Com SuperStack II Hub 10 de 24 puertos TP (3C16406) en cascada al SEHI-24 mediante cable UTP y un SW Super stack II 3Com de 24 pto.





Mediante el modulo EPIM en el SEHI se hace el enlace en fibra óptica al equipo SmartSwitch 2200 ubicado en el edificio 12.

Equipos en el edificio 2, 3 (Nave - Cuarto de Bombas) y 8

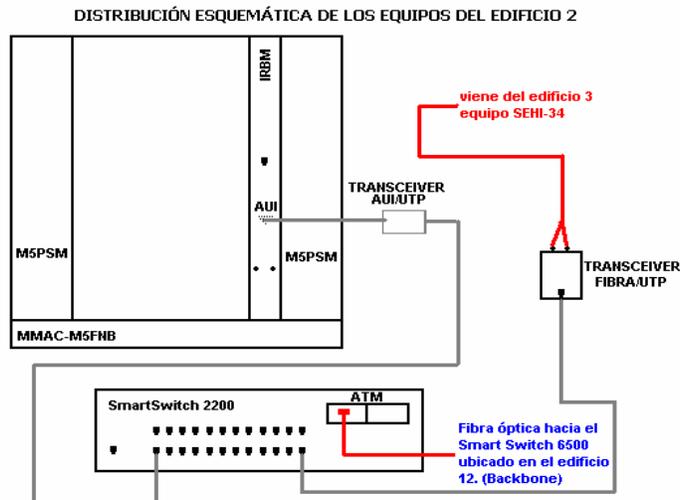


Figura 3.5 Distribución esquemática de los equipos del edificio 2

En el edificio 2 el equipo principal de esta sección de red se encuentra ubicado en el primer entrespacio del edificio 2.

Aquí tenemos un equipo MMAC-M5FNB de Cabletron Systems, el cuál cuenta con 2 fuentes de poder redundantes M5PSM para ofrecer una mayor seguridad ante posibles fallas en el suministro de energía del equipo, también cuenta con 5 tarjetas, de las cuales, 4 son TPMIM-34 y una IRBM con una entrada AUI y una para fibra.

Del puerto AUI de la tarjeta IRBM de este equipo principal se conecta a un transceiver del que se lanza un cable UTP que va a un puerto del SW 2200 de Cabletron Systems, el cual provee de red a los demás equipos del edificio 2.

De este SW se recibe el enlace de fibra óptica del equipo principal SW 6500 del edificio 12.

A su vez de este SW 2200 se lanza un cable UTP hacia un transceiver (acoplador de medios), del cual se obtienen un par de fibras, las cuales alimentan directamente al equipo de la parte frontal del edificio 3 (Nave), este equipo de red consiste de 2 concentradores conectados en cascada SEHI-34 de 24 puertos a base de telcos (2 de 12 puertos cada uno)





DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS EQUIPOS DEL EDIFICIO 3

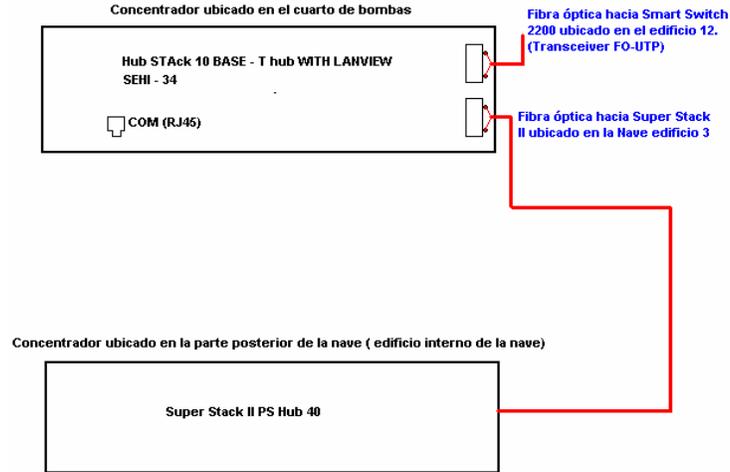


Figura 3.6 Distribución esquemática de los equipos del edificio 3

Estos concentradores proporcionan red al primer piso del edificio 3 en la parte frontal (Bombas) y también a una parte del área de Ing. Sismológica (planta baja del edificio 2), de este equipo sale un par de fibras que llevan red a la parte posterior del edificio 3 (Nave), en esta área se tiene un concentrador SuperStack II de 3Com de 24 puertos en RJ45, este equipo proporciona, por el momento, 20 nodos de red para esa área.

Por su parte el edificio 8 conocido también como laboratorio de enrocamiento es alimentado de red por un concentrador 3Com de 8 puertos, el cual es alimentado desde el concentrador SW 2200 del edificio 2 mediante cable UTP, hasta el momento se ocupan 4 puertos.

Equipos en el edificio 4

DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS EQUIPOS DEL EDIFICIO 4

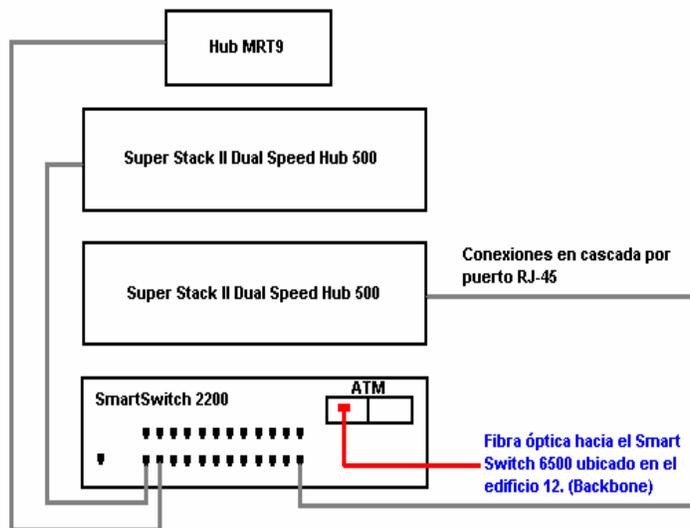


Figura 3.7 Distribución esquemática de los equipos del edificio 4





Del equipo principal SW 6500 en el edificio 12, se tiene una conexión directa en fibra óptica al edificio 4, este enlace (enlace ATM 155 Mbps) llega a un distribuidor de fibras (planta baja), del distribuidor de fibras se tiene una conexión a un SW 2200 ubicado en el primer piso del edificio 4.

El SW 2200 tiene instalado el slot HSIM (High Speed Interface Modules), que provee la conectividad con fibra óptica para la tecnología de Red ATM (155 Mbps). Con el SW 2200 se forma una estrella hacia los demás equipos.

Del SW 2200 se tiene una conexión con cable UTP hacia un Hub 3Com Dual Speed de 24 puertos y de la misma manera se conecta un SW 3Com 4400 de 48 puertos.

Con esta infraestructura se pueden tener 96 nodos de red potenciales, de los cuales ya hay instalados hasta el momento 76 nodos, los cuales se distribuyen en las dos plantas que conforman este edificio.

Equipos en el edificio 5

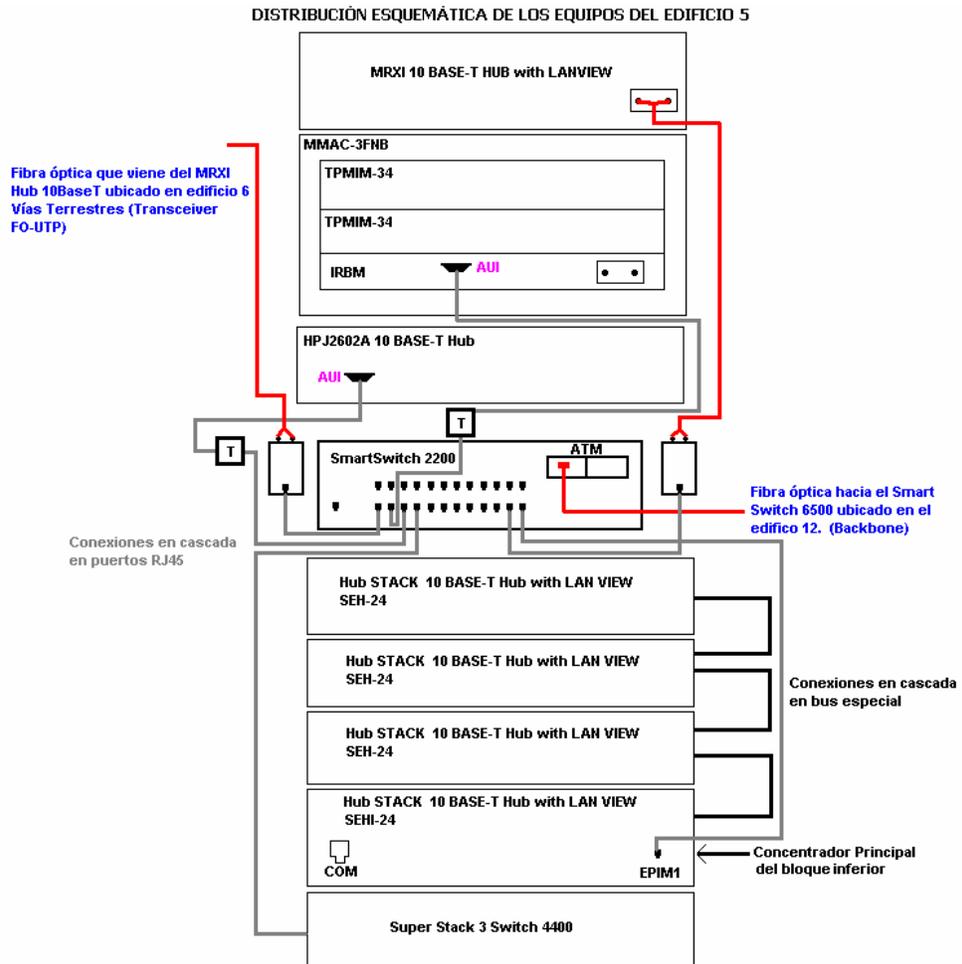


Figura 3.8 Distribución esquemática de los equipos del edificio 5

Del equipo principal SW 6500 en el edificio 12, se tiene una conexión directa de fibra óptica a un SW 2200 ubicado en el edificio 5, este SW provee los enlaces





hacia todos los concentradores que dan servicio a todo el edificio, también dota de red a los equipos del edificio 6 y la Mesa de arena.

El SW 2200 tiene instalado el slot HSIM (High Speed Interface Modules), que provee la conectividad con fibra óptica para la tecnología de Red ATM (155 Mbps).

Con el SW 2200 se forma una estrella hacia los demás equipos.

El edificio 5 es el que cuenta con más nodos de red por el momento ya que consta de 7 concentradores y dos switches (uno de 24 puertos y el otro de 48), conectados en cascada.

En primer lugar del SW 2200 se tiene una conexión con cable UTP hacia un transeiver (TPFOT-2 10BaseT) que cambia el medio a fibra óptica, este enlace de fibra va a un concentrador MRXI 10Base-T c/LanView de Cabletron Systems que proporciona 12 puertos a base de Telcos, que tiene instalada una tarjeta SPIM-F2 para la interfaz con fibra óptica.

Del SW 2200 se tiene una conexión con cable UTP hacia un transeiver para conector AUI, este se conecta al equipo MMAC-3FNB (usando el puerto AUI).

El MMAC-3FNB cuenta con dos tarjetas 10BaseT TPMIM-34 de 24 puertos cada una (a base de telcos), una tarjeta IRBM que cuenta con un par de IEEE802.3 FOIRL, para fibra óptica con conectores tipo ST y un puerto IEEE 802.3 para conectores tipo AUI.

Se tiene una conexión del SW 2200 con cable UTP hacia un transeiver para conector AUI, este se conecta al concentrador HPJ2602A de Hewlett-Packard que cuenta con 4 telcos de 12 puertos cada uno de ellos, y cabe hacer mención de que 2 puertos del mismo no funcionan por lo que en realidad sólo suministra 46 nodos.

Del SW 2200 se tiene una conexión con cable UTP hacia un puerto del concentrador HubStack SEHI-24 24 (Intelligent Stackable HUB) 10BaseT con LanView de 24 puertos en RJ45, consta de 1 puerto EPIM (Ethernet Port Interface Modules) uno de ellos tiene una tarjeta EPIM-T para conector RJ45 (puerto EPIM1 RJ45).

Al SEHI-24 se conectan en cascada 3 equipos SEH-24 (Stackable HUB) de 24 puertos cada uno, la conexión en cascada se hace por medio de los buses internos de los concentradores que se encuentran en la parte trasera de los equipos, cada HubStack SEH-24 cuenta con 24 puertos para RJ45.

Del SW 2200 se tiene una conexión con cable UTP hacia un concentrador 3Com Office Connect de 8 puertos RJ45.

Con esta infraestructura se pueden tener 271 nodos de red (considerando los puertos descompuestos) potenciales de los cuales ya hay instalados 251 puertos.





Equipos en el edificio 6 y la Mesa de Arena

DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS EQUIPOS DEL EDIFICIO 6



Figura 3.9 Distribución esquemática de los equipos del edificio 6

En el edificio 6 se tiene un concentrador MRXI 10 BASE-T de Cabletron Systems que proporciona 12 puertos a través de un telco, este es alimentado por el equipo SW 2200 del edificio 5 mediante un enlace fibra en este edificio solo se usan 6 de los 12 nodos potenciales.

Y en lo que respecta a la mesa de arena, se tiene otro equipo Cabletron MRXI 10 BASE-T (que proporciona 6 nodos de red activos y otros 6 de holgura) el cual es alimentado desde el SW 2200 del edificio 5 por un par de fibras, las cuales llegan a un transceiver que cambia el medio a UTP, con el cual se dotan de red a los demás equipos.

Equipos en el edificio 12 y la Mesa Vibradora

DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DEL EQUIPO DE RED DEL EDIFICIO 12 ATM

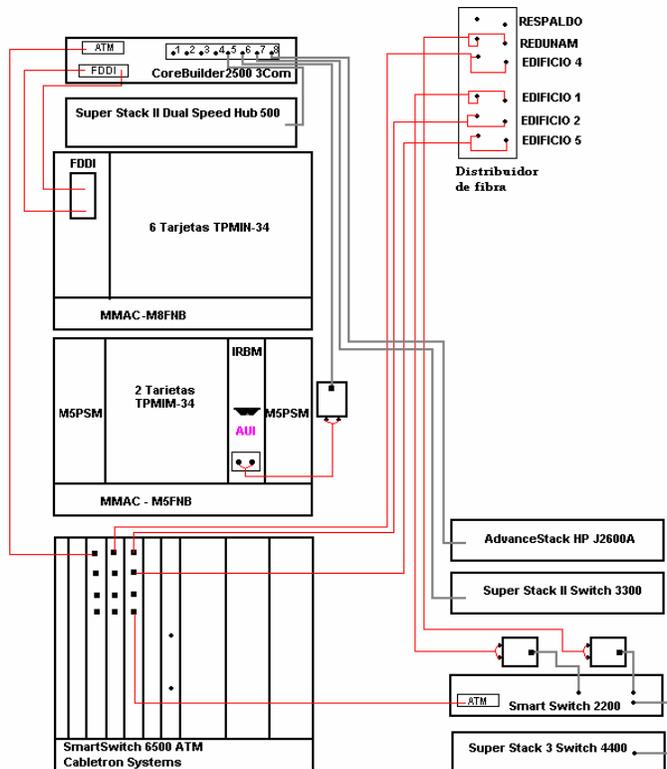


Figura 3.10 Distribución esquemática de los equipos del edificio 12





Este es el edificio donde se encuentra la Coordinación de Sistemas de Cómputo, razón por la cual aquí se ubica el equipo principal de la red. La distribución del equipo esta conformada por 4 partes:

1. El equipo que esta ubicado en la planta baja del edificio 12 (a un costado de las escaleras).
El equipo MMAC-M8FNB, el cual tiene 8 tarjetas y una de ellas es FDDMIM-24 que nos proporciona el enlace de FDDI de fibra óptica con el equipo Core Builder 2500 de 8 puertos, proporciona 144 puertos potenciales de red a base de telcos. El concentrador Super Stack Dual Speed, que también se conecta al Core Builder mediante UTP, tiene 22 puertos ocupados.
2. El equipo localizado en el salón de cursos.
En esta sección sólo se encuentra un concentrador AdvancedStack HP J2600A, el cual provee 11 puntos de red que son precisamente los equipos de dicho salón, y que además se conecta al Core Builder por cable UTP.
3. En el área de servidores.
El switch Cabletron 2200 Fast Ethernet de 24 puertos recibe el enlace de Red UNAM y después se conecta mediante una interfaz ATM al switch SW 6500 para distribuir la salida al exterior, también existe un equipo 3Com SuperStack 4400 que se conecta al SW 2200 de 24 puertos mediante un cable UTP. El switch 2200 se encarga de dar servicio a los servidores, y además recibe el enlace del edificio 1 a través de un acoplador de medios que hace la transformación de fibra óptica a UTP.
4. Y por último, el área de redes y telecomunicaciones.
En primer lugar se tiene el Switch SW 6500 de Cabletron Systems, el cual es el equipo principal, pues es el corazón de la estrella y en un futuro se desea que sea el que proporcione la conexión hacia el exterior mediante Red UNAM. A este switch llegan todos los enlaces de fibra óptica de los edificios que se conectan al backbone principal. El otro equipo es un switch 3300 que se conecta al Core Builder mediante UTP y proporciona servicio de red al área de redes, a las computadoras de las secretarías e impresoras, tiene 11 puertos ocupados.

Por lo que respecta a la mesa vibradora, dadas las dimensiones de la misma, aquí sólo se tiene un Concentrador modelo 3Com SuperStackII de 48 pto., el cual recibe el enlace de Internet desde Red UNAM con fibra óptica y así es como se dota de red a los equipos de la mesa. De esta forma la Mesa Vibradora mantiene una conectividad indirecta hacia la RedII, pues no se conecta directamente al backbone de la RedII.¹

DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS EQUIPOS DE LA MESA VIBRADORA

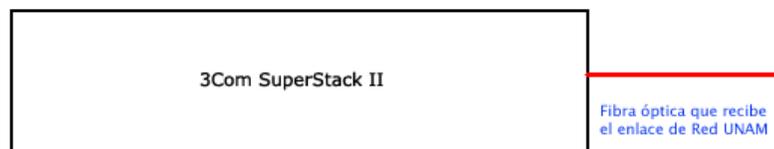


Figura 3.11 Distribución esquemática de los equipos de la mesa vibradora

¹ La forma en la que se conecta la mesa vibradora hacia la RedII, se puede observar en la figura 3.3 en el tema Descripción de la Organización Actual de la Red (pag. 2).





III.i.3.2. Características detalladas

HubStack SEHI-24 (Intelligent Stackable HUB) 10 Base T con Lan View

El SEHI está diseñado para manejar todas las series de los SEH (o no inteligentes). El SEHI usa una memoria Flash EEPROMs que permite la descarga y actualización de un nuevo firmware para el dispositivo. El SEHI funciona como tope de la pila. El SEHI provee todos los paquetes y mantiene las estadísticas de error para la pila, por cada dispositivo o por puerto individual.

El SEHI automáticamente particiona segmentos con problemas, y vuelve a conectar los segmentos una vez reparados a la red. Esta característica reduce al mínimo el impacto en la operación de la red aislando el segmento que presenta el problema. Solamente los dispositivos en el segmento del problema se afectan. Cuando se soluciona el problema, el SEHI vuelve a conectar automáticamente el segmento aislado a la red.

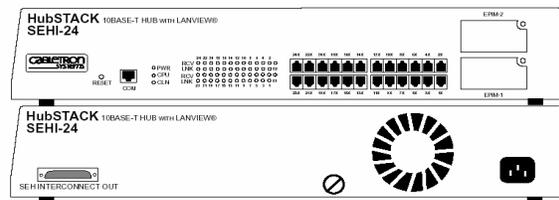


Figura 3.12 HubStack SEHI-24

SEH-24 (Stackable HUB)

Estos dispositivos están diseñados para ser manejados por el SEHI, se pueden apilar hasta 5 SEH sin contar con un dispositivo que tenga las funciones de administración (SEHI), o un SEHI (Hub Inteligente) y 4 dispositivos SEH. Los Hub pueden ser removidos o agregados sin tener que apagar el apilamiento completo.

Proporciona la flexibilidad de conectar redes usando equipo para IEEE 802.3. Entre otras funciones el SEH automáticamente particiona segmentos con problemas, y vuelve a conectar los segmentos una vez reparados a la red. Esta característica reduce al mínimo el impacto en la operación de la red aislando el segmento que presenta el problema. Solamente los dispositivos en el segmento del problema se afectan. Cuando se soluciona el problema, el SEH vuelve a conectar automáticamente el segmento aislado a la red.

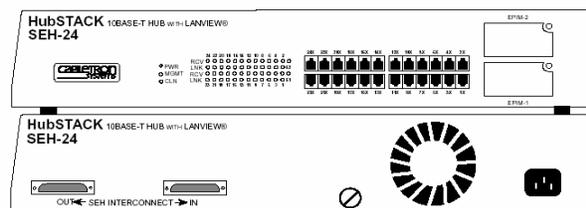


Figura 3.13 HubStack SEH-24





SEH-34 (Stackable HUB)

SEH-34 de 24 puertos a base de telcos, con características similares al SEH-24, la diferencia es que éste es a base de telcos y el otro es a base de puertos RJ-45.

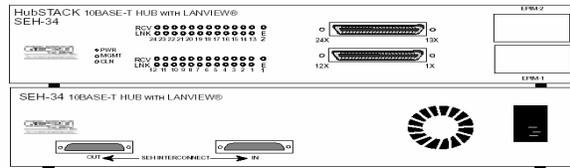


Figura 3.14 HubStack SEH-34

HUB 3Com SuperStack II.

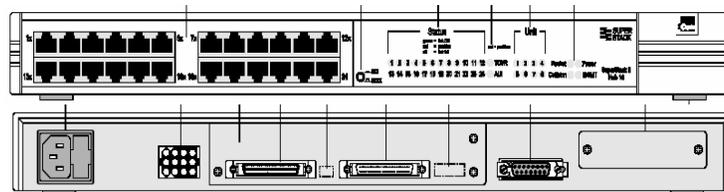


Figura 3.15 Hub 3Com SuperStackII

Este Hub tiene las siguientes características:

Ha sido diseñado para cumplir con el estándar IEEE 802.3 para Redes de Area Local, y proporciona todas las funciones estándar de los repetidores 802.3, incluyendo:

- Retransmisión de la señal.*
- Regeneración de la cabecera.*
- Extensión del fragmento (fragment extension).*
- Partición/reconexión automática.*

MMAC-M5FNB de Cabletron Systems

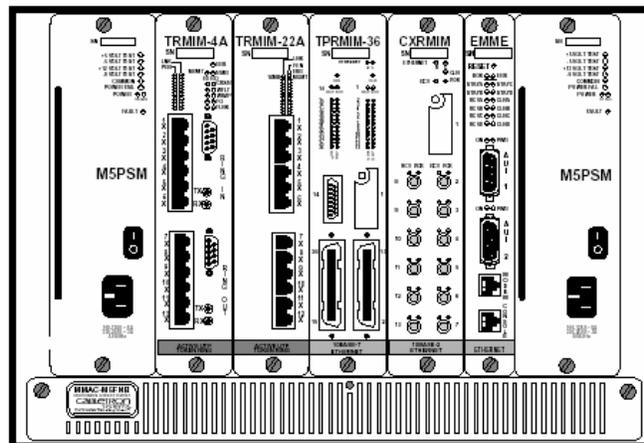


Figura 3.16 MMAC-M5FNB





El MMAC-M5FNB (*Multi Media Acces Center*) es un módulo completo para las redes, soporta redes de área local que cumplan con los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.5, y FDDI también soporta todos los MIM's (*Media Interface Modules*) de Cabletron Systems. Existe una gran variedad de medios de acuerdo a los estándares estándares IEEE 802.3, IEEE 802.5, y FDDI que pueden conectarse al MMAC, incluyendo UTP y STP, fibra óptica, cable coaxial delgado y grueso además de cable estándar para transceiver AUI con lo que se puede tener una integración de redes muy completa a través de una sola fuente.

Soporta 4 módulos MIM o 5 si sólo se usa una fuente de poder M5PSM.

Esta diseñado para hacer cambios de medio o hacer expansiones en la red, los cuales se pueden hacer sin tener que apagar toda la red.

Tiene la particularidad de que puede operar con una o dos fuentes de corriente M5PSM, si dos fuentes son usadas se distribuyen el uso de corriente, por lo que si una fuente falla, automáticamente la otra provee de la alimentación necesaria a todo el equipo. Si sólo una es usada, se puede instalar otro módulo MIM en lugar de la fuente. Y es "hot swap" lo que significa que se puede quitar e insertar una fuente sin tener que apagar el equipo.



Fig. 3.17 Módulo M5FNB



Fig. 3.18 Tarjeta TPMIM

Las tarjetas TPMIM-34 proporcionan 24 puertos de red mediante 2 telcos de 12 puertos cada uno mientras que la tarjeta IRBM provee las posibilidades para la interconexión entre diversos medios de transmisión y también proporciona la opción de monitorear directamente el equipo a través de un puerto serial similar al COM1 de las computadoras.

Las tarjetas TPMIM-34 (*10BASE-T TWISTED PAIR MEDIA INTERFACE MODULE*) (TPMIM-34) proveen un método alternativo para incorporar segmentos de par trenzado en una red con esquemas existentes de alambrado de par trenzado, tiene dos conectores de 50 pines

a base de telcos que proveen 12 puertos cada uno. Soporta segmentos de 125 metros de longitud tipo UTP, cada

puerto de la TPMIM tiene incorporado la característica de detección de polaridad y corrección, con lo que permite que la TPMIM avise de un mal cableado dentro de la red. Se pueden usar en combinación con otras MIM por ejemplo de fibra óptica, AUI, etc.

Cada paquete que pasa por la TPMIM es repetido por el módulo repetidor que tiene el MMAC, esto incluye a las tarjetas IRM-2 e IRBM, con lo que es regenerado y resincronizado, con lo que se asegura la integridad de los datos y una distancia máxima.



Fig. 3.19 Tarjeta IRBM

Por otra parte la tarjeta IRBM (*Intelligent Repeater Bridging Module*) es el corazón del MMAC, pues la IRBM incorpora un repetidor IEEE802.3 que permite un mayor paso de datos entre los puertos del





MMAC, también incluye capacidades de puenteo IEEE 802.1d para prevenir que tráfico innecesario pase por el MMAC. Desde que la IRBM cumple con el protocolo SNMP, puede ser controlado el manejo de los paquetes, y puede ser controlada y monitoreada por una variedad de paquetes de administración de red como LANVIEW, tiene 2 puertos que se usan para conectar segmentos de redes externas: un par de IEEE802.3 FOIRL, para fibra óptica con conectores tipo ST y otro puerto IEEE 802.3 para conectores tipo AUI, ambos, ó uno de estos puertos puede actuar como puente par redes externas y el otro como repetidor.

MMAC-M8FNB

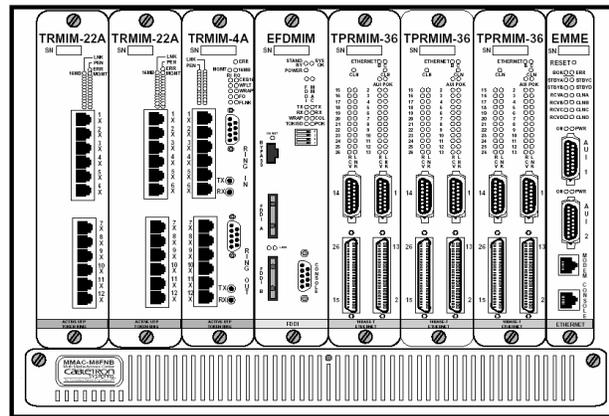


Figura 3.20 MMAC-M8FNB

El MMAC-M8FNB (Multi Media Acces Center) soporta redes de área local que cumplan con los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.5, y FDDI también soporta todos los MIM's (Media Interface Modules) de Cabletron Systems. Existe una gran variedad de medios de acuerdo a los estándares estándares antes mencionados que pueden conectarse al MMAC, incluyendo UTP y STP, fibra óptica, cable coaxial delgado y grueso además de cable estándar para transceiver AUI con lo que se puede tener una integración de redes muy completa a través de una sola fuente.

El equipo MMAC-M8FNB de Cabletron Systems, el cuál cuenta con 8 tarjetas, de las cuales, 6 son TPMIM 34, 1 FDMIM 24 y 1 IRBM.

EI MMAC-3FNB

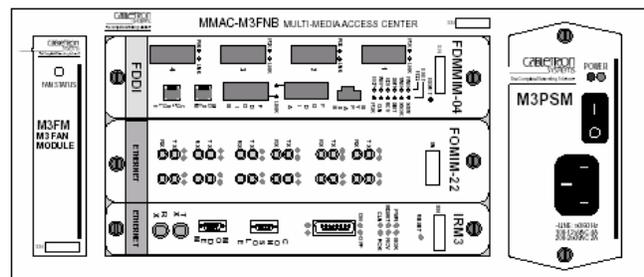


Figura 3.21 MMAC-3FNB

El MMAC-M3FNB soporta los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.5 y estándares FDDI, también soporta todos los MIM's (Media Interface Modules) de Cabletron Systems.





Los medios físicos que se pueden conectar al equipo son: UTP, STP, fibra óptica, coaxial y cuenta con entrada para un conector AUI.

El MMAC-3FNB cuenta con dos tarjetas 10BaseT TPMIM-34 de 24 puertos cada una (a base de telcos). Una tarjeta IRBM, que cuenta con un par de IEEE802.3 FOIRL, para fibra óptica con conectores tipo ST y un puerto IEEE 802.3 para conectores tipo AUI.

Smart Switch 2200

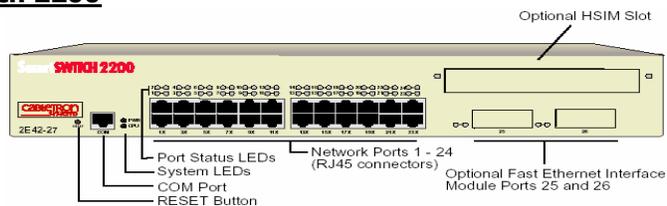


Figura 3.22 SmartSW 2200

- Cuenta con 24 puertos FE (100 Mbps) y un modulo HSIM (High Speed Interface Module). El módulo HSIM provee conectividad con varias tecnologías de redes, como puede ser ATM.
- Tecnología FDSE (Full Duplex Switched Ethernet),
- SmartTrunk permite incrementar el ancho de banda en un enlace entre dispositivos Cabletron Systems (ambos dispositivos deberán soportar SmartTrunk), podemos conectar varios puertos de un equipo a otro y se vera como un solo enlace; por ejemplo si conectamos 4 puertos tendremos un enlace de 400 Mbps (800 Mbps en full duplex).
- Administrable usando SNMP (Simple Network Management Protocol) y RMON (Remote Monitoring)
- Soporta IEEE 802.3 y cuenta con compatibilidad para IEEE 802.1D y DEC Spanning Tree Algorithms.

SW 3Com 4400 de 24 ptos



Figura 3.23 SW 3Com 4400

Este Switch tiene las siguientes características:

- 24 ptos en R-J45 autoconfigurables para 10 BaseT o 100BaseTX.
- 2 Slots en los que se pueden insertar módulos para hacer cambios de medio o usar puertos con anchos de banda mas rápidos o para hacer apilamientos. Los conectores de los módulos de fibra son MT-RJ.
- Sistema de Fuente de poder redundante con conector del tipo 2ª.
- Puerto de consola RS232





Ofrece también las siguientes características adicionales:

Seguridad

Autenticación de usuarios mediante RADIUS (RFC 2865, RFC 2869)
Session accounting (RFC 2866) con DUD – *Device Unauthorized Disconnect*, con lo que se puede tener el control de acceso en el perímetro de la red. El seguimiento de la sesión se efectúa basada en usuarios.

Stacking (Apilamiento)

Se pueden apilar hasta 192 puertos 10/100 en los paneles frontales manejados como una sola entidad con *trunks* (enlaces) de alta velocidad entre Switches 4400 24-ptos (3C17203) y Switches 4400 48-ptos (3C17204)

Manejo de Trafico

4 colas de peticiones por puerto
IEEE 802.1p CoS, con capacidades de clasificación por paquete permitiendo priorización de tráfico crítico, liberando ancho de banda de protocolos no deseados y aplicaciones de la red.
DiffServ
Bloqueo por aplicación/protocolo
Redirección de tráfico de red transparente a equipos 3Com SuperStack 3 Webcache

Desempeño

6.6 millones de pps, 8000 direcciones MAC

Link Aggregation Control Protocol (802.3ad)

Se pueden usar *trunks* hasta de 4Gb de ancho de banda a través de la pila, permite remover cualquier punto de falla en la infraestructura de la red.

Redundancia y Tolerancia a fallos

Apilamiento redundante y *hot-swap* en conexiones de redes redundantes.

Software de Administración Práctico

Se puede ejecutar en el Switch una aplicación desarrollada por 3Com llamada *3Com Network Supervisor*, habilitando el reporte y la fácil administración del equipo.

MRXI 10Base-T c/LanView de Cabletron Systems

El MRXI es un hub 10Base-T que tiene la particularidad que puede actuar como repetidor, con lo que se pueden hacer expansiones de redes que cumplan con el estándar Ethernet (802.3) usando una variedad de medios gracias a los módulos EPIM.

Como pueden ser:

- Cable UTP 10BASE-T mediante los modulos (EPIM-T™)
- Cable de Fibra óptica multimodo con conectores SMA o ST mediante los módulos (EPIM-F1™ or EPIM-F2™)
- Cable de fibra óptica sencillo con conectores ST mediante los módulos para interfáz en fibra (EPIM-F3™)
- Cable AUI a un transceiver externo mediante el módulo de interfaz AUI(EPIM-A™)





- Cable AUI a un transceiver interno mediante el módulo de interfaz AUI(EPIM-X™)
- Cable coaxial delgado mediante el modulo para interfaz coaxial (EPIM-C™)

El MRXI soporta el protocolo SNMP del tipo Out-of-Band y in-band. La Administración Out-of-Band es provista por el MRXI/LM. El MRXI es soportado por varias herramientas de red in-band incluyendo: Cabletron System Remote LanView/Windows™ y Spectrum™.

Sus características son:

- 12pts 10BASE-T (usando un conector de 50-pin a base de Telco)
- 2 slots para módulos EPIM (Ethernet Port Interface Module)
- Cumple con la administración mediante protocol SNMP
- Actualización mediante Flash EPROMs

Un modulo EPIM

- Fibra óptica multimodo, con conectores ST para la interfaz de fibra óptica (EPIM-F1).

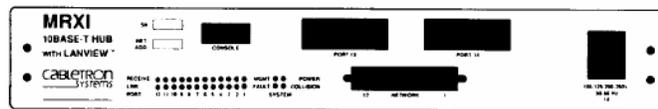
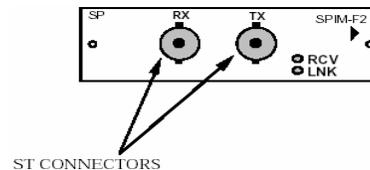


Figura 3.24 MRXI



Core Builder 2500

El CoreBuilder 2500 soporta conexiones Ethernet switchada con 2 enlaces de alta velocidad (FDDI, Fast Ethernet, o ATM en cualquier combinación). Además ofrece opciones ilimitadas de migración de backbone. Tiene un conjunto de funciones de switcheo, tales como IP, IPX y ruteo Apple Talk, soporte de IP multicast, AutoCast para VLANs, directivas basadas en VLANs, soporte LANE/Classical IP, y proporciona capacidades de capa 2/3 que usualmente se encuentran en routers.

Smart Swich 6500 de Cabletron Systems

El SmartSwitch 6500 es un Switch de alto desempeño ATM, el cual consta de una capacidad soportable de 10 Gbps *non-blocking*, capacidades masivas de *buffering*, administración superior de trafico, una amplia variedad de interfaces de puertos y redundancia por tolerancia a fallos en ambientes de backbone.

El SmartSwich esta diseñado para colocarse en el chasis 6C110, y esta basado en una arquitectura multi-módulos consistiendo de los siguientes módulos:





- Módulo de Almacenamiento en Células CSM (*Cell Storage Module*) contiene células de memoria (células de 512k)
- Modulo de Programación y Traducción TSM (*Translation and Scheduling Module*) soporta los puertos físicos, la forma y administración del hardware para el manejo de tráfico.
- Modulo CPU (tarjeta hija en el módulo TSM), contiene el hardware para correr el sistema de software del SmartSwitch 6500.
- Módulos de Entrada/Salida IOM (*Input/Output modules*), provee los puertos físicos ATM (tarjetas hijas en el módulo TSM)

Y debido a que la comunicación con cada uno de los módulos se realiza sobre el chasis con *backplane* de alta velocidad, estos módulos hacen que el SmartSwitch sea un switch integrado de backbone ATM de alto desempeño.

Además los módulos del SmartSwitch pueden coexistir sin la necesidad del chasis SmartSwitch 6C110, dentro de otros dispositivos de red de Cabletron. Por ejemplo, los slots del chasis 6C110 pueden ser llenados por una mezcla de los módulos del SmartSwitch 6500 y los switches Ethernet SmartSwitch 6000.

Ambos módulos el CSM y TSM son *hotswap*, esto significa que cada módulo se puede instalar y remover del chasis 6C110 sin tener que apagar el chasis. Sin embargo quitando el módulo activo CSM o TSM/CPU no ocasiona que los módulos redundantes comiencen a operar automáticamente. Para que comiencen a operar automáticamente el SmartSwitch 6500 debe ser reinicializado.

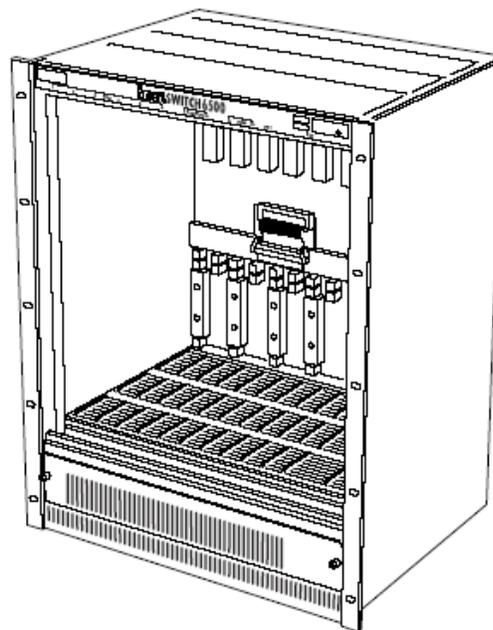


Figura 3.25 Chasis 6C110



Módulos del SmartSwitch

MÓDULOS DE ALMACENAMIENTO POR CÉLULAS (*CELL STORAGE MODULES, CSM*)

Los módulos CSM proveen la fabrica de switcheo principal del SmarSwitch 6500. CSM también provee el almacenamiento de las células y las peticiones de salida, y dinámicamente comparte la memoria a través de todas las conexiones activas. El CSM monitorea el total de la utilización de memoria y comunica esta información a todos los módulos TSM que están en uso, haciendo decisiones sobre el recibimiento de células entrantes.

El módulo CSM controla el acceso de los módulos TSM hacia el bus de datos de células del *backplane* así como el cambio de TSM a CSM y de CSM a TSM. El módulo CSM puede proveer señales de reloj y sincronización para la generación de señales.

Para redundancia, el SmartSwitth 6500 soporta hasta 2 módulos CSM en un solo chasis 6C110. Cuando un módulo CSM esta activo, el otro CSM entra en modo de espera. Si el módulo activo CSM falla, el que esta en espera, puede asumir el rol de activo.



Figura 3.26a
Módulo CSM

TSM



MÓDULO DE TRADUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN (*Translation and Scheduling Module, TSM*)

Los módulos TSM son responsables de las funciones del manejo de trafico del SmartSwitch 6500. por ejemplo, el módulo TSM desarrolla la traducción de las cabeceras para el ingreso y salida del trafico de células, provee la administración de puertos para las peticiones ABR (*Available Bit Rate*) (incluyendo EPD (*Early Packet Discard*) y PPD (*Partial Packet Discard*) durante la congestión), y marcas EFCI (*Explicit Forward Congestion Indicator*) para el direccionamiento de congestión de trafico. Los módulos TSM son responsables de la administración de las peticiones por puerto/por clase (*per-port/per-class*), del manejo de las células y soporta multicast físicos y lógicos provee interfaces de sistema para los módulos del CPU, el SAR y todos los módulos de entrada/salida.

El chasis SmartSwitch 6C110 puede contener hasta 8 módulos TSM, dos de los cuales pueden ser módulos de CPU. También cada módulo TSM puede soportar hasta 2 módulos IOM, dependiendo del tipo de interfaz, esto provee a cada módulo TSM de hasta 8 puertos ATM.

Figura 3.26b
Módulo TSM

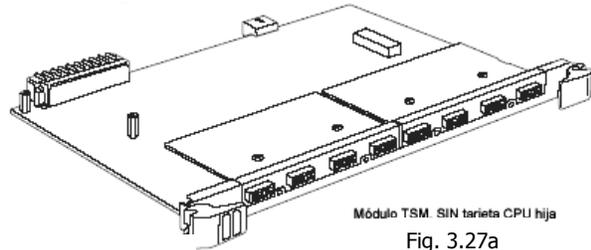
Los módulos de CPU son montados en las tarjetas hijas de los módulos TSM. Dentro del módulo de CPU corre el software del sistema, y provee comunicaciones internas o (*intra-switch*) y externas o (*inter-switch*) para configuración y monitoreo. El módulo de CPU es responsable de proveer interfaces seriales y Ethernet, a través de las cuales se accesarán por medio de las interfaces de usuario y de administración de red.





Por redundancia, el SmartSwitch permite 2 módulos de CPU (cada uno montado por separado en 2 módulos TSM), existiendo dentro del mismo chasis 6C110. Cuando un módulo de CPU esta activo, el otro CPU esta en modo de espera. Un proceso corriendo en transfondo mantiene la configuración sincronizada con el CPU activo. Si el CPU activo falla, el módulo en espera reinicia el SmarSwitch 6500 y asume el estado de activo.

Figura 3.27(a) Módulo TSM, sin tarjeta CPU
Figura 3.27 (b) Módulo TSM, con tarjeta CPU



Módulo TSM SIN tarjeta CPU hija
Fig. 3.27a

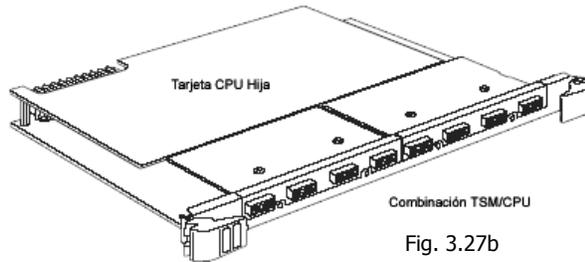


Fig. 3.27b

MÓDULOS DE ENTRADA/SALIDA (IOM)

Los módulos IOM, proveen los puertos físicos ATM para el SmartSwitch y son montados en las tarjetas hijas de los módulos TSM. El módulo TSM del SmartSwitch soporta un número de diferentes módulos de I/O con una variedad de interfaces y tipos de medio, cada TSM soporta hasta 2 módulos I/O y cada módulo provee cuatro puertos físicos (un puerto físico por cada módulo I/O OC-12). Esto permite hasta un máximo de 8 puertos por TSM dando un total de 64 puertos por cada chasis 6C110 poblado con el máximo número de módulos TSM (hasta 8 TSM).

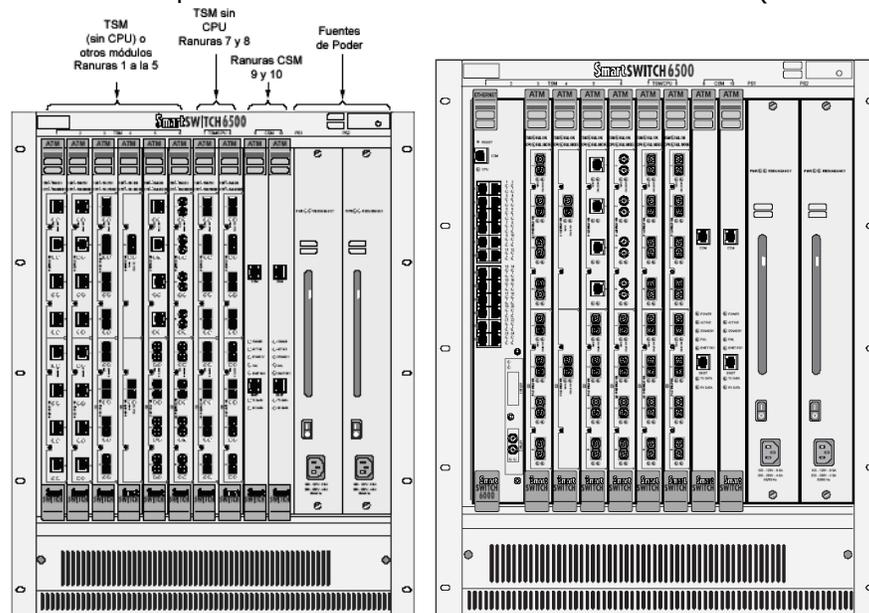


Figura 3.28 SmartSwitch 6500 con todas las ranuras ocupadas y SmartSwitch con tarjetas adicionales





El SmartSwitch con que cuenta el Instituto consta de 1 módulo CSM el cual es la fábrica de switcheo principal del SmartSwitch, 3 módulos TSM, 3 módulos IOM de 4 puertos en fibra con conectores SC, los cuales reciben las conexiones en fibra de los edificios 2, 4, 5 y en el edificio 12 del CoreBuilder y del Switch 2200 así como 2 fuentes de poder, todos los dispositivos están montados sobre el chasis 6C110.

III.i.4. Medios de Transmisión

Después de analizar la infraestructura de la red del Instituto se observó lo siguiente:

Los medios de transmisión existentes en su mayoría ya son viejos (Cat. 5 y 4, exceptuando los de reciente instalación (Cat. 5e y 6)) puesto que la red fue adquirida en 3 fases, tan sólo basta comentar que la primer fase data de hace 11 años, y las más recientes datan de 5 años, lo que hace que sean más de 10 años (el cual es el tiempo de vida útil según lo marcado en los estándares de cableado estructurado), en los que se le ha dado un uso a casi el mismo cableado con que se inició la red de datos del Instituto, hace ya más de 15 años.

- La infraestructura de cableado dentro de todos los edificios es en gran porcentaje UTP categoría 5, existen también algunos enlaces que ya usan UTP categoría 5e y 6 y siguen existiendo casos como el del edificio 1 en el que se tiene cable UTP categoría 4.

En cuanto al cableado de la red de fibra óptica, no se cuentan con rutas redundantes lo cual limita la capacidad de la red de poder brindar un servicio de total disponibilidad y confiabilidad a los usuarios de la misma.

- El backbone de la red usa como medio de transmisión la fibra óptica multimodo 62.5/125µ de diferentes marcas, conteniendo en su estructura 6 y 4 hilos, la cual está configurada en anillo doble para mantener redundancia (sólo en el anillo) y brinda interfaces OC - 3², eso puede permitir la actualización de los elementos activos de la red (hub's, switches, routers, etc.) para poder soportar tecnologías futuras.

² La interfaz OC3 SONET tiene una velocidad de transmisión de 155 Mb, SONET: (*Synchronous Optical NETwork*) Redes Síncronas Ópticas, es un estándar en sistemas de transmisión conectados por fibra óptica. OC (*Optical Carrier*) Portadora Óptica define el nivel de la portadora y 3 por que es 3 veces mayor que 51.84 Mb (el cual es la velocidad de transmisión básica de SONET) ($3 \times 51.84 = 155$). El rango de transmisión puede ir desde los 51.8Mb hasta 2.48Gb (OC1 hasta OC48 / STM1 - STM16).





A continuación se muestra un diagrama esquemático de los medios de transmisión que existen en en la RedII:

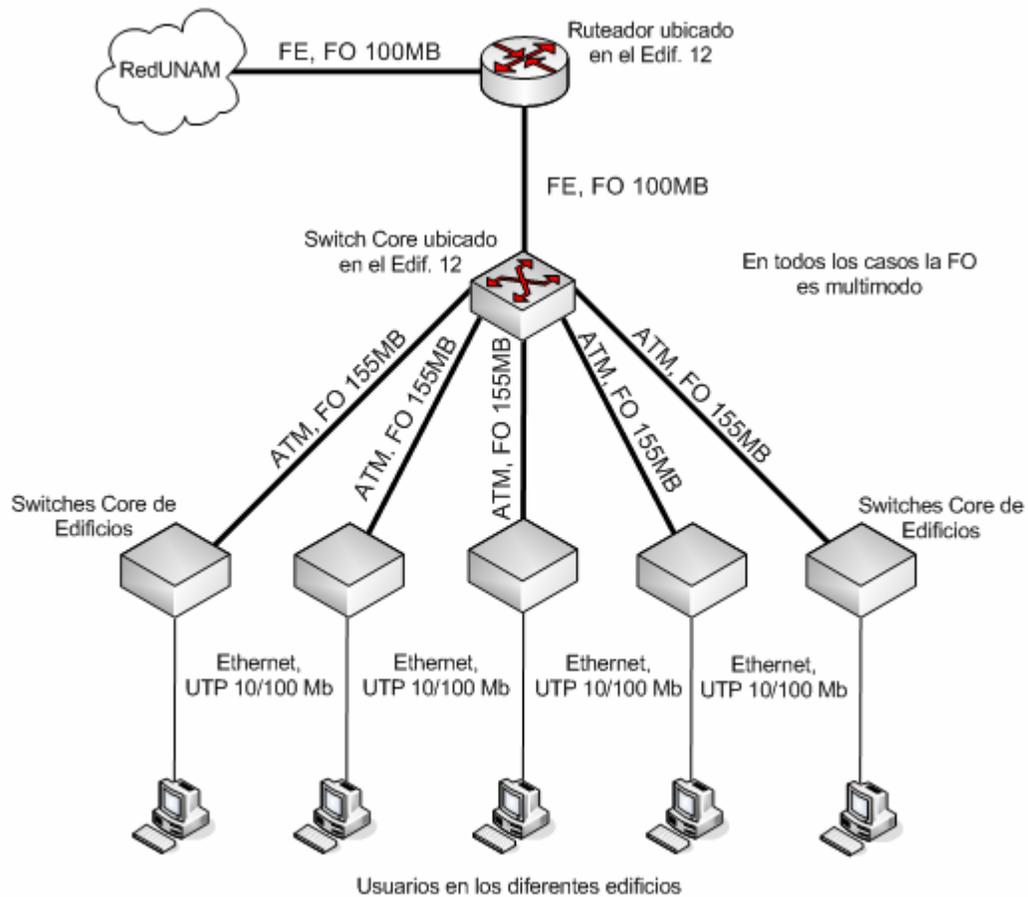


Figura 3.29 Diagrama de Medios de Transmisión en la Red del Instituto de Ingeniería

III.i.5. Situación con Red UNAM

El Instituto de Ingeniería de la UNAM tiene una red de comunicaciones basada en un backbone de tecnología ATM el cual conecta directamente a los 10 edificios que son parte del Instituto entre sí, a través de conexiones a 155 Mbps llegando hasta los usuarios de la red con conexiones a 10 Mbps con una infraestructura de comunicación compartida (Ethernet Compartida) y a los servidores con 100 Mbps con equipos de comunicación conmutada (Ethernet Switchada).

Asimismo, esta red brinda conectividad indirecta a la Mesa Vibradora, que actualmente se encuentra conectada a través del backbone de Red UNAM.

La salida a Internet de la red del Instituto de Ingeniería en su conjunto se tiene a través de una conexión de 100 Mbps con la infraestructura de Red UNAM.

Anteriormente Red UNAM, ofrecía un enlace de fibra óptica a través de un ruteador ubicado en el IIMAS, el cual se puentaba desde el edificio 4 hacia el edificio 12.





Hoy actualmente Red UNAM, ofrece un enlace de fibra óptica a través de un ruteador ubicado en el edificio 12 configurado mediante ruteo estático³, el cual brinda servicio a las 5 subredes con las que cuenta el Instituto.

El enlace que se tiene con Red UNAM es FastEthernet (100 Mbps) full duplex, el medio de transmisión es por fibra óptica multimodo. Este enlace complementa al del Backbone ATM (155 Mbps).

La fibra óptica llega a un transceiver, para conectarse a un SW Cabletron 2200 por UTP. De este Switch se hace conexión ATM en fibra óptica al Smart Switch 6500, que es el equipo principal.

Teniéndose dos pares de fibra, de los cuales, uno permanece redundante, como medida de seguridad.

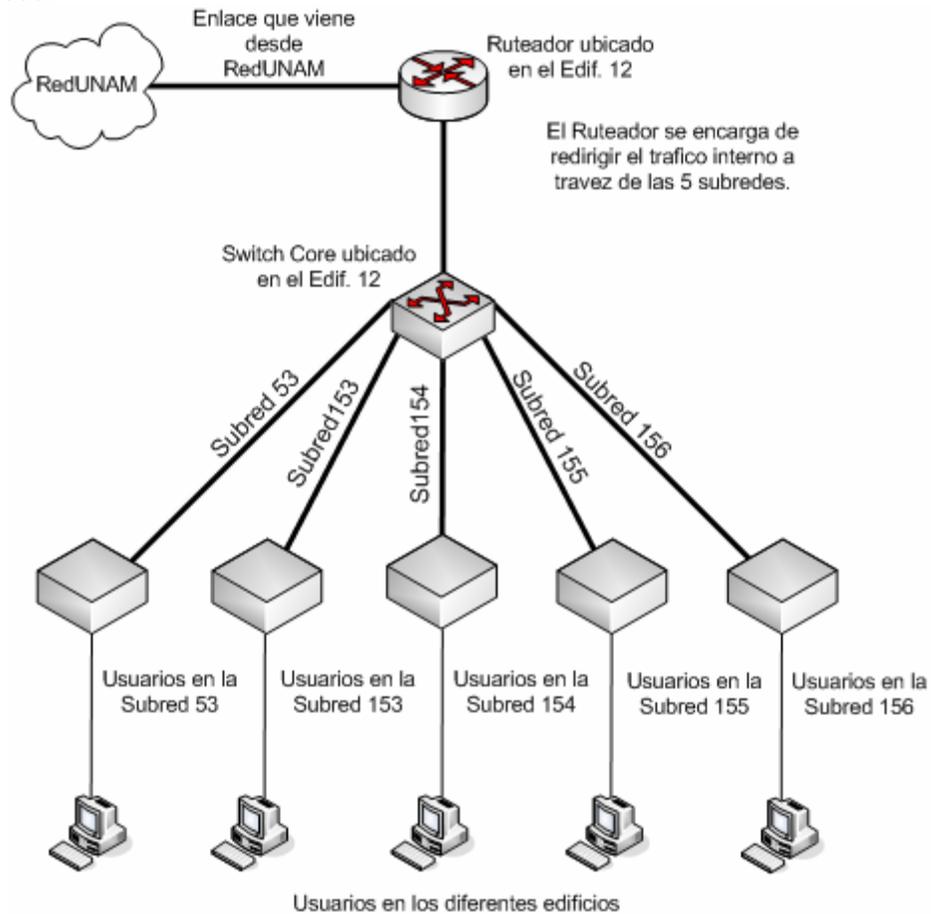


Figura 3.30 Diagrama de Ruteo Interno en el Instituto de Ingeniería

³ Ruteo Estático: Se refiere a la capacidad de ciertos dispositivos de red o Sistemas operativos, a encontrar las mejores rutas para el envío de paquetes hacia otras redes, consultando su tabla de ruteo en el cual tienen rutas definidas por el usuario, y en las que en algunos casos se tiene también un costo de ruta definida si es necesario. El ruteo estático es definido por el usuario y su uso es muy común en redes grandes, en las que se sabe que las rutas para el envío de paquetes no van a cambiar y van a permanecer fijas mucho tiempo. En el caso de que la ruta cambie, es necesario cambiar la ruta en la tabla de ruteo del dispositivo que esta configurado para usar ruteo estático.





III.ii. Servicios proporcionados actualmente por la Red del Instituto de Ingeniería.

Actualmente el protocolo TCP/IP tiene un uso mas generalizado dentro de la RedII (el protocolo dominante casi al 100% dentro de la RedII, es TCP/IP) debido a su gran aceptación que ha tenido TCP/IP como un estándar en las comunicaciones a nivel mundial, esto a su vez nos ha permitido llevar a cabo una completa compatibilidad en nuestros equipos de red y servidores, así como la detección y corrección de posibles fallas.

A continuación se realiza una breve explicación de los servicios de red que más se utilizan en el Instituto de Ingeniería.

III.ii.1 Servicios básicos

- **Sesión remota⁴**

El servicio de sesión remota mas usado en el Instituto de Ingeniería es el servicio de Terminal Services⁵, esta herramienta o servicio se ha convertido en uno de los más empleados para efectuar sesiones remotas desde Internet hacia equipos del Instituto, y sesiones remotas entre equipos dentro del mismo Instituto. En la Coordinación de Sistemas de Cómputo este servicio es uno de los mas usados para llevar a cabo la administración y monitoreo de los servidores y equipos de red conectados a la RedII. La ventaja que da el uso de este servicio en la Coordinación de Cómputo es que los administradores de Red y Servidores pueden resolver cualquier problema prácticamente en cualquier parte del Instituto, pues al establecer una sesión remota a un servidor o un equipo de red, pueden atacar y resolver el problema presentado en el menor tiempo posible si es que su ubicación física no les permite estar cerca de dicho equipo.

Por otra parte en lo que respecta al personal del Instituto (Becarios, Investigadores, Personal Académico, etc.), al usar el servicio de Terminal Services (conocido en Windows XP como Escritorio Remoto), pueden acceder a su equipo de trabajo dentro del Instituto desde cualquier parte del mundo y trabajar en el como si estuvieran físicamente ubicados en el equipo.

Si la calidad en la transmisión de paquetes es pobre, esto se verá reflejado en desconexiones del equipo remoto, con lo que el usuario tendrá que volver a establecer la sesión remota en el equipo, retrasando su trabajo, aunque la sesión remota no consume mucho del ancho de banda disponible, si es necesario que no exista mucho trafico de red mientras la comunicación entre el equipo remoto y el local se lleva a cabo, pues al establecer la sesión remota viajan señales de audio y video desde el equipo remoto hasta el local y por lo que una red con mucho trafico y un consumo alto del ancho de banda disponible, puede acarrear problemas con las sesiones remotas, si se quiere que el uso de sesiones remotas se vuelva un estándar para los usuarios de la RedII, es necesario

4 Una sesión remota es una emulación de una terminal tipo Unix o de un escritorio de trabajo en Windows de forma que la persona que establece la sesión remota puede tomar control completo del equipo en el que esta efectuando la sesión, existen de 3 tipos: ambiente gráfico, ambiente web y modo línea de comandos (el tipo de sesión remota dependerá de las características que pueda brindar o soportar el equipo remoto, y si puede soportar protocolos como SNMP, RDP por nombrar algunos ejemplos).

5 El servicio de Terminal Services, permite a un usuario desde su computadora local acceder al escritorio de trabajo de una computadora remota (en otra ubicación), mediante una interfaz gráfica, con la cual el usuario puede tomar control completo del equipo remoto, sin estar operando físicamente dicho equipo.





controlar el uso de ancho de banda disponible, por medio de prioritizaciones de tráfico, así como dotar de un ancho de banda disponible de mayor capacidad que el que actualmente se tiene en la RedII.

- **Comunicaciones electrónicas y/o servicios de mensajería en tiempo real.**

Las comunicaciones electrónicas aprovechan las herramientas de comunicación en línea (Windows Messenger, etc.) y transferencia de mensajes o archivos (Correo electrónico, Ftp, etc.), para entablar, en forma confiable y de manera eficiente la comunicación con otros usuarios dentro del mismo Instituto o con personas en otras organizaciones nacionales y/o extranjeras que se encuentren integradas a una red mundial (como Internet) y que cuenten con los mismos servicios.

La aplicación más utilizada y de la cual depende la realización del 80 o 90% de las actividades y proyectos dentro del Instituto de Ingeniería como servicio de comunicación electrónica es el correo electrónico (*e-mail*⁶)

En el Instituto de Ingeniería existen varios equipos de servidores que en conjunto con equipos de red proporcionan este servicio:

- Un Cluster⁷ el cual tiene instalado la aplicación Corporativa Microsoft Exchange, es el que se encarga de brindar el servicio de correo electrónico a todo el personal del Instituto (Académicos, Investigadores, Becarios, etc.)
- Un Servidor el cual tiene instalado el Sistema Operativo UNIX, se encarga de brindar el servicio de correo electrónico sólo a Investigadores a través del servicio SendMail.

En el Instituto los equipos basados en la plataforma Windows (Windows 98, 2000 y XP), usan clientes de correo como Outlook de Office u Outlook Express para establecer la comunicación con el equipo que tiene Exchange. Los basados en la plataforma Linux usan clientes de correo electrónico como PINE, para establecer la comunicación con los servidores de correo electrónico.

Cabe señalar que la mayoría de los equipos de escritorio con que cuenta el personal del Instituto de Ingeniería son basados en el Sistema Operativo Windows, por lo que los clientes más utilizados para establecer la comunicación con los servidores de correo electrónico son el Outlook de Office u Outlook Express.

- Los equipos servidores fueron configurados para proporcionar este servicio de comunicación por medio de páginas Web. Con solo entrar a la página web de cada servidor, el personal del Instituto puede consultar con plena seguridad y absoluta confianza los buzones de correo electrónico.

Todos los servicios de comunicación electrónica se proporcionan a todos los usuarios del Instituto que así lo requieran y de manera implícita a todos aquellos usuarios que tengan

⁶ La función del *e-mail* (*electronic-mail*) cuyas siglas en inglés significan correo electrónico, es la de intercambiar mensajes electrónicos con una o varias personas, y se considera la herramienta de comunicación que más se utiliza en el mundo. Dentro del conjunto de protocolos TCP/IP se especifican estándares para el intercambio de correo electrónico entre dispositivos, un ejemplo de esto es el Protocolo de Transferencia de Correo Simple (SMTP, *Simple Mail Transfer Protocol*), que describe las características bajo las cuales el correo electrónico debe ser implantado, además de este hay otros protocolos como POP, IMAP existiendo varias versiones de estos e incluso aplicaciones de correo Corporativo como Exchange.

⁷ Un cluster es un conjunto de varios dispositivos (servidores, etc.) funcionando como un solo dispositivo, el cluster tiene la suma de todas las características que ofrecen los dispositivos que lo conforman. Y existen 2 configuraciones de clusters: por hardware y por software siendo la primera la más rápida y confiable.





cuenta de usuario en el dominio⁸ del Instituto de Ingeniería (IINGEN). Con estas herramientas se provee al personal del Instituto, el acceso a los más diversos servicios de comunicación electrónica a nivel local, nacional e internacional. Y dado que es uno de los servicios del que depende la mayoría de la actividad del personal del Instituto es necesario que la RedII tenga siempre una operación continua, ya que si existen interrupciones en la red, esto puede ocasionar la incomunicación con personas de otras organizaciones o Instituciones, inclusive de otros países, razón por la que la RedII debe estar siempre operativa.

- **Transferencia de archivos**

Uno de los grandes beneficios que se tiene al contar con una red de cómputo, como lo es la del Instituto de Ingeniería es la facilidad de transferir archivos entre computadoras, convirtiéndose ésta en otra de las acciones de uso principal que se tienen en la red. Los archivos a transferir pueden ser datos, imágenes, programas, texto o cualquier otro tipo de información. Existen aplicaciones que permiten hacer las transferencias de archivos mas rápido, pues están diseñadas solo para ese fin, por mencionar sólo algunas tenemos CuteFTP, WinFTP, etc, todas ellas se basan en el protocolo FTP (*File Transfer Protocol*).

De esta manera, Investigadores, Académicos, Becarios, etc. usan la red del Instituto para transferir sus archivos de trabajo de un equipo a otro, los cuales pueden tener como tamaño sólo unos bites (archivos de texto, etc.), hasta varios gigas (imágenes de discos, planos topográficos, mapas, etc.) El uso de este servicio se ha vuelto indispensable en la RedII. Y por lo tanto cada equipo conectado a la red del Instituto es capaz de poder efectuar tal acción.

También se han implantado cuentas públicas en los servidores del Instituto para efectuar ftp de libre acceso, estas cuentas mantienen un conjunto de programas y documentos de interés general y que son de libre distribución, entre estos se encuentran manuales, programas antivirus, compactadores de información y diversas utilerías de dominio público. Este tipo de cuenta pública utilizada para efectuar la transferencia de archivos es conocida como ftp anónimo.

FTP actualmente trabaja con el protocolo SSL (*Secure Socket Layer*) que permite tener transferencias de información "seguras"

Y dado que este es un servicio que demanda ancho de banda, si no es controlado puede en ocasiones alentar toda una red completa, por eso en la RedII se debe de implantar un medio para controlar el trafico que circula por la red, para evitar este tipo de problemas, así como de disponer de una ancho de banda de mayor capacidad, para que aplicaciones como esta que dependen mucho del ancho de banda disponible, puedan dar el rendimiento esperado. Ya que la transmisión de archivos usando el protocolo FTP, es un proceso rápido por la naturaleza del protocolo FTP cuando existe el ancho de banda suficiente. Si no puede ser todo lo contrario.

⁸ Un dominio esta formado por un conjunto lógico de 1 o mas servidores que se administran de forma eficiente y centralizada.





III.ii.2 Servicios de recursos compartidos

- **Sistema de archivos compartidos en red**

En el Instituto de Ingeniería, se brinda el servicio de acceso a archivos en red, en el que los usuarios tienen un espacio reservado en los servidores de cada Coordinación. En este espacio pueden guardar archivos personales, así como compartirlos con otros usuarios de la red.

Además de reservarles un espacio a los usuarios en los servidores, la compartición de archivos tiene otras ventajas pues por medio de los recursos compartidos es posible ofrecer a los usuarios del Instituto servicios de Instalación de Software. Principalmente esta tarea de compartición de archivos que se enfoca a instalar software hoy en día es una de las acciones más cotidianas de todo el personal, de esta manera la comunidad del Instituto puede acceder a instalar este software disponible, sin la necesidad de usar recursos o gastar recursos de sus PC's (como espacio en disco, por ejemplo). Todo el software que es de uso común (como Microsoft Office, Adobe Acrobat, Autocad, etc.) para los usuarios, reside en los servidores de la Coordinación de Computo y en los servidores de cada Coordinación reside software que es de uso privado para las Coordinaciones que de igual forma se instala de la misma manera que el software que es de uso común.

Esta tarea de instalación de software por medio de la compartición de archivos hace un uso intensivo de la RedII, si la velocidad de red es pobre en ese momento o existen problemas, la tarea de instalación de software y compartición de archivos se vuelve lenta, lo cual repercute en el desempeño de los usuarios, por eso este servicio que se ofrece a la comunidad del Instituto requiere que se tenga una red en óptimas condiciones.

- **Impresión remota**

La impresión remota es uno de los mecanismos más empleados en ambientes de red para proporcionar a los usuarios de una organización el acceso a impresoras de características diferentes, tales como manejo de lenguajes de impresión (Post Script, HPCL, etc), impresión a color o bien impresión de alta resolución; obteniéndose de esta forma un mejor uso y disponibilidad de estos periféricos. La impresión remota es efectuada por los usuarios como si ellos estuviesen conectados a la impresora directamente al puerto paralelo de su computadora personal o estación de trabajo.

En el Instituto, cuando un usuario desea imprimir un trabajo puede optar porque éste se lleve a cabo localmente o bien redireccionar su impresión hacia un equipo encargado de las tareas de impresión en la red, llamado servidor de impresión (*Print Server*). Este servidor se encuentra en la Coordinación de Sistemas de Computo y atiende a todos los usuarios del Instituto, esta basado en el sistema operativo Windows el cual permite configurar y administrar el servidor como servidor de impresión.

Este último se encarga de recibir cada una de las tareas de impresión de los diferentes usuarios de la RedII. Una vez que ha llegado un trabajo de impresión, el servidor verifica si existen trabajos esperando a ser procesados, en caso de que así sea, el nuevo trabajo será guardado en una cola de impresión (esta cola es realmente un archivo guardado bajo cierta estructura de subdirectorios que el propio servidor se encarga de crear) para esperar ser procesado y será almacenado ahí hasta que el servidor lo envíe a la impresora, en caso de que el servidor no este atendiendo otra impresión previa, el trabajo será enviado inmediatamente hacia la impresora. Cabe aclarar que la impresora puede encontrarse conectada directamente al servidor de impresión o bien puede hallarse conectada a la red





como un nodo más, sin que esto afecte su funcionamiento y disponibilidad. Esta última opción, de conectar la impresora a la red como un nodo más, presenta grandes ventajas ya que permite que una impresora se localice en lugares en donde los usuarios puedan acceder fácilmente y al mismo tiempo se evita que personal no autorizado tenga contacto con los servidores.

El servidor de impresión no solo se encarga de recibir trabajos provenientes de la red y enviarlos a impresión, éste efectúa otras tareas como: monitorear el estado de las colas de impresión, manipular el orden en que se encuentran los trabajos en las colas de impresión, cancelar trabajos y llevar un estricto control de trabajos de impresión efectuados para un determinado usuario o departamento.

El uso de impresión remota en el Instituto de Ingeniería se ha convertido en una tarea común, por la que es necesario que la RedII se encuentre en óptimas condiciones ya que si ocurre alguna falla de red en el momento de enviar un trabajo a impresión, el servidor no podrá procesar la petición y puede ser que el trabajo o nunca se imprima o salga con errores con lo que el usuario tendrá retrasos en sus actividades por la ausencia o falta del servicio.

III.ii.3 Sistemas de Información Distribuida

Formalmente un sistema de información distribuida es una colección de módulos de software ejecutándose en varias computadoras interconectadas por una red, los cuales administran todos los datos distribuidos (archivos y bases de datos) y las transacciones asociadas. Básicamente estos sistemas incluyen la funcionalidad de un sistema de administración de transacciones distribuidas.

En los últimos años, se han desarrollado diferentes protocolos y herramientas de obtención de información en Internet. A continuación se describen las principales herramientas de navegación y exploración que se utilizan en el Instituto de Ingeniería.

Servicios interactivos de entrega de información

- World Wide Web
Desarrollado en Suiza, por el *European Particle Physics Laboratory*. El WWW, también referido como W3 o Web, combina la obtención de información y uso de hipertextos para ser un simple pero poderoso sistema de información. Consta de documentos virtuales que pueden contener documentos con ligas a otros servidores WWW. Los servidores de WWW soportan documentos en una amplia variedad de formatos como por ejemplo, Postscript, audio, imágenes y vídeo, o ligas a otros servidores WWW.

WWW utiliza el protocolo HTTP (*Hyper Text Transport Protocol*) como un programa de examen que solicita documentos o búsquedas por medio de palabras claves de un servidor remoto. Estos programas son diseñados para acceder datos usando el HTTP (conexión TCP) y protocolos existentes como FTP y el NNTP usado en Usenet. Originalmente WWW incluía un cliente como línea para utilizarse con el telnet y una interfaz gráfica limitada, actualmente la mayoría de los clientes WWW se encuentran basados en interfaces gráficas (GUI o navegadores) que pueden desplegar imágenes, vídeo y agregar audio al hipertexto de calidad Postscript, los clientes GUI más destacados actualmente para WWW son el Internet Explorer y Netscape.





En Instituto de Ingeniería tuvo presencia en Internet cuando se publicó su página web y se hizo disponible para todo el mundo, esto le permitió que empresas e instituciones de todo el mundo conocieran un poco más la historia y actividades del Instituto, razón por la que la página web es hoy en día un recurso muy importante pues en ella se pueden encontrar el Organigrama del Instituto, las Áreas de Investigación con las que cuenta, las Publicaciones, Proyectos que está realizando, Promociones, Información Institucional, etc.

El Instituto también ofrece el servicio de publicación de páginas web para todas las Coordinaciones que lo requieran, los servidores que se encargan de ofrecer este servicio se encuentran en la Coordinación de Sistemas de Computo, están basados en el sistema operativo Windows, el cual por medio de una aplicación llamada *Internet Information Services*⁹, es posible publicar páginas web hacia el mundo.

Además de que por medio de páginas web el Instituto ofrece la posibilidad a los usuarios de leer su correo electrónico en cualquier parte del mundo, los servidores que ofrecen este servicio de páginas web están en la Coordinación de Sistemas de Computo y dado que este es un servicio importante, es necesario que siempre esté disponible, si la RedII tiene problemas y se pone fuera de operación esto ocasionará que personal del Instituto que está fuera de él (en otro lugar o país por ejemplo) no pueda leer su correo electrónico, que no cheque las últimas noticias que han pasado en el Instituto, o que personas de otras organizaciones no puedan acceder a la información que está en la página web, etc, por eso es necesario que la RedII esté siempre disponible para que este servicio de páginas web pueda ser utilizado a cualquier hora y en cualquier lugar del mundo.

- Internet

El servicio de Internet es posible gracias a que se cuenta con la conexión a RedUNAM, por lo que además de los servicios anteriormente señalados, se incluyen todos los servicios públicos que provee la misma.

Actualmente Internet es la red de datos más importante en el mundo. La adopción de los protocolos TCP/IP y el crecimiento de Internet no se ha limitado a proyectos con fondos del gobierno e instituciones educativas. Grandes corporaciones computacionales se han conectado a Internet, incluyendo: compañías petroleras, automovilísticas, empresas electrónicas, compañías farmacéuticas y de telecomunicaciones. Muchas otras compañías han utilizado los protocolos TCP/IP en sus redes corporativas (Intranets), aunque no han optado por ser parte de la Internet global.

El Instituto no es la excepción y además de estar conectado a Internet, también tiene la capacidad de ofrecer el servicio de Internet con acceso por dial-up (marcado) usando el servicio de RAS¹⁰ (*Remote Access Service*) en servidores basados en SO Windows. También el servicio de RAS tiene otras utilidades, principalmente en la

⁹ Internet Information Services (IIS, Servicios de Información de Internet), es un manejador de páginas web para SO basados en Windows, con el que es posible publicar páginas web para que puedan ser vistas en cualquier parte del mundo. Actualmente última versión de este manejador es el IIS 6.0 contenida actualmente en los servidores con el sistema operativo Windows 2003.

¹⁰ RAS o Servicio de Acceso Remoto, es un servicio que tienen los SO basados en Windows y que permite a través de una llamada a un determinado número telefónico a un servidor equipado con un MODEM contestar a la llamada y por medio de la correcta autenticación del usuario que realiza la misma, permite establecer o negar la conexión o acceso hacia la red a la que está conectado el servidor, así mismo, si el servidor tiene acceso a Internet, también se permite el acceso a Internet, en el caso del Instituto es a través de RedUNAM.





Coordinación de Sistemas de Cómputo se usa para monitoreo de los servidores, en el caso de alguna posible falla, los administradores realizan una conexión por RAS y se soluciona el problema. Actualmente se tienen a 107 usuarios utilizando el servicio de RAS por RedUNAM.

Por eso, si ocurren problemas con la RedII, el servidor que se encarga de ofrecer este servicio de RAS estará sin posibilidades de ofrecer el acceso a la red interna, por lo que si en ese momento es necesario hacer un ajuste o corregir una falla en los servidores, no será posible hacerlo, con lo que los usuarios del Instituto se verán afectados ante la imposibilidad de poder hacer una conexión hacia los servidores para poder arreglar algún tipo de problema que se presente.

III.ii.4 Otros servicios

Así mismo la RedII presta servicios no tan visibles para los usuarios, pero que son de gran utilidad, a la hora de trabajar en un ambiente de red, dichos servicios son:

- **Servicio de resolución de nombres (DNS)**

Dada la amplia existencia de equipos cada vez mas conectándose a Internet, es necesario disponer de un mecanismo para poder ubicarlos y/o distinguirlos de todos los otros dispositivos conectados. Así, este servicio se desarrolló para poder encontrar fácilmente a nodos dentro de Internet y se basa en un sistema de direccionamiento que involucra a las direcciones IP y a nombres comunes. Por facilidad para los usuarios a estos nodos se les da un nombre único asociado a la dirección Ip que también es única, el cual no es mas que un conjunto de palabras comunes que identifican a este nodo como único en toda Internet.

Este conjunto de palabras se almacenan en servidores que tienen la función de resolver nombres y se les conoce como servidores de DNS¹¹, el Instituto al estar conectado a Internet y ofrecer el servicio de Internet, necesita de estos servidores para que se puedan encontrar equipos dentro de la red interna y personas de cualquier parte del mundo puedan encontrar fácilmente los recursos que ofrece hacia el exterior, como lo es la página web, ya que para los usuarios es más fácil recordar una dirección web como www.iingen.unam.mx que una dirección IP 132.248.53.245.

Los servidores que se encargan de ofrecer este servicio son basados en el SO Windows y están ubicados en la Coordinación de Sistemas de Cómputo, trabajan en conjunto con los servidores de DNS que tiene la DGSCA para toda la UNAM, así, una petición externa para consultar un recurso del Instituto, como una página web, primero llega a los servidores DNS de toda la UNAM en DGSCA, estos consultan a su vez a los servidores DNS del Instituto para ofrecer el servicio solicitado al usuario.

Cualquier organización e Institución que se conecte a Internet o que forme una LAN, necesita de un servidor que se encargue de esta hacer esta tarea, pues todos los recursos que conforman la red dependen de la disponibilidad de este servicio por eso si

¹¹ DNS (Domain Name Server, Servidor de Nombres de Dominio), fue creado por Paul Mockapetris contando con la colaboración de Jon Postel y más adelante Paul Vixie. El DNS nació en el año de 1984 y su uso estaba a cargo de instituciones académicas, de investigación y de uso militar. Para ayudar a los usuarios a encontrar fácilmente un recurso dentro de una red, al asociar a una dirección ip un nombre común que sea mas fácil de recordar. Los servidores guardan estos nombres en registros que se les conoce como registros de DNS y cuando alguien quiere consultar una pagina web por ejemplo, los servidores de DNS consultan sus registros para asociar al nombre que se esta solicitando una dirección IP, con esto los servidores DNS saben hacia donde redirigir la petición, con lo que el servicio solicitado es mostrado en el equipo desde el que se esta haciendo dicha petición.





la red presenta fallas se corre el riesgo de que se pierda la resolución de nombres, y con eso la RedII sería un caos total, pues usuarios acostumbrados a buscar nombres como Altair, Imsai, Mail, acostumbrados a buscar carpetas compartidas en equipos dentro de la red, a leer correo electrónico, a buscar recursos como impresoras, etc, no podrían realizar estas búsquedas y por consiguiente el acceso hacia los recursos internos del Instituto se vería afectado, pues no habría forma de llegar a ellos, a menos que el usuario supiera la dirección Ip del servidor o del equipo y en la mayoría de los casos ese dato no se tiene disponible.

- **Servicio de asignación dinámica de direcciones IP (DHCP)**

El servicio de DHCP¹² (*Dynamic Host Configuration Protocol*), DHCP es un protocolo de Internet diseñado para automatizar la configuración de nodos de red (PC's, laptops, impresoras, etc.) que usan TCP/IP (el DHCP se puede configurar de dos formas: estático o dinámico). DHCP puede usarse para asignar automáticamente direcciones IP asociadas una dirección MAC, para repartir parámetros de la pila TCP/IP como la máscara de una subred o el *Gateway* (router) por defecto y para suministrar otros datos de configuración como direcciones de impresoras, servidores de *news*, etc.

El servicio de DHCP que se emplea en el Instituto de Ingeniería es estático, esto significa que a cada dirección MAC se le tiene reservada una dirección IP, la ventaja principal de usarlo en esta modalidad es la seguridad, ya que una MAC no autorizada o registrada en los servidores de DHCP, no se le presta una dirección IP, con lo que el acceso a la red no se puede llevar a cabo, a menos que el usuario configure los parámetros que asigna el DHCP manualmente.

Este servicio esta basado en servidores con SO Windows, actualmente existen 5 servidores DHCP (uno por cada subred con las que cuenta el Instituto) y se encargan de asignar direcciones Ip a los dispositivos de toda la RedII, si la red presentara fallas se corre el riesgo de que los servidores que están como DHCP no respondan a las peticiones de los equipos de la red para asignarles una dirección Ip con lo que muchos equipos y/o dispositivos quedarían incomunicados lo que repercutiría en las actividades de los usuarios, por eso es necesario que la RedII este siempre operativa y no presente fallas que hagan poner fuera de línea a los equipos encargados de hacer estas tareas.

- **Acceso vía módem**

Investigadores en este Instituto requieren cada día más los servicios que puede ofrecer la RedII, ya que algunos de ellos tienen la necesidad de trabajar en el interior de la república o desde sus casas y necesitan acceso a todos los servicios de información de la misma. Para eso hacen uso del servicio de RAS que se tiene configurado en los servidores de la Coordinación de Sistemas de Cómputo, estos servidores basados en SO Windows, tienen módems externos conectados a ellos, cuando el usuario hace una llamada telefónica desde su equipo a números telefónicos que están configurados para esos módems, los módems contestan y establecen la comunicación con el equipo desde el que se esta haciendo la llamada, con lo que se le brinda al usuario la posibilidad de conectarse a Internet y hacia la red Interna del Instituto. Además este

¹² El DHCP surgió como protocolo estándar en Octubre de 1993. El RFC 2131 contiene la definición de DHCP mas reciente (Marzo de 1997). Microsoft introdujo el servicio de DHCP en su SO Windows NT Server v3.5, a fines de 1994. Actualmente casi todos los Sistemas Operativos de Red disponen de DHCP, y esta facilidad es también proporcionada por algunos Routers y Firewalls.

Este servicio se encarga de asignar direcciones ip a direcciones MAC. Las direcciones MAC están registradas en unas tablas que los servidores de DHCP mantienen para poder asignarles la dirección ip. Si la dirección MAC esta en su tabla, entonces prestan la dirección Ip, al dispositivo que lo solicita. La dirección MAC la asigna el fabricante de la tarjeta de red del dispositivo.





servicio también se usa para monitoreo de los equipos de la RedII, desde lugares externos al Instituto. Actualmente se tienen 107 usuarios del Instituto que usan este servicio en el que se les ofrece el servicio de Internet a través de RedUNAM que proporciona DGSCA.

III.iii. Administración, monitoreo y seguridad en la Red del II.

Una de las tareas primordiales en la RedII es llevar a cabo el monitoreo de la red de cómputo, el monitoreo se aplica principalmente al enlace que se tiene con DGSCA que provee el servicio de Internet (RedUNAM), así también a los equipos de red principales que conforman la infraestructura de la red de datos en el Instituto de Ingeniería y a los servidores que prestan servicios como DHCP, DNS, etc., que están operando en el Instituto.

Para que los equipos de red puedan ser monitoreados es necesario que soporten el protocolo SNMP (*Simple Network Manager Protocol*), este protocolo sirve para obtener el estado de operación del equipo en cuestión mediante una serie de parámetros.

El monitoreo se lleva a cabo usando diversas herramientas, la mayoría de ellas usan el protocolo SNMP, entre ellas podemos mencionar:

Network Supervisor Este software es proporcionado por la compañía 3Com, esta herramienta permite obtener de forma gráfica la distribución de los equipos en la red (permite hacer el descubrimiento de los equipos de red de manera automática o se puede definir la estructura manualmente), además de que nos proporciona una serie de parámetros que son muy útiles, tales como: dirección física de los dispositivos (dirección MAC), información sobre el uso del equipo, tráfico, eventos de red; además de generar reportes y enviar avisos a radiolocalizadores o correos electrónicos cuando algún equipo presenta alguna falla.

Sniffer¹³ Pro Esta herramienta permite la captura de datos, el monitoreo del tráfico en la red y colecta estadísticas de parámetros de red. Dentro de las ventajas que presenta se encuentran la captura de paquetes en tiempo real (una vez capturados los paquetes, estos son clasificados dependiendo del protocolo que se trate y son mostrados en forma detallada); las estadísticas pueden ser exportadas en formato CSV (formato delimitado por comas).

GFI LANguard Network Security Scanner Esta herramienta nos permite obtener una auditoria de seguridad de la red, LNSS combina las funciones de un scanner de puertos y un scanner de seguridad, crea reportes que son usados para encontrar agujeros en la seguridad de los equipos conectados a la RedII, también proporciona sugerencias a seguir para solucionar estos problemas de seguridad.

LanWatch Esta herramienta es un analizador de tráfico, el software corre sobre el sistema operativo MS-DOS y un equipo Pentium PC 133MHz, la información que nos proporciona esta herramienta es en forma numérica (hexadecimal) y representa el tráfico que genera cada uno de los equipos que tenemos conectados en nuestra red (PC's), la información que nos arroja el LanWatch nos muestra que equipo esta generando un envío de paquetes excesivo a la red y que pudiera ocasionar problemas, aplicando las medidas necesarias para corregirlo.

LanView Con esta herramienta se realiza el monitoreo y configuración de nuestros equipos de red; desde el software se pueden hacer tareas de administración, como por ejemplo bloquear puertos en donde se presenten indicios de mensajes de red excesivos (pueden ser causados por un virus ó el mal uso de los recursos de la red), también se puede hacer la búsqueda de algún equipo no autorizado en la red, la búsqueda se lleva a cabo por direcciones MAC o IP.

¹³ Sniffer. Es un programa diseñado para capturar y analizar los paquetes que circulan en la red.





Vsniff v1.0 Esta herramienta es un sniffer pero el análisis que realiza es a nivel de paquetes, la ventaja de realizar el análisis a nivel de paquetes es que nos proporciona información tal como: dirección IP de la fuente del paquete, dirección IP destino del paquete, puerto del paquete de la dirección Fuente y puerto del paquete en la dirección destino.

Herramientas del S.O. *NETSTAT* Visualiza todas las conexiones y accesos en el equipo en cuestión, *NBTSTAT* Muestra estadística del protocolo NetBios sobre TCP/IP –las tablas de NetBios de la computadora local y remota, *TRACERT* determina la ruta tomada de un paquete origen hasta alcanzar su destino.

Otra de las tareas de administración es verificar que todos los nodos de red estén activos. La seguridad es un punto principal a tratar en el diseño de la RedII como consecuencia de que esta deberá mantener comunicación con redes dentro y fuera de la UNAM, y en el caso más general a Internet. La RedII debe mantener las características de una red privada considerando o no el tipo de actividades que se lleven a cabo en el Instituto como un centro de investigación y desarrollo. En el Instituto de Ingeniería, así como en las demás dependencias de la UNAM, dependencias públicas y privadas, paulatinamente se incrementa la necesidad y en consecuencia la demanda del acceso a otras redes y de los servicios de Internet, la RedII no es un caso exento.

Actualmente en la RedII no existe un esquema de seguridad bien definido, dado que los equipos de red con los que cuenta actualmente la RedII impiden implantar dicho esquema, debido a que son obsoletos y no tienen las características de análisis y configuración que ofrecen los equipos de red de hoy en día y que están adecuados a las necesidades de las redes actuales, sin embargo se emplean algunas herramientas que permiten monitorear la RedII (mencionadas anteriormente) y algunas que brindan seguridad al usuario.

A continuación se describen dichas herramientas:

Norton Antivirus Edición Corporativa (NAVCE)

El incremento en la frecuencia de los ataques de virus que se propagan rápidamente aprovechándose de las ventajas que dan las redes con nuevas tecnologías (como anchos de banda mas grandes, velocidades transferencia mayores, etc.) hace absolutamente necesario proteger todos los sistemas del Instituto. Además, proteger contra virus el correo electrónico ya no es suficiente. Es necesario contar también con una protección antivirus en las estaciones de trabajo y en los servidores de la red para proteger el funcionamiento del sistema y la productividad de los usuarios. Esta herramienta NAVCE es la encargada de proporcionar seguridad al usuario en lo que a virus, troyanos, spyware¹⁴, código malicioso, etc., se refiere. El programa cliente del antivirus se instala automáticamente desde los servidores designados como instaladores de antivirus y el control de las definiciones de virus (actualizaciones) se hace de forma transparente al usuario, cada vez que este inicia sesión en el dominio de IINGEN, de manera que el usuario tiene su equipo actualizado y listo para detectar algún posible virus o troyano creado recientemente gracias a su protección en tiempo real. Actualmente hay un servidor por cada Coordinación encargado de instalar el software antivirus y actualizarlo.

¹⁴ Spyware, se le llama así a un software o aplicación que se instala sin el consentimiento del usuario mientras esta conectado a Internet, "espía" o recopila datos sobre la actividad del equipo local como direcciones de correo, passwords, paginas visitadas, etc. y la manda hacia algún lugar en el exterior una vez que este equipo se conecta a Internet, con lo que el usuario cuando esta navegando recibe ofertas de publicidad sin que este las haya solicitado, empieza a recibir en su correo publicidad no solicitada o Spam. A veces hay cierto tipo de spyware que hace mas lento el desempeño de la maquina en la que esta instalado.





También, NAVCE ofrece seguridad para los correos electrónicos basados en Exchange, en los que se hace un análisis de los correos que entran y salen del servidor de Exchange, así como de análisis de los archivos adjuntos de cualquier extensión (.exe, .zip, .rar, .tar, .http, etc.)

Además el cliente de NAVCE registra los intentos no autorizados de modificar el registro del sistema windows (registry) y al detectar un virus aparte de aislarlo del equipo local, manda una copia del archivo infectado a un repositorio central para su análisis, conocido como *Quarantine Center* o Centro de Cuarentena, este centro de cuarentena, esta en un servidor en la Coordinación de Sistemas de Cómputo basado en SO Windows que tiene la función de servidor maestro y que controla al grupo de servidores que instalan las versiones clientes (también con SO Windows) para cada equipo de la coordinación correspondiente. En este servidor maestro a medida de reporte se puede saber cuales son los virus que han afectado a los equipos que están en la RedII. Además NAVCE proporciona una consola de administración centralizada *Symantec System Center* (Centro de Sistema Symantec) desde la que es posible programar escaneos de equipos contra virus, así como de unidades de red, monitorear los equipos que están infectados por algún virus, forzar la actualización de definiciones de virus de algún cliente, hacer un análisis del historial de virus que han atacado a un equipo cliente, etc.

Esto es de mucha ayuda ya que con esto se pueden obtener estadísticas de los ataques de virus que ha sufrido el Instituto, a continuación se muestra uno de los reportes generados por ese servidor de los últimos virus que han atacado equipos en el Instituto.

A continuación se muestran algunas de las incidencias de virus en el Instituto el año pasado:

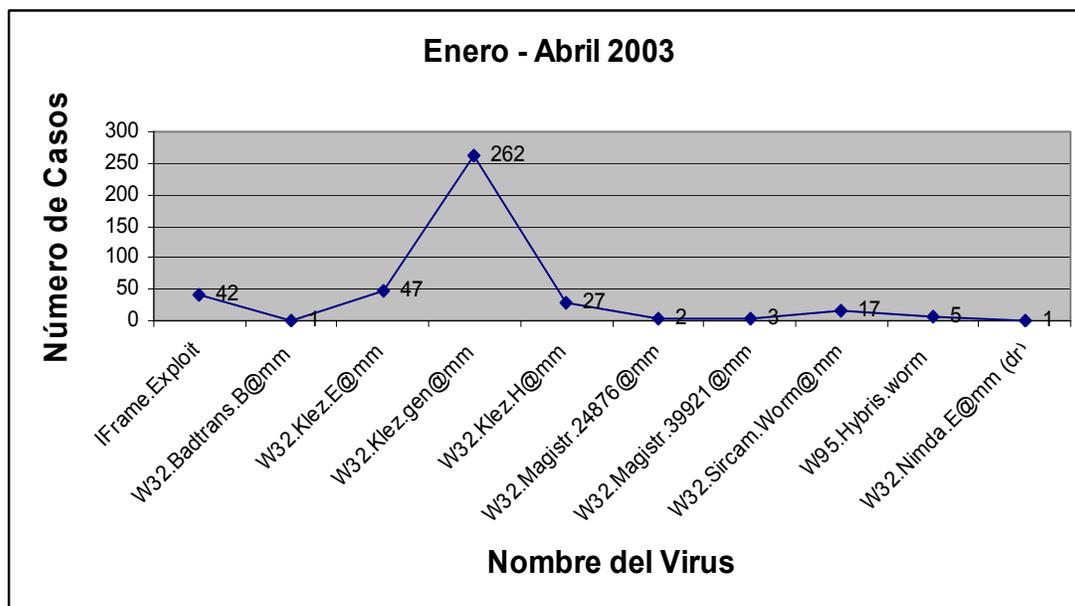


Tabla 1 Incidencias de Virus en Enero-Abril en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM



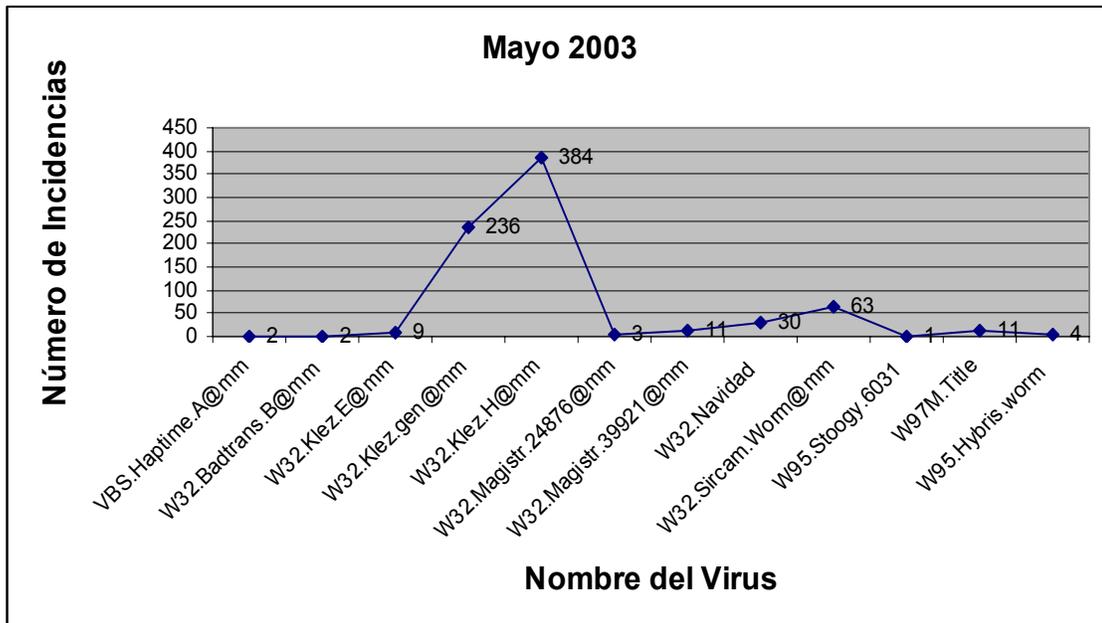


Tabla 2 Incidencias de Virus en Mayo en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM

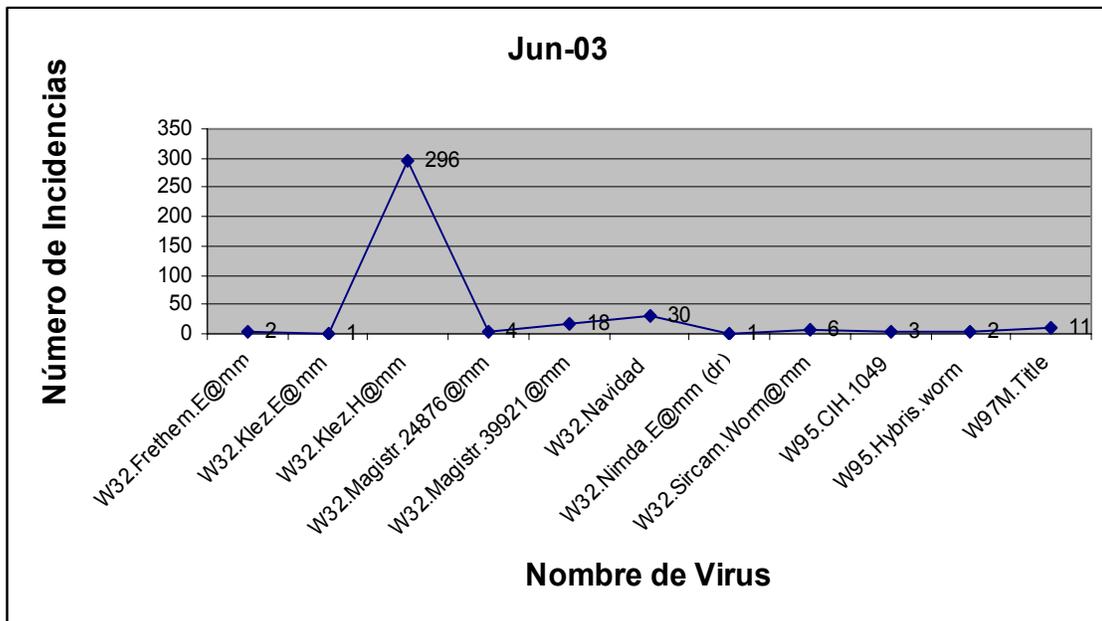


Tabla 3 Incidencias de Virus en Junio en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM



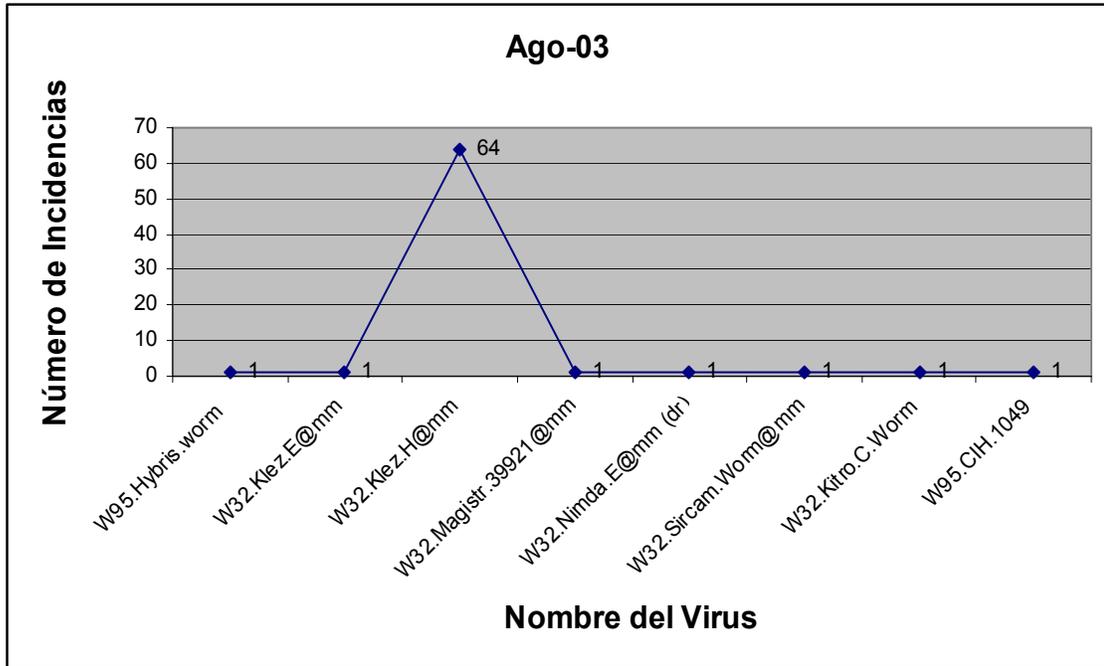


Tabla 4 Incidencias de Virus en Agosto en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM

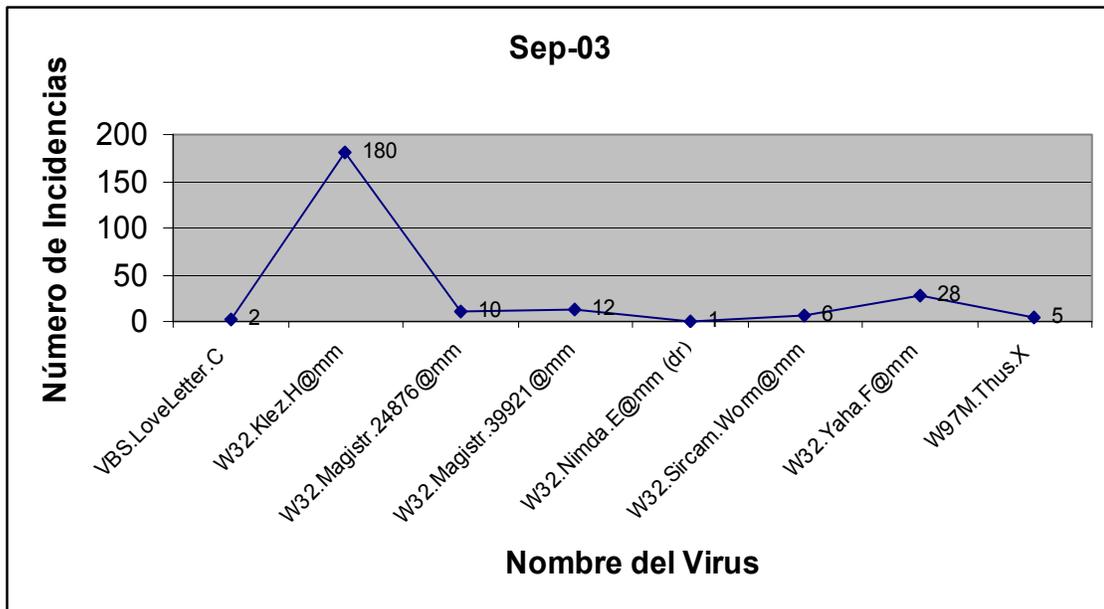


Tabla 5 Incidencias de Virus en Septiembre en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM



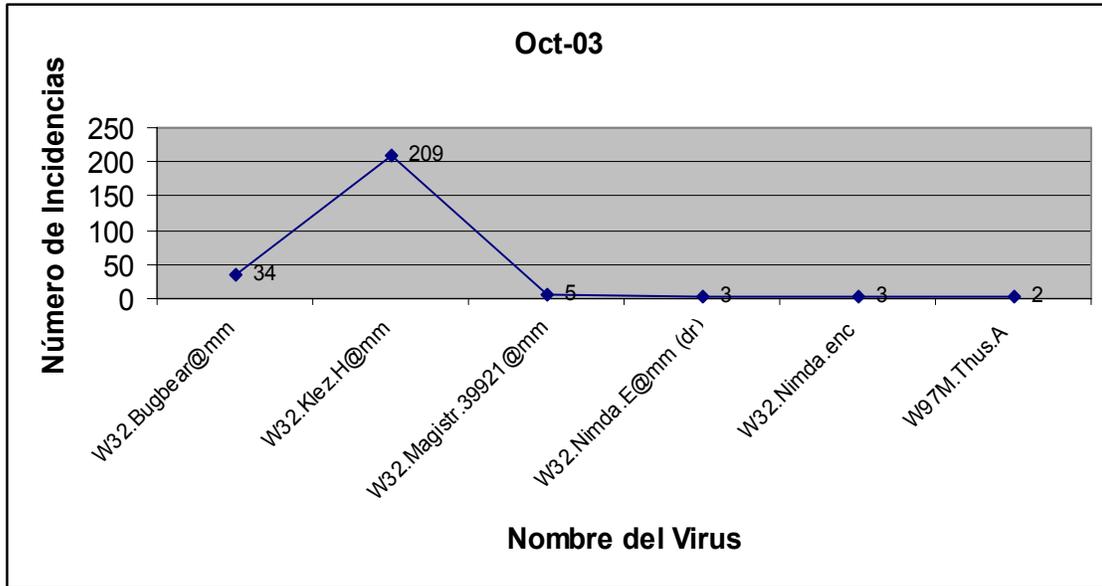


Tabla 6 Incidencias de Virus en Octubre en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM

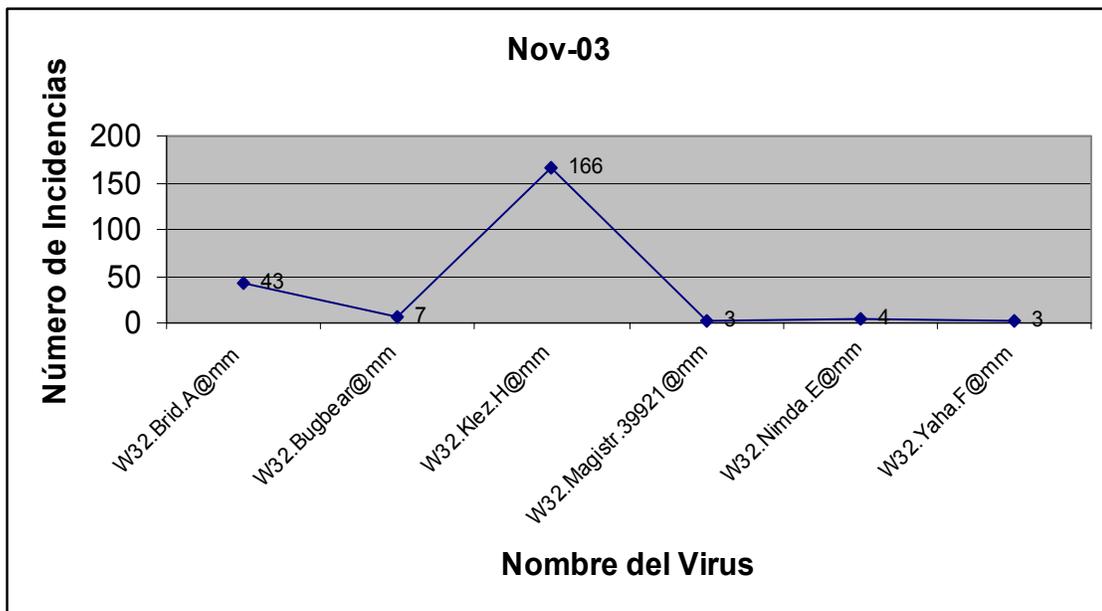


Tabla 7 Incidencias de Virus en Noviembre en Instituto de Ingeniería
Fuente proporcionada Página Web Instituto de Ingeniería, UNAM





RAV Antivirus

Este sistema antivirus basado en SO Unix, analiza cada uno de los correos de los usuarios en el momento en que son entregados al servidor. En caso de que el correo contenga algún virus, este no será entregado al servidor. Esta herramienta proporciona seguridad protegiendo a los usuarios de la lectura y envío de todos sus mensajes; logrando reducir los riesgos de daño a los equipos ocasionados por infecciones vía correo electrónico.

III.iv. Análisis de la Red Actual.

III.iv.1. Situación Actual

Como se mencionó en el apartado 3.1 de este mismo capítulo, el Instituto de Ingeniería de la UNAM tiene una red de comunicaciones basada en un backbone de tecnología ATM el cual conecta directamente a los 10 edificios que conforman el Instituto entre sí, a través de conexiones a 155 Mbps llegando hasta los usuarios de la red con conexiones a 10 Mbps con una infraestructura de Ethernet Compartida y a los servidores con 100 Mbps con equipos que ofrecen tecnología Ethernet Switchheada..

Esta red también brinda conectividad indirecta a la Mesa Vibradora, que actualmente se encuentra conectada a través del backbone de RedUNAM. La salida a Internet de la red del Instituto de Ingeniería en su conjunto se tiene a través de una conexión de 100 Mbps con la infraestructura de RedUNAM.

Como ya se mencionó, la red de datos del Instituto fue adquirida en tres fases, la primera etapa data de hace 11 años y las posteriores son más recientes de hace 5 años, atiende aproximadamente a 850 usuarios. La red está conformada por equipos hubs en su mayoría, algunos switches y el backbone de ATM que corre a velocidad de 155 Mbps con interfaces OC-3 y topología en estrella. La infraestructura de cableado entre los diferentes edificios es en gran porcentaje categoría 5, en algunos existe categoría 4, 5e y 6 así como fibra óptica multimodo 62.5/125µ con configuración en anillo lógico a través de 3 pares de fibras ópticas multimodo entre la conexión de los edificios que conforman el backbone. El sitio central de la red (o centro de la estrella) se ubica en el edificio 12, lo cual puede permitir la actualización de los elementos activos¹⁵ de la red para soportar tecnologías recientes y futuras.

Actualmente a la red de datos del Instituto se le acaba de incorporar la capacidad de ruteo estático pero sigue careciendo de mecanismos adicionales de seguridad, control de aplicaciones, etc. Limitándose ésta prácticamente a transportar la información. La incorporación reciente del ruteo ayudo a que el tráfico de red interno entre los diferentes edificios que se conectan a la RedII ya no tenga que viajar hasta el backbone de Red UNAM (IIMAS) y volver a entrar a la red del Instituto, lo cual hacía ineficiente el transporte interno de la información mezclándolo con tráfico que iba y venía de Internet. Esto adicionalmente provocaba que la red interna fuera insegura debido a que su tráfico interno tenía que salir de la misma y era más difícil y costoso poner un esquema de protección. Adicionalmente cuando existían fallas, periodos de mantenimiento o filtraje de paquetes por problemas de virus en el nodo de RedUNAM en el IIMAS además de perderse la

¹⁵ Lo elementos activos en una red son todos aquellos dispositivos que necesiten de energía eléctrica para funcionar, entre estos encontramos a las tarjetas de red, concentradores, routers, switches, periféricos, etc., y se les llama activos porque tienen algún tipo de circuitería electrónica y por lo tanto necesitan de alimentación eléctrica para funcionar.





comunicación hacia Internet, se perdía la comunicación interna entre edificios del Instituto, provocando suspensión de varios servicios críticos como acceso a las bases de datos, servidores de impresión remota, servicio de validación usuarios, resolución de nombres, etc.

La misión principal de la red de datos del Instituto de Ingeniería es mantener todas las comunicaciones y sistemas en línea con una disponibilidad del 100% para soportar y facilitar las actividades científicas que se desarrollan en el Instituto, así como mejorar las posibilidades de comunicación entre las personas que trabajan en el y poderles brindar nuevos servicios que les ayudarán a desempeñar de manera más eficiente y productiva su labor.

III.iv.1.1. Análisis de la problemática de la Red de Datos.

La red del Instituto de Ingeniería respondió en un inicio a la necesidad de colaboración en proyectos de varios investigadores, profesores, estudiantes y personal administrativo así como la necesidad de poder acceder a Internet, sin embargo por efectos del aumento de las necesidades de comunicación, nuevas aplicaciones científicas, contenido en Internet, etc. la capacidad de la red ha llegado a su límite tecnológico. Esta insuficiencia en la capacidad de la red, ha generado problemas que van desde la inestabilidad e insuficiencia de recursos de red en algunas áreas, el desbalance o carga de tráfico en la red, una difícil administración y control de las aplicaciones que fluyen en la red, hasta la falta de seguridad, y otros efectos que no son controlables actualmente. Asimismo, debido a la disminución de costos en la tecnología en cuanto a la velocidad a la que se pueden conectar las PC's a la red con tecnologías como GigabitEthernet y que RedUNAM ya puede entregar esta tecnología en su backbone, hace que se desperdicie totalmente esta capacidad de comunicación ya que la infraestructura no lo permite.

- Actualmente la red de datos del Instituto no ofrece ninguna capacidad adicional como control de aplicaciones etc. limitándose ésta a transportar la información.
- Actualmente los equipo con los que cuenta la RedII, carecen de fuentes redundantes, con lo que cuando existen fallas, periodos de mantenimiento o filtraje de paquetes por problemas de virus además de perderse la comunicación hacia Internet, se pierde la comunicación interna entre los edificios del Instituto, provocado suspensión de varios servicios como acceso a las bases de datos, servidores de impresión remota, servicio de validación de usuarios, resolución de nombres, etc.

Como ya se mencionó la naturaleza actual de la red del Instituto está basada en tecnología ATM, la cual es una tecnología que va en decadencia en cuanto a redes locales se refiere y los diferentes fabricantes de tecnología ya no la ofrecen en su totalidad, de hecho hay algunos fabricantes que han descontinuado el uso y soporte de equipos con los que actualmente cuenta la RedII.

Asimismo, esta falta de capacidad y sus efectos colaterales, han hecho que se pierda el control de la red y esto obstaculice la implementación de nuevas tecnologías posibles como lo es telefonía sobre IP, redes inalámbricas, seguridad, etc. pues en lo que respecta al mantenimiento y administración al no contar con un cableado estructurado, hace mas difícil la detección de fallas desgastando más tiempo en resolver problemas





inherentes a capacidad en vez de utilizarlo en el desarrollo de nuevos servicios de red que brinden mayor eficiencia en las actividades que se desarrollan dentro del Instituto.

En cuanto al cableado de la red de fibra óptica, no se cuentan con rutas redundantes lo cual limita la capacidad de la red de poder brindar total disponibilidad y confiabilidad a los usuarios de la misma y sus servicios críticos.

Por otra parte la red de datos del Laboratorio de la Mesa Vibradora esta conectada a RedUNAM a través del Instituto de Ecología y comparten una sola subred de direcciones IP, lo que ha ocasionado problemas de operación y comunicación entre el laboratorio y el Instituto debido a fallas y problemas de configuración de las computadoras de la red local del Instituto de Ecología.

III.iv.1.2. Requerimientos actuales de la Red de Datos del Instituto.

En los últimos años, las redes han evolucionado drásticamente, en temas que tienen que ver con tecnología en convergencia de voz y datos, control de las aplicaciones de la red, calidad de servicio, seguridad en la red y ancho de banda sobre todo. Esto, por un lado, ha enriquecido los componentes que integran las redes y por otro se abren nuevas opciones para ofrecer más y mejores servicios a través de ellas. Asimismo un valor importante que ofrece esta evolución de las redes lo representa la reducción de costos y la alta flexibilidad y facilidad de implementación.

Por dichas razones el Instituto de Ingeniería busca soluciones tecnológicas que basen su desarrollo en los conceptos anteriores y que por supuesto brinden la mejor relación costo-beneficio y protección de la inversión, así como valores agregados que permitan aprovechar al máximo todas las capacidades de la red y del personal que soporta su administración, todo esto unido a la misión de la propia institución que es la de investigación y formación de recursos humanos altamente capacitados.

Los requerimientos para la RedII son los siguientes:

- Ampliar el ancho de banda del backbone de 155 Mbps a 1 Gbps a manera de poder escalar la infraestructura del mismo backbone a conexiones de 10 Gbps. Esta tecnología deberá estar en el backbone para la comunicación a los diferentes edificios y en los servidores centrales del Instituto
- Distribuir la capacidad del backbone en los diferentes edificios que este interconecta a manera de que cada edificio tenga una infraestructura de backbone individual sincronizada con el backbone central.
- Ampliar la capacidad de los puertos de red de los usuarios de 10Mbps compartidos actuales a 100Mbps switcheados para el mejor aprovechamiento del hardware de red de las PC's con que cuenta el Instituto, con lo que se podrá ofrecer a los usuarios servicios como VoIP.
- Con la recién adquirida capacidad de ruteo se descargo el manejo del tráfico interno que anteriormente manejaba RedUNAM y fue posible dedicar totalmente el enlace de RedUNAM al manejo de tráfico hacia o desde Internet. Lo que falta ahora es priorizar aplicaciones en el backbone para que el tráfico interno no sobrecargue la capacidad del mismo.





- Aumentar la disponibilidad y confiabilidad a través de arquitecturas de redundancia y procesos distribuidos de red en el backbone así como enlaces redundantes de mayor capacidad hacia los diferentes edificios del Instituto.
- Aumentar la capacidad de puertos en los IDFs a través de equipamiento que soporte tecnologías de apilamiento así como poder potenciar la conexión redundante y ancho de banda de cada edificio al backbone e integrar nuevas tecnologías futuras como VoIP, Wireless, etc.
- Aumentar la capacidad del enlace con RedUNAM a una capacidad de 1Gbps para abrir la posibilidad de participar en proyectos de investigación que utilicen la infraestructura de Internet 2.
- Aumentar la eficiencia en la transmisión de las aplicaciones en la red a través de la segmentación de tráfico con la implementación de VLANS y que estas puedan ser controladas en el backbone de la red.
- Aumentar la extensión de la red a través de comunicación inalámbrica a usuarios móviles a lo largo de todo el campus con conexiones de 11 Mbps y 54 Mbps.
- Soportar nuevas aplicaciones que demanden mayor ancho de banda y prioridad sobre otras aplicaciones no críticas como videoconferencias, etc.
- Implementar mecanismos de seguridad en el backbone y a nivel de los usuarios a manera de que se puedan controlar las aplicaciones que viajan en la red y limitar el uso no autorizado por puerto de conexión o por tipo de usuario a los recursos de red.
- Mantener la compatibilidad de comunicación de la Torre de Ingeniería con la infraestructura de datos del Instituto de Ingeniería y aprovechar esta comunicación como un sistema de comunicación de respaldo. Para que en caso de alguna falla en el enlace con RedUNAM, el Instituto salga a Internet por el enlace que tiene la Torre de Ingeniería con RedUNAM.
- Uso de estándares de redes LAN.
- Contar con una plataforma de administración centralizada basada en SNMP y acceso a los equipos por WEB, que permita ver la topología de la red, bitácoras de alarmas, generar alarmas, diagnóstico y solución de fallas, desde cualquier lugar del mundo. Pues actualmente son pocos los equipos en la RedII que tienen la capacidad de administrarse vía Web.
- Se requiere de una comunicación directa entre el Instituto de Ingeniería y la mesa vibradora por medio de un puente inalámbrico Ethernet que ofrezca niveles de seguridad y manejo de encriptación, con esto tendremos una comunicación independiente a RedUNAM formando parte directa de la red del Instituto de Ingeniería.





III.iv.2. Conclusiones

Al efectuar el análisis de la red actual y sus necesidades o requerimientos, podemos concluir que los puntos a concretar al implementar la RedII con tecnología GE son:

- Antes que todo, ajustar lo más posible la RedII a las normas de cableado estructurado. Llevando a cabo la instalación de MDFs e IDF, acondicionados de acuerdo a las normas que marcan los estándares ANSI/TIA/EIA 568-A, 569-A, 606 y 607, así como implementar correctamente el cableado actual en cableado horizontal y vertical.
- Verificar que el equipo de red a utilizar en la RedII, cumpla con los estándares internacionales que dicta la IEEE, esto nos garantizará que equipos de diferentes proveedores puedan integrarse a la RedII para trabajar en conjunto sin estar atados a la limitante de un solo proveedor además de que se puedan ofrecer tecnologías diferentes dentro de la RedII (VLAN's, VoIP, Wireless, etc.)
- Homogenizar a una sola categoría el cable de cobre UTP usado para la interconexión entre equipos (Switches, Pc's, etc.). La categoría mínima recomendada para la tecnología propuesta FE es la categoría 5e, la categoría ideal sería la 6 (ó 7) pensando en una posible migración a la tecnología 10GE.
- Revisar que el cableado de fibra óptica cumpla con las características que se necesitan para poder ofrecer incluso a futuro, velocidades en el backbone de 10Gb, así como también si tiene todavía las condiciones óptimas para seguir operando esto nos permitirá detectar si es necesario efectuar reemplazos.
- Considerar una reestructuración de la estrella de fibra óptica (backbone), es decir, que los edificios 1, 2, 4, 5 y la Torre de Ingeniería (edificio independiente de este proyecto pero que forma parte del Instituto) se conecten directamente al edificio 12, que es el que alberga el backbone de campus y donde estará el equipo central de administración de la estrella.
- Ampliar el ancho de banda total que se maneje en el backbone de la red y en el backbone de cada uno de los edificios. Al incrementar el ancho de banda disponible se disminuirán los cuellos de botella.
- Aprovechar al máximo todas y cada una de las características que ofrecen los dispositivos de red que soportan las nuevas tecnologías (*Resilient links, Trunks, QoS, VLAN's, etc.*).
- Distribuir cargas (tráfico de red) en los edificios de manera uniforme logrando la implantación de VLANS para asilar el tráfico por segmentos de red (por subredes). Implantando VLAN's dará también una mayor seguridad, en los segmentos de red y al conseguir aislar el tráfico perteneciente a una sola subred no se afectará al resto de la red o subredes.
- Establecer una prioritización en el backbone para la operación de las aplicaciones que vayan a utilizar la RedII.
- Preparar la RedII para que pueda soportar y ofrecer a los usuarios tecnologías inalámbricas desde cualquier punto de la RedII, como 802.11b/g.
- Establecer criterios de seguridad a nivel de red y monitoreo como la implantación de Firewall's, el uso de Radius, etc., esto nos permitirá tener una mejor administración de la RedII con lo que se prevendrán, detectarán y corregirán las fallas que se presenten, reduciendo considerablemente el tiempo de respuesta ante cualquier eventualidad.





IV. Diseño de la Red de Cómputo del Instituto de Ingeniería

IV.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo de tesis es el análisis y diseño de la red de cómputo del Instituto de Ingeniería basándose en estándares internacionales, introduciendo la tecnología más reciente y que nos proporcione un mejor desempeño, soportando las exigencias actuales y previendo las futuras, además de ser flexible para permitir el mantenimiento y actualizaciones cuando sean necesarias, y que mantenga esquemas de seguridad a nivel de red, facilitando las tareas de administración.

IV.2 Requerimientos de la Red II

Para cumplir el objetivo de la migración de la Red II garantizando un óptimo funcionamiento, es indispensable que cumpla con las siguientes características en la parte de cableado estructurado y de equipo de red:

- Debe cumplir con las especificaciones de normas y estándares internacionales¹.
- Apego a las normas del Instituto de Ingeniería de la UNAM, DGSCA y Red UNAM
- Contar con esquemas de seguridad a nivel de red.
- Simplificar el mantenimiento, administración y operación.
- Soporte a la pila de protocolos de transporte y comunicación TCP/IP.
- Conexión con la red global Internet.
- Contar con especificaciones técnicas para satisfacer las necesidades de los usuarios del Instituto.
- La Red II debe ser el medio de enlace entre los usuarios del Instituto de Ingeniería, Red UNAM y la red global, además de ser un respaldo para la Red TI.
- Ubicar a la RedII como una de las redes de cómputo convergente de datos (datos, telefonía y video) ejemplar dentro y fuera de la UNAM.

El esquema de administración y monitoreo de los diferentes dispositivos o equipos conectados a la Red II ayudará a prevenir, detectar y corregir fallas que se presenten, además de tener estadísticas de como serán utilizados los recursos de la red.

La función básica de una red de cómputo es la de satisfacer las necesidades y expectativas de comunicación de los usuarios, y por tanto, es necesario considerar el número necesario de servicios de datos que se requieren para cada edificio del Instituto.

El número de servicios de red por edificio en el Instituto se muestra en la tabla 4.1, estos fueron determinados tomando como referencia la población y el número de servicios de datos que se registran en las áreas de cubículos de cada edificio, considerando áreas de laboratorios. También se considera la instalación de nuevos servicios de red inalámbrico en las salas de juntas y en cada nivel de los edificios.

¹ Los estándares y normas internacionales a los que se debe apegar la implantación de la Red II son los abarcados en el capítulo II de esta tesis (estándares ANSI/TIA/EIA 568-A, ANSI/TIA/EIA 569-A, ANSI/TIA/EIA-606 y ANSI/TIA/EIA-607 para la parte de cableado estructurado y los estándares que dicta la IEEE para la parte de hardware).





Instituto de Ingeniería				
EDIFICIO		Servicios		Servicios por Edificio
		Datos	Telefonía	
			Servicios por Piso	
1	Planta Baja	35	27	116
	Piso 1	38	12	
	Piso 2	43	37	
2	Planta Baja	4	17	104
	Tapanco	42	9	
	Piso 2	32	20	
3	Bombas	22	3	43
	Nave PB	10	4	
	Nave Piso 1	11		
4	Planta Baja	30	15	68
	Piso 1	38	5	
5	Planta Baja	2	3	194
	Piso 1	48	29	
	Piso 2	65	22	
	Piso 3	79	16	
Mesa de Arena	Piso 1	6	1	6
6	Planta Baja	9	8	9
8	Planta Baja	0		6
	1	2	4	
	2	2		
	3	2		
12	Sótano	6	4	115
	Planta Baja (Oriente)	8	7	
	Piso 1	34	16	
	Piso 2	67	27	
	Cómputo	45	10	
	Servidores	44	1	

Fuente: Datos proporcionados por el Instituto de Ingeniería
 Tabla 4.1 Número de servicios de datos y su distribución en el II

IV.2.1. Aplicaciones y Servicios de Red

Las aplicaciones que se tiene pensado implantar en la Red II y que no se habían utilizado debido a las limitaciones en el ancho de banda o bien los equipos de red (ya que no soportaban ciertas características como calidad de servicio, clases de servicio, multicast, etc.) son:





- Servicios de información de tiempo crítico (p. ej. monitoreo de la Red II en tiempo real)
- Manejo de telefonía sobre IP
- Videoconferencia
- Reproducción de video
- Acceso a páginas Web (texto, imágenes y audio)
- Correo electrónico
- Gestión de Bases de Datos convencionales
- Transferencia de datos
- Aplicaciones científicas
- Documentos con manejo de voz (p. Ej. correo de voz)
- Aplicaciones compartidas de escritorio
- Sesiones remotas
- Súper Computo

Para que se puedan utilizar estas aplicaciones de una manera óptima, algunas de las necesidades de la RedII son:

- Un ancho de banda grande para equipos de escritorio, servidores y backbone
- Latencia baja
- Calidad de Servicio (QoS)

IV.2.2. Tolerancia a Fallos

Para lograr que una infraestructura de red de cómputo tenga grado de disponibilidad y confiabilidad, es necesario que existan medidas tolerantes a fallos en la red. No se puede permitir que la falla de un solo componente afecte a toda la Red II, por lo que es indispensable tomar en cuenta los siguientes puntos:

DISPOSITIVOS DE RED

Los equipos de interconexión que conformen la arquitectura de la Red II deberán incluir componentes que ofrezcan características de tolerancia a fallos como módulos redundantes y módulos de intercambio rápido (*hot swap*) en tiempo de operación de la red.

ENLACES REDUNDANTES

Los enlaces redundantes aseguran que todos los dispositivos principales de red estarán interconectados por lo menos a dos rutas, existen dos tipos de enlaces redundantes los pasivos y los activos, los pasivos permiten tener uno o más enlaces redundantes pero con la limitante de que solamente se ocupa uno a la vez (*STP - Spanning Tree Protocol, Resilient Links*), estos enlaces pueden ser usados como parte de la operación normal de la red y en el momento de que ocurra una falla en un enlace, el otro estará como respaldo, por otro lado los activos permiten usar todos los enlaces a la vez, incrementando el ancho de banda del enlace y proporcionando redundancia, si un enlace se cae lo que ocurriría es solo la reducción en el ancho da banda. Además de proveer un incremento en la capacidad de transmisión de la red excediendo la capacidad requerida.





FUENTES DE PODER ININTERRUMPIBLE

Estas fuentes (UPS: *Uninterruptible Power Supplies*) son capaces de soportar las operaciones de red durante unos minutos u horas cuando se suspende el suministro de energía eléctrica.

IV.2.3. Esquemas de Seguridad

La seguridad es una característica importante, o la más importante, en redes de área local privadas. Los principales esquemas de seguridad en la Red II deben estar contemplados a nivel de los usuarios y dispositivos de red, de los medios de transmisión internos y de enlaces hacia el exterior. En este trabajo de tesis solo nos enfocaremos a las características referentes a la seguridad que ofrecen los dispositivos de interconexión de red.

El esquema de seguridad de la Red II de acceso hacia y desde el exterior debe estar basado en un grupo de sistemas que pueda imponer una política de seguridad, es decir, mediante un servidor que controle los accesos remotos hacia la RedII como *Radius*, VPN's, IDS's², o un muro de fuego (*Firewall*) por medio del cual pasará todo el tráfico de información de los enlaces externos y podrá ser inspeccionada para autorizar su paso a la Red II. Las LAN virtuales (VLAN) pueden ser una herramienta útil para incrementar la seguridad al permitir que los administradores de la red utilicen LAN virtuales para definir restricciones de acceso entre grupos de dispositivos, proporcionando así más barreras de seguridad.

IV.3 Diseño por edificios

El diseño de la red de cómputo se ha propuesto por edificios y cada uno de ellos se dividió en dos propuestas, por un lado la parte de la propuesta de cableado estructurado y por otro la propuesta de los requerimientos del equipo de red, para esta última parte se ha pensado que el proceso de sustitución de los equipos se lleve en dos etapas:

Etapas 1. Combinación de equipo nuevo y el equipo existente Interconectado de la mejor manera.

Etapas 2. Utilización de equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Nota: Para los edificios pequeños, se hizo la propuesta de cableado estructurado, así como una sola etapa para la sustitución de equipos, ya que las dimensiones de los edificios no justificaban el tener 2 propuestas.

² IDS: Intrusion Detect System (Sistemas de Detección de Intrusos), estos sistemas pueden dar un nivel adicional de seguridad a la RedII, pues están diseñados para monitorear constantemente los accesos hacia la red, así como los intentos de ataque externos e internos hacia la Red.





IV.3.1. Edificio 1

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado estructurado	
Cableado horizontal	<p>Ubicar un IDF (IDF) por cada piso, con esto se lograría tener una mejor administración de los equipos y detección de fallas.</p> <p>Consideramos que un posible lugar en donde se podrían ubicar los IDF's para cada piso es junto a la columna de madera que comunica a los pisos y que actualmente se usan para llevar algunos servicios, como son: telefonía y red.</p> <p>En cada closet se ubicaría un dispositivo de red. Este dispositivo se encargaría de proporcionar los servicios al área de trabajo, con esto aislaríamos las fallas al piso correspondiente.</p> <p>Cada IDF debe ser diseñado y aprovisionado de acuerdo a los requerimientos en el ANSI/EIA/TIA-569.</p> <p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo</p> <p>Verificar que la longitud del cableado horizontal no sobrepase los 90m (distancia medida desde el IDF (IDF) hasta el área de trabajo).</p> <p>Utilizar una topología en estrella (actualmente en uso)</p>
Cableado vertical (Backbone)	<p>El MDF (MDF) (planta baja del edificio 1), por ser el lugar en donde se concentraría el equipo que tiene la mayor carga de la Red, ya que este sería el que dé la salida al exterior (Backbone) y el que conectaría a los pisos, proponemos que el dispositivo de interconexión principal sea un switch.</p> <p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para el cableado vertical, con esto podemos soportar tecnología FastEthernet</p>
Hacia el exterior (Facilidades de Entrada)	<p>El MDF e IDF estarían en un mismo lugar dadas las limitantes de la construcción (falta de espacio), proponemos la reubicación del closet para que quede mejor acondicionado, quedando este en la planta baja para ocupar las conexiones que ya existen del closet anterior.</p> <p>Las conexiones hacia el Edificio 12 proponemos que se realicen con enlaces de fibra óptica de manera subterránea, para que el cableado quede protegido (contra el medio ambiente y/o accesos no autorizados o indebidos).</p>

Se recomendaría que para tener un cableado bien y mejor organizado se sustituyeran las regletas por Patch Panel's, para cada concentrador que lo requiriera.





Etapas 1. Combinación de equipo nuevo y el equipo existente Interconectado de la mejor manera.

Propuesta

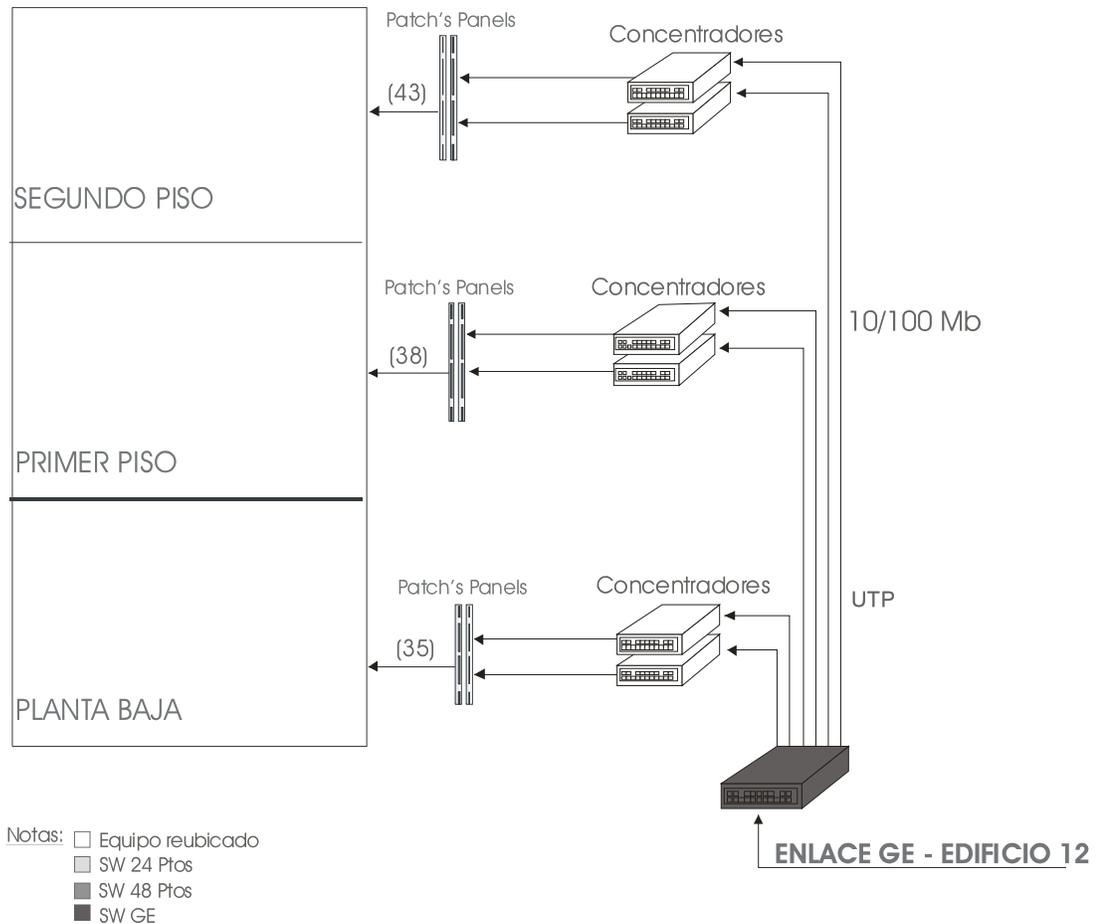
Para esta propuesta, creemos que sólo es necesario la adquisición de un Switch el cual opere con tecnología Gigabit Ethernet y tenga las características de ser monitoreable y administrable, además de que este Switch funcionara como equipo principal del edificio y de que proporcionará las facilidades de entrada al mismo, tal vez en tiempo mas adelante sea el precursor para que gradualmente se cambie el equipo restante u obsoleto (Hubs) a equipo que opere a tecnología Fast o Gigabit Ethernet también pensando en que sea este el que de el soporte necesario para brindar el servicio de VoIP, es decir que con el incremento del ancho de banda y gracias a que se tienen segmentos dedicados, se pueda ofrecer un servicio de buena calidad de VoIP.

- En este caso nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos según convenga, el cual estaría en la planta baja del edificio con lo que aumentara el número de servicios que se pueden brindar en el edificio incrementando el ancho de banda posible o disponible para el edificio, además este switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio (con el edificio 12) a base de fibra óptica multimodo.
- A este Switch se le conectaría en un puerto un concentrador HubStack SEHI-24 (Intelligent Stackable HUB) 10BaseT con Lan View de 24 puertos en RJ45, en otro puerto un SEH-24 los cuales se ubicarán en la planta baja del edificio, de ser necesarios mas servicios para la planta baja, se conectara otro concentrador según se requiera en otro puerto que este disponible del switch.
- Para el primer piso se tendrían dos concentradores estos serían SEH-24 (Stackable HUB 10BaseT de 24 puertos en RJ45) y SEH-34 (Stackable HUB 10BaseT de 24 puertos a base de Telcos), estos estarían directamente conectados al Switch de la planta baja. En el caso de que se necesiten más servicios para el primer piso se agregaría otro concentrador según se requiera en otro puerto que este disponible del switch.
- Para el segundo piso se tendrían los dos concentradores restantes estos serían SEH-24 y 3Com (SuperStack II Hub 10 de 24 puertos TP (3C16406)), de igual forma que en el primer piso estos concentradores estarían conectados directamente al Switch de la planta baja. Y en el caso de que se necesiten más puertos para el segundo piso se agregaría otro concentrador según se requiera en otro puerto que este disponible del switch.





Edificio 1 propuesta 1



Etapas 2. Utilización de equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Propuesta

Para esta propuesta, consideramos que la solución mas adecuada es el switcheo completo del edificio dada la importancia de este por las personas que ahí se encuentran, nos referimos con esto, a que creemos que es necesario que en cada piso existan switches (obviamente que funcionen con tecnología Gigabit Ethernet) que proporcionen los servicios, con esto se logra que en cada piso se pueda brindar un servicio de calidad de la red, además se asegura que a cada computadora se le dedique el ancho de banda si no se puede de Gigabit Ethernet por lo menos de Fast Ethernet (gracias a las características que nos ofrecen los switches) , con lo que mejoraría el desempeño de las mismas y por consideración el de todo el edificio, además no hay que olvidar que esta es la mejor propuesta para ofrecer un buen servicio de VoIP, ya que al estar completamente switcheada la red se evitan los retrasos en la transmisión de la voz y se puede ofrecer una mejor calidad del servicio, entonces la distribución quedaría como sigue:





- En este caso nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos según convenga con la capacidad de ser monitoreable y administrable, el cual estaría en la planta baja del edificio con lo que aumentara el número de servicios que se pueden brindar para todo el edificio aumentándose también el ancho de banda posible o disponible para el mismo, además este switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio (con el edificio 12) a base de fibra óptica multimodo, por eso es que se propone que sea este el que tenga las características antes mencionadas, es decir, administrable y monitoreable (SNMP), además de Calidad de Servicio (QoS), SW capa 3, IGMP, por mencionar algunas más.

A este Switch se le conectaría en un puerto otro Switch de 24 puertos en RJ45, y entre este switch y el anterior brindarían el servicio a la planta baja, de ser necesarios más servicios para la planta baja, se conectaría otro switch según se requiera en otro puerto que este disponible de los otros switches.

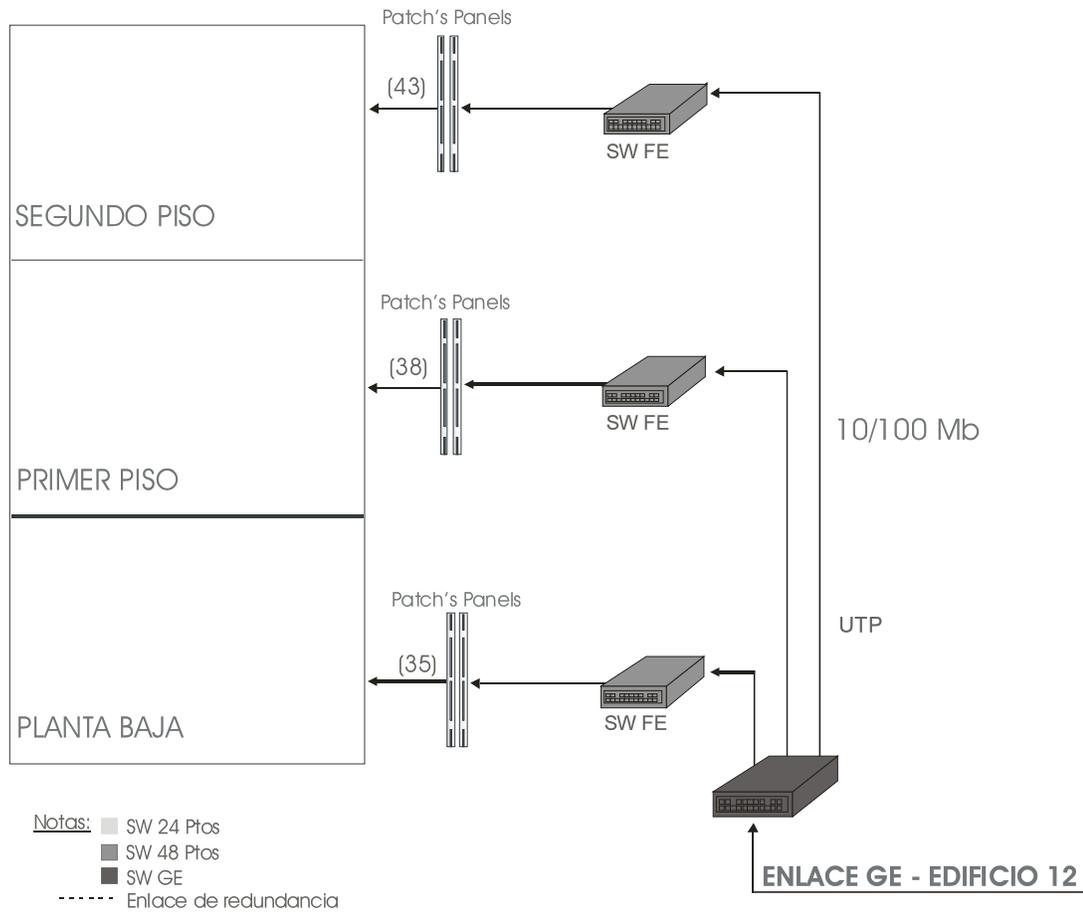
- Para el primer piso se tendrían otros dos switches de 24 puertos en RJ45, estos estarían directamente conectados al Switch que le antecede de la planta baja. En el caso de que se necesiten más servicios para el primer piso se agregaría otro switch según se requiera en otro puerto que este disponible de los switches de la planta baja.
- Para el segundo piso se tendrían dos switches más de 24 puertos, de igual forma que en el primer piso estos switches estarían conectados directamente a los switches de la planta baja. Y en el caso de que se necesiten más puertos para el segundo piso se agregaría otro switch según se requiera en otro puerto que este disponible de los switches de la planta baja.

Lo que logramos con esto es nuevamente tener una mejor organización para el cableado estructurado de este edificio, además de que debido a la importancia del personal que se ubica ahí es necesario brindar un servicio eficiente y confiable, pero sobre todo de la mejor calidad que sea posible, es por eso que el equipo que se propone debe operar con tecnología Gigabit, además de que es con este tipo de equipos con los que se puede ofrecer la mejor calidad de VoIP, también tenemos la opción de que se pueden detectar fallas más rápido y aislarlas al piso correspondiente, mejorando considerablemente el desempeño de la red con lo que habrá más usuarios contentos y desde luego esta la posibilidad de ofrecer la opción de crecimiento, con la llegada de Fast Ethernet al edificio, pensamos que el rendimiento de la red será mucho mejor y de mejor calidad, y claro, si la disposición monetaria nos lo permitiera, los equipos podrían ser Gigabit en su totalidad.





Edificio 1 propuesta 2



IV.3.2. Edificio 2

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado Estructurado	
Cableado horizontal	<p>Ubicar un IDF (IDF) por cada entrepiso, con esto se lograría tener una mejor administración de los equipos y detección de fallas.</p> <p>Consideramos que un posible lugar en donde se podrían ubicar los IDF's para cada piso es en los entrepisos correspondientes y que actualmente se usan para llevar algunos servicios, como son: telefonía y red.</p> <p>En cada closet se ubicaría un dispositivo de red. Este dispositivo se encargaría de proporcionar los servicios a las áreas de trabajo, con esto aislaríamos las fallas al piso correspondiente, pero por estar el equipo en un entrepiso, es decir entre el piso anterior y el piso posterior, proponemos que</p>





	<p>se etiquete o que se reserve un espacio para el equipo que va a dar el servicio al piso anterior, así como para el equipo que dará el servicio al piso posterior. Cada IDF debe ser diseñado y aprovisionado de acuerdo a los requerimientos en el ANSI/EIA/TIA-569.</p> <p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para poder soportar tecnología Fast Ethernet</p> <p>Verificar que la longitud del cableado horizontal no sobrepase los 90m (distancia medida desde el IDF al área de trabajo.</p> <p>Utilizar una topología en estrella (actualmente en uso)</p>
Cableado vertical	<p>El MDF (que se ubicaría en el primer entrepiso del edificio 2), por ser el lugar en donde se va a concentrar el equipo que tiene la mayor carga de la Red, y que será este el que dé la salida al exterior (Backbone) y el que conectaría a los pisos, proponemos que como dispositivo de interconexión principal se emplee a un Switch.</p> <p>Este equipo proveerá de red al edificio 3 y 8 respectivamente.</p> <p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para el cableado vertical, con esto podemos soportar tecnología Fast Ethernet.</p>
Hacia el exterior	<p>Dadas las limitantes del edificio, el IDF y el MDF estarían en un mismo lugar y consideramos que se debe seguir usando el mismo criterio para las conexiones hacia los demás edificios, es decir con enlaces de fibra óptica de manera subterránea.</p>

Se recomendaría que para tener un cableado mejor organizado se sustituyeran las regletas empleadas actualmente por Patch Panel's.

Etapa 1. Combinación de equipo nuevo y el equipo existente Interconectado de la mejor manera.

Propuesta

Para esta propuesta, creemos que lo mejor es sustituir el MMAC por los correspondientes concentradores para cada piso, dejando como equipo principal al Switch (SW 2200) existente, ya que este es el que da las facilidades de entrada hacia el edificio, nuestra propuesta es:

- Para la planta baja y primer piso tendríamos dos concentradores que operen a tecnología Ethernet o Fast Ethernet, si es necesario se agregaría otro concentrador para prestar más servicios, estos concentradores se conectarían a los respectivos puertos del Switch.

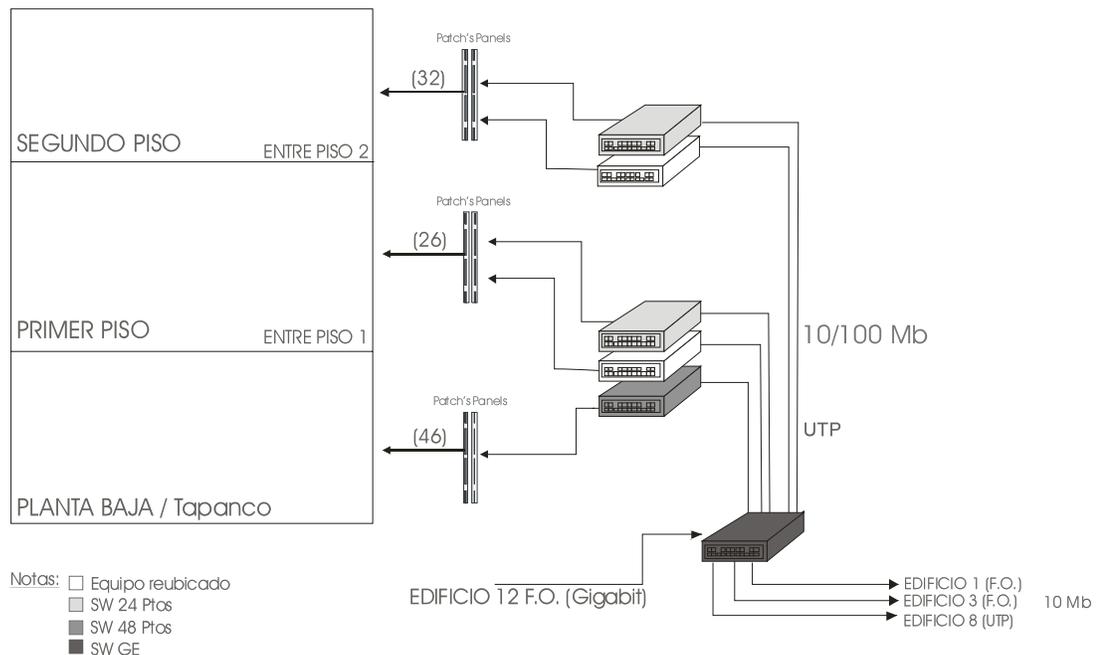




- De igual manera para el segundo piso colocaríamos dos concentradores con las mismas características de los anteriores y si es necesario se puede agregar un concentrador mas si se requieren ofrecer mas servicios al segundo piso.
- Y ahora para el tercer piso nuevamente se proponen dos concentradores para brindar el servicio de red a este piso, con las características que ya mencionamos y de ser necesario se agregue otro concentrador si así se requiere.

Que es lo que se logra con este cambio, lo que logramos es que obviamente haya una mejor distribución de los servicios de red en el edificio, con lo que se aíslan las fallas posibles a los pisos correspondientes y por supuesto se logra un mejor control en el crecimiento de los equipos, con esta configuración es posible ofrecer el servicio de VoIP aunque no de buena calidad, directamente desde los puertos del Switch, ya que hay mas puertos disponibles que con la configuración anterior.

EDIFICIO 2 propuesta 1



Etapas 2. Utilización de equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Propuesta

Consideramos que esta propuesta es la más adecuada para que se pueda ofrecer un servicio de calidad en la red:

- Nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos según convenga, el cual estaría en la planta baja del edificio con lo que aumentara el número de servicios que se





pueden brindar en el edificio incrementando el ancho de banda posible o disponible para el edificio, además este switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio (con el edificio 12) a base de fibra óptica multimodo. Algunas de las características que deberá tener este dispositivo son: Calidad de Servicio (QoS), capa 3, monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.

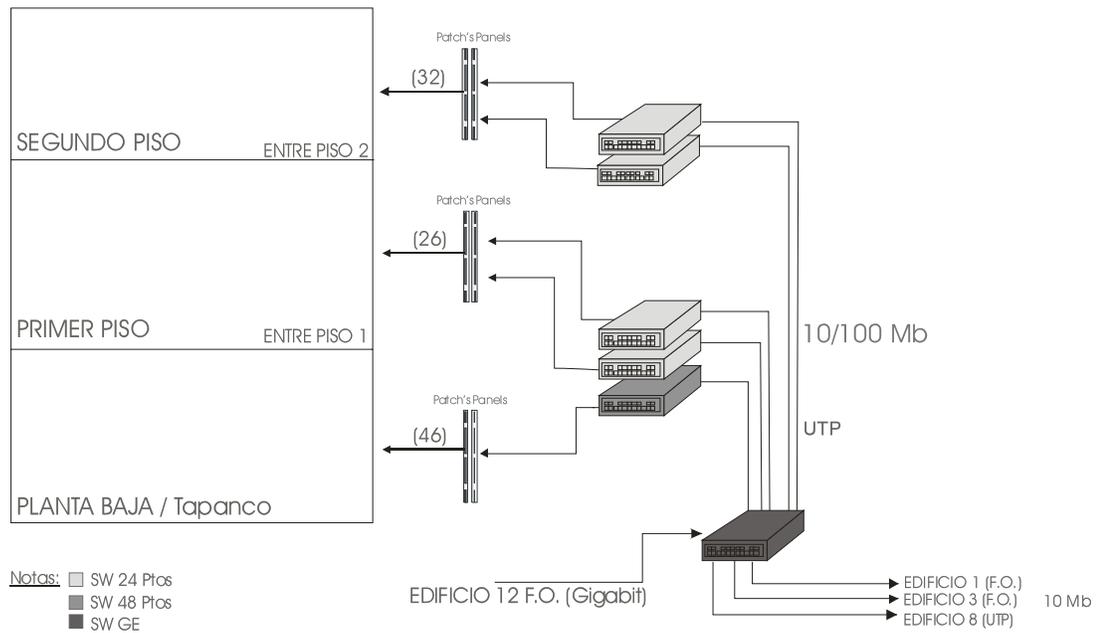
- Para la planta baja y el primer piso, proponemos la utilización de 2 Switches que operen con tecnología Fast Ethernet, estos estarán directamente conectados al switch principal en sus respectivos puertos, con lo que se puede ofrecer un mejor servicio de red, y de ser necesario se agreguen mas Switches si así se requiere.
- Para el segundo piso, nuevamente proponemos la utilización de 2 Switches los cuales se encargaran de brindar el servicio de red a este piso, de igual manera estos estarán conectados al Switch principal en sus respectivos puertos y de igual forma como mínimo recomendamos que operen con tecnología Fast Ethernet.
- Y por último para el tercer piso, de igual forma que en los puntos anteriores recomendamos que se coloquen dos Switches para brindar el servicio de red a este piso y de ser necesario agregar otro switch más si la demanda de servicios crece.

Lo que logramos con esto es nuevamente tener una mejor organización para el cableado estructurado de este edificio, el equipo que se propone debe soportar tecnología Gigabit, además de que es con este tipo de equipos con los que se puede ofrecer la mejor calidad de VoIP, también tenemos la opción de que se pueden detectar fallas mas rápido y aislarlas al piso correspondiente, mejorando considerablemente el desempeño de la red y desde luego esta la posibilidad de ofrecer la opción de crecimiento, con la llegada de Fast Ethernet al edificio, pensamos que el rendimiento de la red será mucho mejor y de mejor calidad, y nuevamente si la disposición monetaria nos lo permitiera, los equipos podrían ser Gigabit en su totalidad.





EDIFICIO 2 propuesta 2



IV.3.3. Edificio 3

Debido a la estructura del edificio y al diseño solamente se tendrá una propuesta de cableado estructurado. Para la parte referente a los equipos se tendrá en cuenta una sola propuesta, esta propuesta solo tendrá la siguiente condición: si se desea tener el servicio de VoIP, entonces se reemplazará el equipo existente por un switch que reciba la acometida en fibra en GE y distribuya una salida en FE y que además deberá contar con las siguientes características: Calidad de Servicio (QoS), capa 3, monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado Estructurado	
Cableado horizontal	<p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para poder soportar tecnología Fast Ethernet</p> <p>Verificar que la longitud del cableado horizontal no sobrepase los 90m (distancia medida desde el IDF al área de trabajo).</p> <p>Utilizar una topología en estrella (actualmente en uso).</p> <p>Proponemos la reubicación del equipo que se encuentra en el Cuarto de Bombas, ya que se carece de las especificaciones de temperatura y humedad, pues el equipo siempre esta expuesto a los cambios climáticos y a</p>



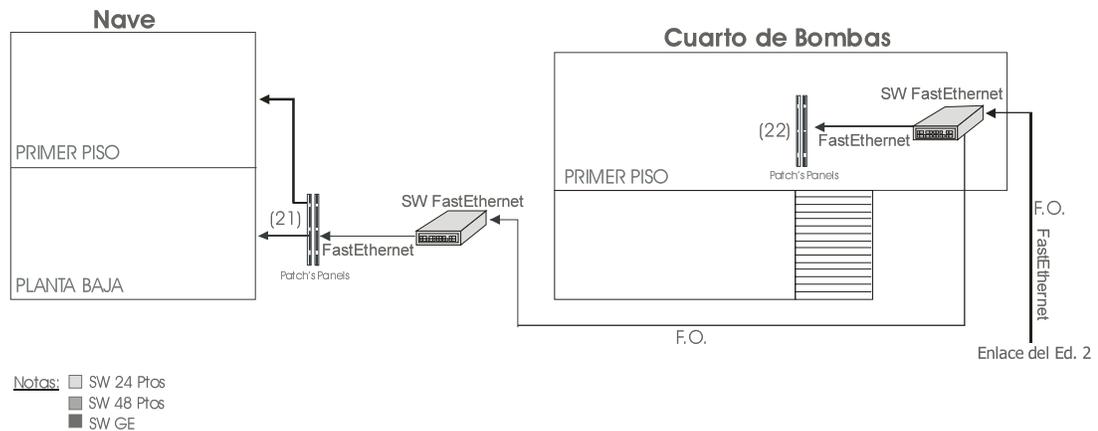


	<p>la intemperie, además de que cualquier persona puede acceder a las regletas que ahí se encuentran y en caso de ocurrir un accidente (se safen cables de las regletas), resultaría un poco engorroso la detección y reparación del error, la única ventaja es que no existen muchos servicios.</p> <p>La reubicación de este MDF se propone que sea en donde actualmente se encuentra el MDF que presta el servicio al área de Ingeniería Sismológica (edificio 4) y que se sustituyan las regletas por patch's panels.</p>
Cableado vertical	Para este edificio debido a su diseño, y debido a que es un edificio con muy poco servicios, no permite la existencia del subsistema de cableado vertical, por lo que solo existirán los otros 2 subsistemas.
Hacia el exterior	Dadas las limitantes del edificio, el MDF y el IDF estarían en un mismo lugar y dado que el edificio 3 es adyacente con el edificio 2 las conexiones hacia el exterior se realizarían mediante UTP y recomendamos que como mínimo se use nivel 5e.

Etapas. Utilización de equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Propuesta

Edificio 3





IV.i.1. Edificio 4

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado Estructurado	
Cableado horizontal	<p>Ubicar un IDF por cada piso (planta baja y primer piso), con esto se lograría tener una mejor administración de los equipos y detección de fallas.</p> <p>Consideramos que un posible lugar en donde se podría ubicar el IDF de la planta baja es debajo de las escaleras y que actualmente se usa para el distribuidor de fibra. El IDF del primer piso quedaría ubicado en el lugar actual.</p> <p>Cada IDF debe ser diseñado y aprovisionado de acuerdo a los requerimientos en el ANSI/EIA/TIA569.</p> <p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo, para soportar Fast Ethernet.</p> <p>Verificar que la longitud del cableado horizontal no sobrepase los 90m (distancia medida desde el IDF al área de trabajo).</p>
Cableado vertical	<p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para el cableado vertical, con esto podemos soportar tecnología Fast Ethernet.</p> <p>Distribuir el cableado a través de los IDF's ya existentes.</p>
Hacia el exterior	<p>Dadas las limitantes de espacio en el edificio, el IDF y el MDF estarían en un mismo lugar (planta baja, debajo de las escaleras), consideramos que se debe seguir usando el mismo criterio para la conexión hacia el Edificio 12, es decir con enlaces de fibra óptica de manera subterránea.</p> <p>Ubicar el equipo principal en la planta baja, para tener ahí la acometida de entrada (backbone de campus), el distribuidor de fibra y distribuir las conexiones a los demás equipos y algunos DTE.</p>

Etapa 1. Reutilización del equipo actual Interconectado de la mejor manera.

Propuesta

Para esta propuesta, creemos que lo mejor es tener un Switch principal que tenga las características de ser administrable y monitoreable, este es el que dará las facilidades de entrada hacia el edificio y nuestra distribución quedaría de la siguiente manera:

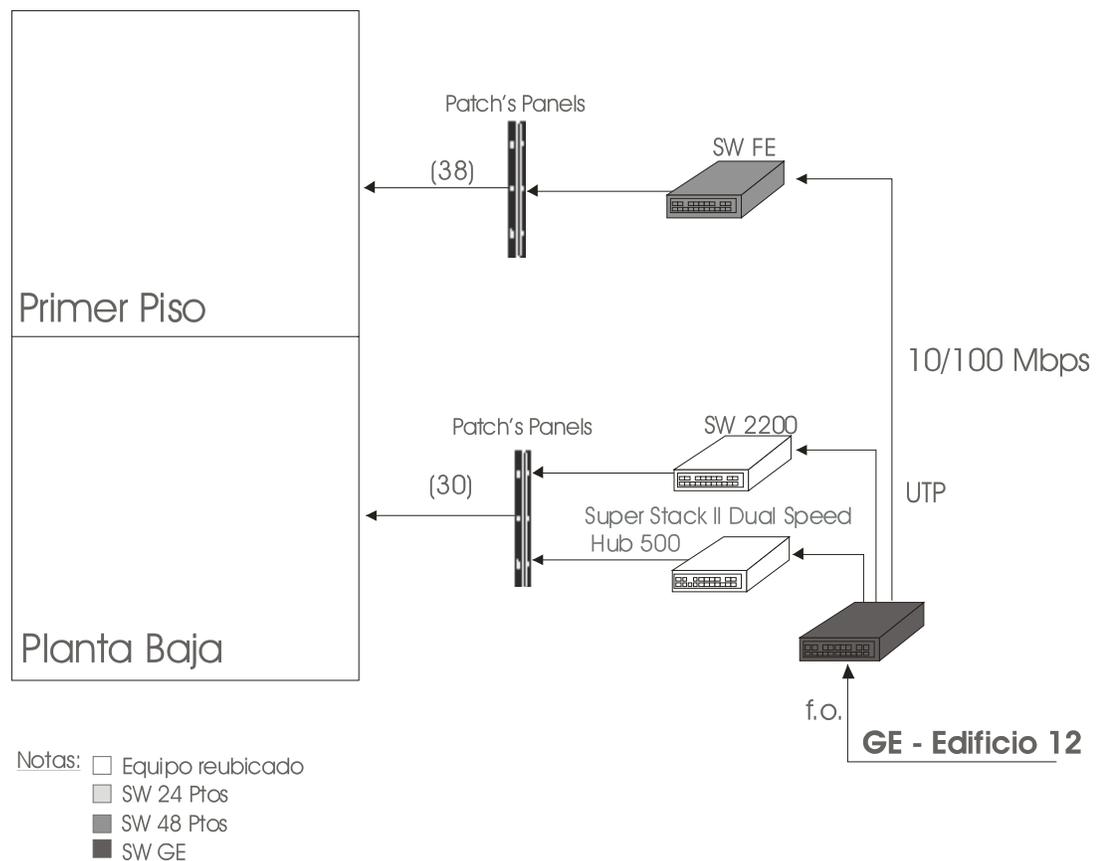




- Para la planta baja tendríamos un Switch 2200 y un Concentrador SuperStack II, estos brindarían los servicios de red a la planta baja y dada las limitantes de los equipos, estos operarían con tecnología Ethernet, si es necesario se agregaría otro concentrador para prestar más servicios, estos equipos se conectarían a los respectivos puertos del Switch principal.
- De igual manera para el primer piso colocaríamos un Switch que opere a tecnología Fast Ethernet como mínimo de 48 pto., si es necesario se puede agregar un equipo mas si se requieren ofrecer mas servicios a este piso.

Lo que logramos con este cambio es que exista una mejor distribución de los servicios de red en el edificio, con lo que se aíslan las fallas posibles a los pisos correspondientes y por ende se logra un mejor control en el crecimiento de los equipos, con esta configuración es posible ofrecer el servicio de VoIP, directamente desde los puertos del Switch principal.

EDIFICIO 4 propuesta 1





Etapa 2. Equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Propuesta

Consideramos que esta propuesta es la más adecuada para que se pueda ofrecer un servicio de calidad en la red:

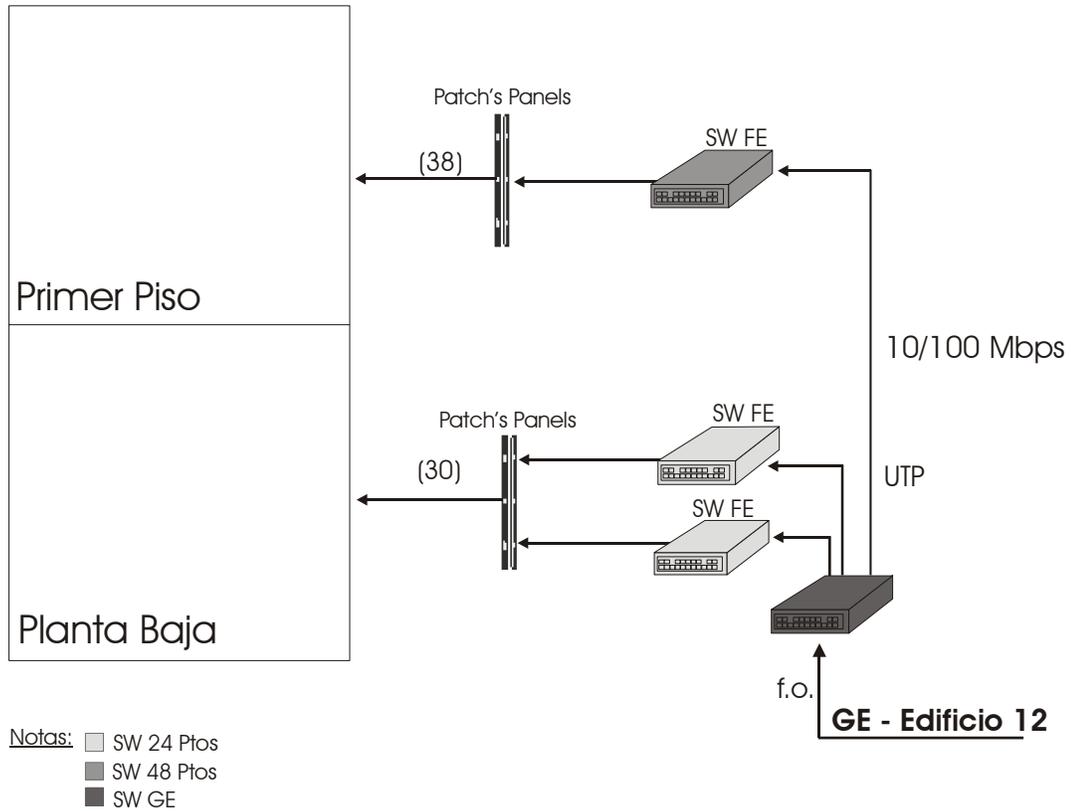
- Nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos que soporte tecnología Gigabit, el cual estaría en la planta baja del edificio con lo que aumentara el número de servicios que se pueden brindar en el edificio incrementando el ancho de banda posible o disponible para el edificio, además este switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio (con el edificio 12) a base de fibra óptica multimodo. Algunas de las características que deberá tener este dispositivo son: Calidad de Servicio (QoS), capa 3, monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.
- Para la planta baja proponemos la utilización de 2 Switches que operen con tecnología Fast Ethernet, estos estarán directamente conectados al switch principal en sus respectivos puertos, con lo que se puede ofrecer un mejor servicio de red, y de ser necesario se agreguen mas Switches si así se requiere.
- Para el primer piso, proponemos la utilización de un Switch de 48 pto el cual se encargara de brindar el servicio de red a este piso, de igual manera este estará conectado al Switch principal en su respectivo puerto y de igual forma como mínimo recomendamos que opere con tecnología Fast Ethernet y de ser necesario se agreguen mas Switches si así se requiere.

Lo que logramos con esto es nuevamente tener una mejor organización para el cableado estructurado de este edificio, el equipo que se propone debe soportar tecnología Gigabit, además de que es con este tipo de equipos con los que se puede ofrecer la mejor calidad de VoIP, también tenemos la opción de que se pueden detectar fallas mas rápido y aislarlas al piso correspondiente, mejorando considerablemente el desempeño de la red y asimismo ofrecer la opción de crecimiento, con la llegada de Fast Ethernet al edificio el rendimiento de la red mejorará y será de mejor calidad, y nuevamente si la disposición monetaria nos lo permitiera, los equipos podrían ser Gigabit en su totalidad.





EDIFICIO 4 propuesta 2



IV.3.4. Edificio 5

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado estructurado	
Cableado horizontal	<p>Ubicar un IDF por cada piso, con esto se lograría tener una mejor administración de los equipos y detección de fallas.</p> <p>Consideramos que un posible lugar en donde se podrían ubicar los IDF para cada piso es en los espacios que hay junto a las escaleras y que actualmente se usan para llevar algunos servicios, como son: telefonía y red.</p> <p>Cada IDF debe ser diseñado y aprovisionado de acuerdo a los requerimientos en el ANSI/EIA/TIA569.</p> <p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para soportar Fast</p>





	<p>Ethernet.</p> <p>Verificar que la longitud del cableado horizontal no sobrepase los 90m (distancia medida desde el IDF al área de trabajo).</p> <p>Utilizar una topología en estrella (actualmente en uso)</p>
Cableado vertical	<p>Utilizar cable UTP categoría 5e como mínimo para el cableado vertical, con esto podemos soportar tecnología Fast Ethernet. Tal vez se pueda pensar en UTP nivel 6 y/o Fibra Óptica para poder soportar Gigabit Ethernet, debido al gran número de usuarios.</p> <p>Distribuir el cableado a través de los IDF's.</p>
Hacia el exterior	<p>Dadas las limitantes de espacio en el edificio, el IDF y el MDF estarían en un mismo lugar y consideramos que se debe seguir usando el mismo criterio para las conexiones hacia los demás edificios, es decir con enlaces de fibra óptica de manera subterránea.</p> <p>Proponemos también la reubicación del MDF (pasarlo al primer piso), para tener ahí la acometida de entrada (backbone de campus). Y Ahí mismo tener el distribuidor de fibra.</p>

Etapa 1. Combinación de equipo nuevo y el equipo existente Interconectado de la mejor manera.

Propuesta

Para este edificio debido a que es uno de los que presenta mayor demanda de la red por su gran número de usuarios pusimos énfasis en hacer una buena distribución de los equipos para lograr mejorar el rendimiento de la red, creemos que lo mejor es tener un Switch principal (que soporte tecnología Gigabit) que tenga las características de ser administrable y monitoreable, este es el que dará las facilidades de entrada hacia el edificio y nuestra distribución quedaría de la siguiente manera:

- Para la planta baja el equipo que se encargaría de dar el servicio de red sería el Switch principal, puesto que sólo se requieren 2 servicios de red y pensamos que es innecesario colocar un equipo dedicado sólo a la planta baja, pues se desperdiciaría.
- Para el primer piso utilizaríamos un Switch de 48 pto que opere a tecnología Fast Ethernet como mínimo, junto con un concentrador SEH-24, estos serían los que se encargarían de brindar el servicio de red a este piso, estos estarían conectados





directamente al Switch principal en sus respectivos puertos, de ser necesario, se agregaría otro concentrador si se requirieran mas servicios.

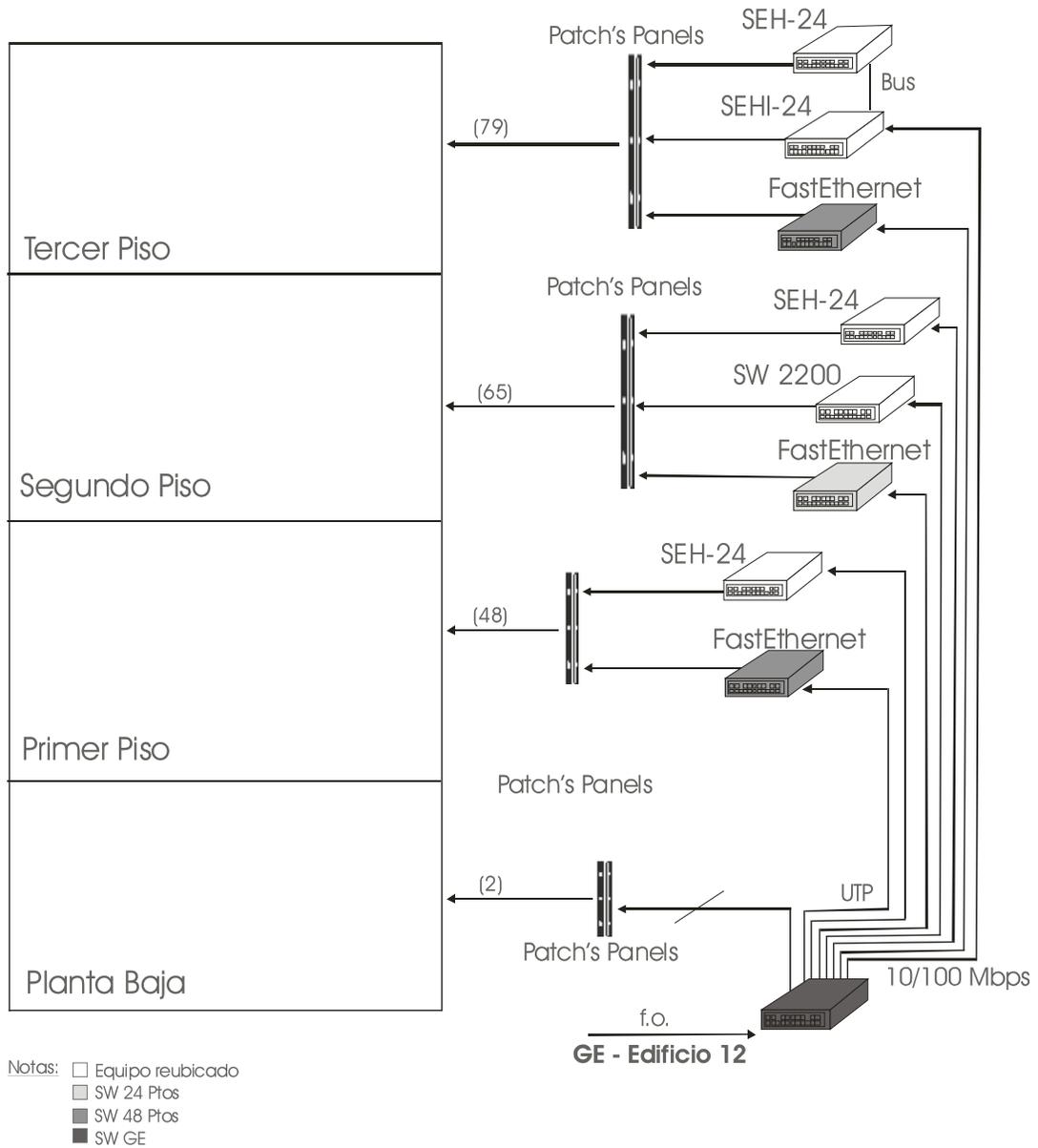
- De igual manera para el Segundo piso proponemos usar un Switch de 24 pto que opere como mínimo con tecnología Fast Ethernet, reutilizaríamos un Switch 2200 y un concentrador SEH-24, estos serian los equipos que brindarían el servicio de red a este piso, se conectarían directamente al Switch principal y de ser necesario se agregaría otro concentrador si se requirieran mas servicios para este piso.
- Y por último para el tercer piso proponemos emplear un Switch de 48 pto que opere a tecnología Gigabit como mínimo y reutilizaríamos un concentrador SEHI-24 y un concentrador SEH-24, estos concentradores estarían en cascada por medio de su bus de comunicación. El Switch de 48 pto y el SEHI se conectarían directamente al Switch principal y estos serían los equipos que brindarían el servicio de red a este piso y nuevamente de ser necesario se agregaría otro concentrador si se requirieran mas servicios para este piso.

Lo que logramos con este cambio es que exista una mejor distribución de los servicios de red en el edificio, con esto el rendimiento de la red se vería muy beneficiado, pues el ancho de banda se distribuiría mas uniformemente en cada piso, también se aislarían las fallas posibles a sólo a los pisos correspondientes y por ende lograríamos tener un mejor control en el crecimiento de los equipos, con esta configuración es posible ofrecer el servicio de VoIP, directamente desde los puertos del Switch principal, pero debido a que aquí el número de usuarios es muy grande en comparación con otros edificios, podría verse la necesidad de requerir otro Switch de 48 pto para prestar el servicio de VoIP a los usuarios que lo requirieran.





EDIFICIO 5 propuesta 1



Etapla 2. Utilización de equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Propuesta

Para este edificio debido a su gran demanda en servicios de red consideramos que esta propuesta es la más adecuada para que se pueda ofrecer un servicio de calidad en la red.





Nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos que soporte tecnología Gigabit, el cual estaría en la planta baja del edificio con esto incrementaríamos el ancho de banda disponible, además este Switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio (con el edificio 12) a base de fibra óptica multimodo. Algunas de las características que deberá tener este dispositivo son: Calidad de Servicio (QoS), capa 3, monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.

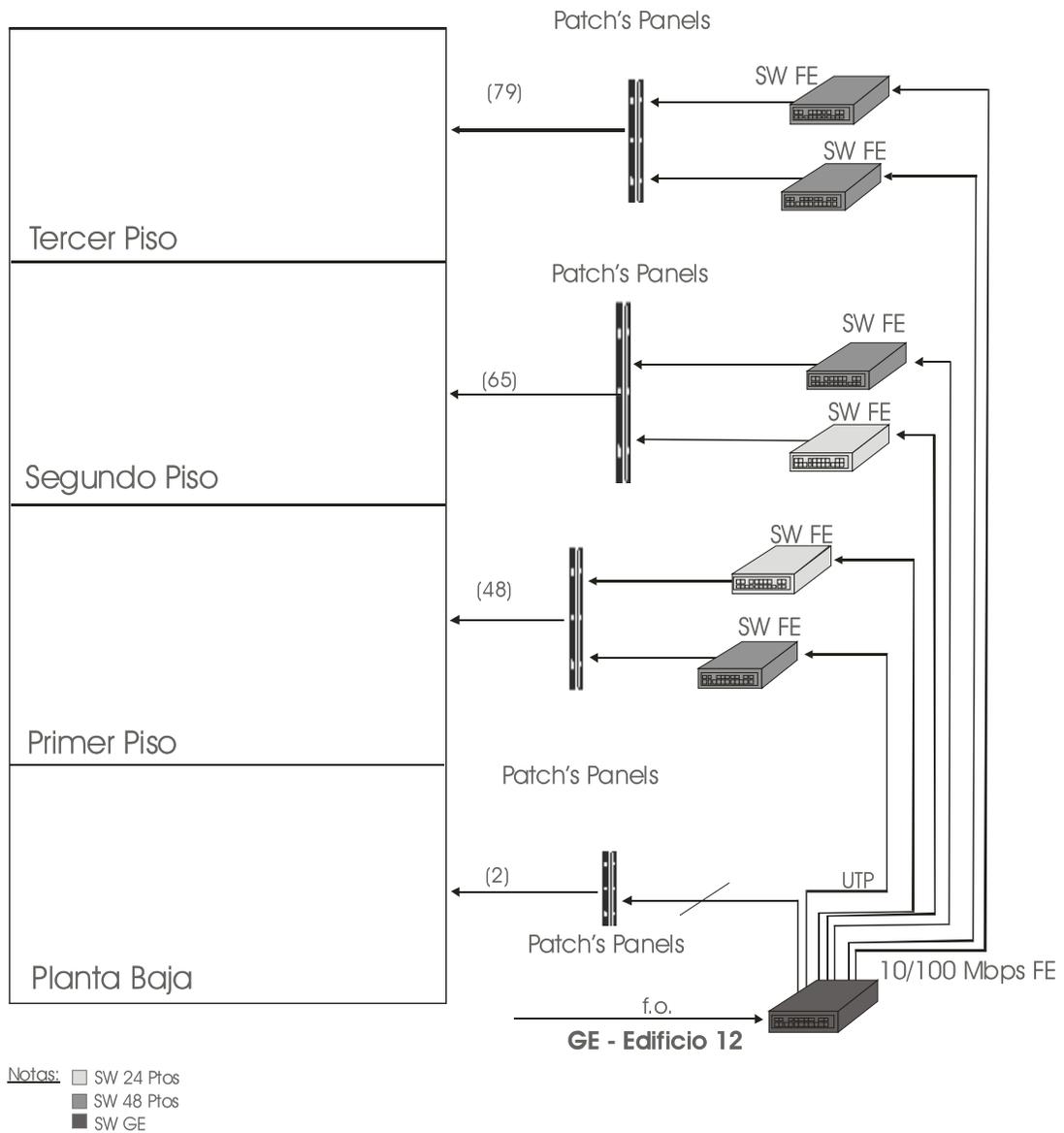
- Al igual que en la propuesta anterior, para la planta baja el equipo que se encargaría de dar el servicio de red sería el Switch principal, puesto que sólo se requieren 2 servicios de red y pensamos que es innecesario colocar un equipo dedicado sólo a la planta baja, pues se desperdiciaría.
- Para el primer piso proponemos usar un Switch de 48 ptos y un Switch de 24 ptos, estos operarían como mínimo con tecnología Fast Ethernet y se encargarían de brindar el servicio de red a este piso, estos equipos estarían conectados directamente al Switch principal y de ser necesario si se requirieran mas servicios de red para este piso agregaríamos otro Switch.
- Para el Segundo piso al igual que el anterior usaríamos un Switch de 24 ptos y uno de 48 ptos que operen como mínimo con tecnología Fast Ethernet, se conectarían directamente desde el Switch principal y nuevamente de ser necesario si se requirieran mas servicios de red para este piso agregaríamos otro Switch.
- Para el Tercer piso proponemos dos Switches de 48 ptos, de igual manera estos estarían conectados directamente al Switch principal y como mínimo deben operar a tecnología Fast Ethernet y nuevamente de ser necesario si se requirieran mas servicios de red para este piso agregaríamos otro Switch.

Lo que logramos con esto es nuevamente tener una mejor organización para el cableado estructurado de este edificio, el rendimiento de la red se incrementaría pues la distribución del ancho de banda sería uniforme para todos los pisos y en cada piso tendríamos un número considerable en puntos de holgura previniendo un crecimiento a futuro, al soportar como mínimo Fast Ethernet es posible pensar en el uso de la tecnología de VoIP. La detección de fallas se aislaría a cada piso lo que haría mas fácil las tareas administrativas de red para este edificio, esto mejoraría el desempeño y se tendría un mejor control en el crecimiento de los servicios y si la disposición monetaria lo permitiera los equipos podrían ser Gigabit en su totalidad.





EDIFICIO 5 propuesta 2



Mesa de Arena (Parte del Edificio 5)

Dada la distribución de esta estructura, ya que una sola planta albergara a personal que solicite servicios de red, solo se llevará a cabo una propuesta con las mejoras necesarias para que esta parte cumpla con los estándares de cableado y sea homogénea con el resto de la infraestructura de red, y a su vez pueda proporcionar el servicio de VoIP.





PROPUESTAS

Propuesta de Cableado estructurado	
Cableado horizontal	<p>Proponemos que el MDF actué como IDF y que permanezca en la ubicación del MDF actual</p> <p>Proponemos que los servicios se rematen en paneles de patcheo (actualmente ya se encuentra instalado)</p> <p>Como medio de transmisión proponemos el uso de cable UTP nivel 5e como mínimo pensando en un futuro crecimiento para poder soportar Fast Ethernet así como otros servicios que se necesite hacer llegar hasta este edificio como VoIP, etc.</p>
Cableado vertical	<p>Para este edificio debido a su estructura y que no fue construido pensando en un sistema de cableado estructurado, el subsistema de cableado vertical no aplica debido a que el número de servicios es muy reducido y no es costoso el tener un IDF por cada piso.</p>
Hacia el exterior	<p>Para la parte de las facilidades de entrada hacia el edificio, el MDF seguiría conservando su función actual y se haría con un enlace de fibra óptica que llegaría desde el edificio 5 de manera subterránea directamente al equipo.</p>

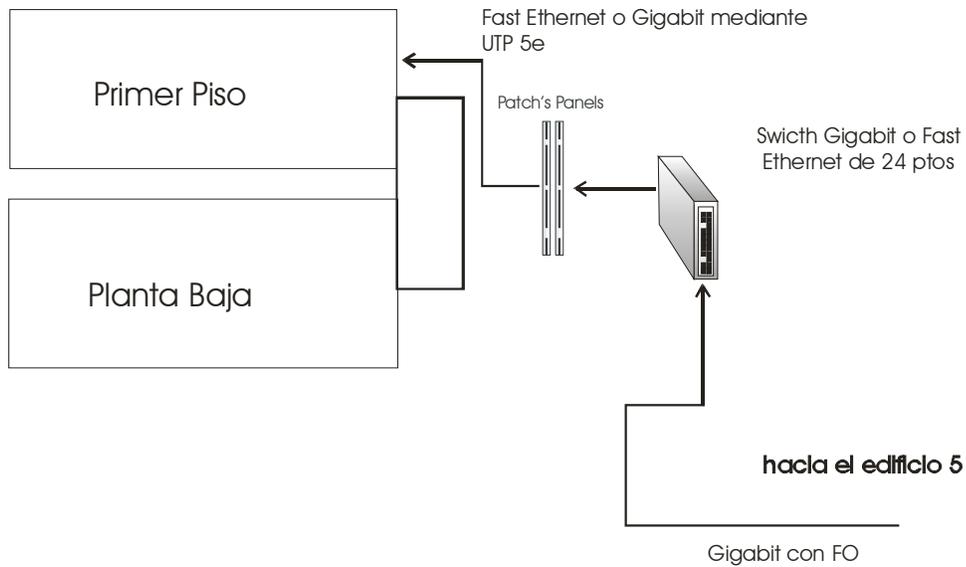
Etapas. Equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet

El MDF de este edificio se ubicara en donde se encuentra el MDF actual ahí nuestro equipo principal sería un Switch que opere como mínimo a tecnología Fast Ethernet de 24 pto, este equipo brindaría el servicio de red a los 2 pisos de este edificio dado que el número de servicios que se requieren son muy pocos y este sería el que de las facilidades de entrada al mismo.





Mesa de Arena Propuesta



IV.3.5. Edificio 6

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado Estructurado	
Cableado horizontal	<p>Proponemos que el IDF permanezca en la ubicación del IDF actual</p> <p>Proponemos que los servicios se rematen en paneles de patcheo</p> <p>Como medio de transmisión proponemos el uso de cable UTP nivel 5e como mínimo pensando en un futuro crecimiento para poder soportar Fast Ethernet así como otros servicios que se necesite hacer llegar hasta este edificio como VoIP, etc.</p>
Cableado vertical	<p>Para este edificio debido a su estructura, el subsistema de cableado vertical no aplica porque este edificio solo consta de un piso.</p>
Hacia el exterior	<p>La parte de las facilidades de entrada hacia el edificio, el MDF actual cumple con los estándares pues la fibra óptica llega desde el edificio 5 de manera subterránea, hasta un distribuidor de fibras, en esta parte proponemos que no haya cambios, pues ya cumple con lo que se ha planteado para los demás edificios.</p>

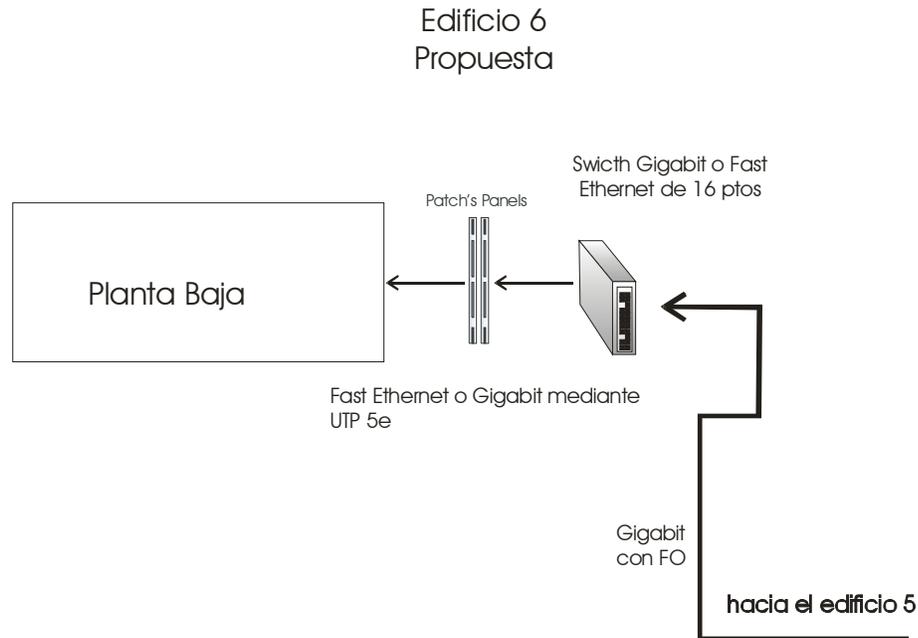




Nuevamente caemos en el caso de la mesa de arena, en el que el número de usuarios es reducido y por lo tanto existen muy pocos servicios de red y como estos servicios de red están concentrados en un solo piso solo se llevara a cabo una propuesta con las mejoras necesarias para que esta parte cumpla con los estándares de cableado y sea homogénea con el resto de la infraestructura de red y se pueda disponer del servicio de VoIP si se requiriera.

Etapas. Equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Nuestro equipo principal sería un Switch que opere como mínimo a tecnología Fast Ethernet de 16 ptos, este equipo brindaría el servicio de red a la planta baja de este edificio dado que es en este piso en donde se encuentran los usuarios que requieren los servicios de red y como los servicios que se requieren son muy pocos este Switch sería el que brinde también las facilidades de entrada al edificio.





IV.3.6. Edificio 8

Debido a la escasa cantidad de puertos con los que cuenta este edificio y al pobre espacio para cumplir con los estándares de cableado, se determinó que hubiese una sola propuesta, ya que la etapa de la reutilización del equipo quedaría de igual forma:

PROPUESTAS

Propuesta de Cableado Estructurado	
Cableado horizontal	<p>Por lo que respecta al Edificio 8, dado que es un edificio muy pequeño y dado que el número de usuarios es casi nulo (4 usuarios), se propone que el equipo este en un lugar libre de polvo, de humedad (si es posible en un pequeño MDF que se destine para tal fin) y que no este al acceso de los usuarios para evitar que por una mala manipulación del equipo este pueda sufrir algún tipo de daño (derrames de liquido, golpes, etc.)</p> <p>Como medio de transmisión nuevamente usaremos cable UTP nivel 5e como mínimo para soporte de Fast Ethernet y VoIP.</p>
Cableado Vertical	<p>Debido a que este edificio es un edificio que por su diseño no fue construido para aceptar cableado estructurado, es algo difícil el pensar en que pudieran existir IDF's para cada piso, puesto que el numero de usuarios es muy reducido, no es costeable el pensar en colocar un IDF para cada piso, pues sería muy caro y se desperdiciaría el equipo que tendríamos que colocar en su respectivo piso, por lo tanto, para este edificio el subsistema de cableado vertical no aplica.</p>
Cableado hacia el Exterior	<p>Dadas las limitantes del edificio, el MDF y el IDF estarían en un mismo lugar y dado que el edificio 8 esta una distancia muy corta con el edificio 2 las conexiones hacia el exterior se realizarían mediante UTP y recomendamos que como mínimo se use nivel 5e.</p>

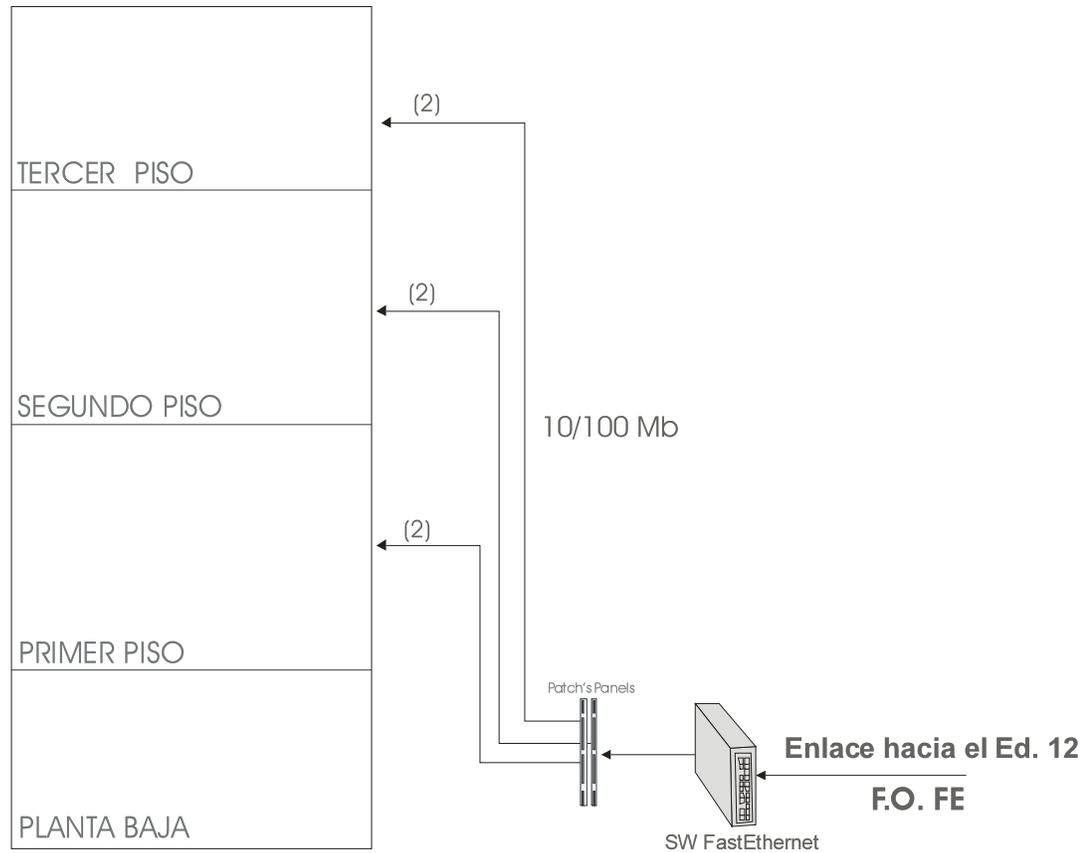
Etapa. Utilización de equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

La propuesta es utilizando equipo nuevo con la idea de reemplazar el único Hub con un Switch Gigabit o FastEthernet, pensando en el servicio de VoIP, este equipo se ubicaría en la planta baja del edificio, también este MDF daría las facilidades de entrada al edificio y a su vez haría la función de IDF:





EDIFICIO 8



- Notas:
- SW 24 Ptos
 - SW 48 Ptos
 - SW GE

IV.3.7. Edificio 12

Para el análisis de este edificio consideramos hacer la propuesta en dos partes, la primer propuesta es referente hacia el mismo análisis que se ha venido haciendo para los demás edificios y la segunda propuesta es referente a los equipos que se encuentran en la Coordinación de Sistemas de Cómputo y que darán el servicio de toda la RedII y que por su importancia requiere de un análisis por separado, debido a que los equipos requieren contar con una mayor capacidad y desempeño, debido a las funciones que realizarán, pues aquí se encontrará el equipo principal de la red (core), así como los equipos de red para los servidores.





PROPUESTAS

Propuesta de Cableado Estructurado	
Cableado horizontal	<p>Ubicar un IDF por cada piso, con esto se lograría tener una mejor administración de los equipos y detección de fallas.</p> <p>Consideramos que el lugar más recomendable para ubicar los IDF's para cada piso es en la parte lateral de las escaleras y que actualmente se usan para llevar algunos servicios, como son: electrificación, telefonía y red.</p> <p>En cada closet se ubicaría un set de patch panels, los cuales se encargarían de organizar los servicios a las áreas de trabajo, con esto aislaríamos las fallas al piso correspondiente, también proponemos que se etiquete para una mejor identificación del cableado.</p> <p>Cada IDF debe ser diseñado y provisionado de acuerdo a los requerimientos en el ANSI/EIA/TIA-569.</p> <p>Recomendamos como mínimo usar cable 5e para soportar tecnología Fast Ethernet.</p>
Cableado vertical	<p>El MDF conservará su ubicación original, por ser el lugar en donde se va a concentrar el equipo que tiene la mayor carga de la Red, y que será este el que dé la salida al exterior (Backbone) y el que conectaría a los pisos.</p>
Hacia el exterior	<p>Dadas las facilidades del edificio, el IDF y el MDF estarían en un mismo lugar y consideramos que se debe seguir usando el mismo criterio para las conexiones hacia los demás edificios, es decir con enlaces de fibra óptica.</p>

Etapa 1. Combinación de equipo nuevo y el equipo existente Interconectado de la mejor manera.

Propuesta

Para este edificio consideramos que la mejor propuesta para ofrecer un servicio de calidad en la red es la siguiente:

Nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos que soporte tecnología Gigabit, el cual estaría en el sótano del edificio con esto incrementaríamos el ancho de banda disponible, además este Switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio a base de cable UTP. Algunas de las características que deberá tener este dispositivo son: Calidad de Servicio (QoS), monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.





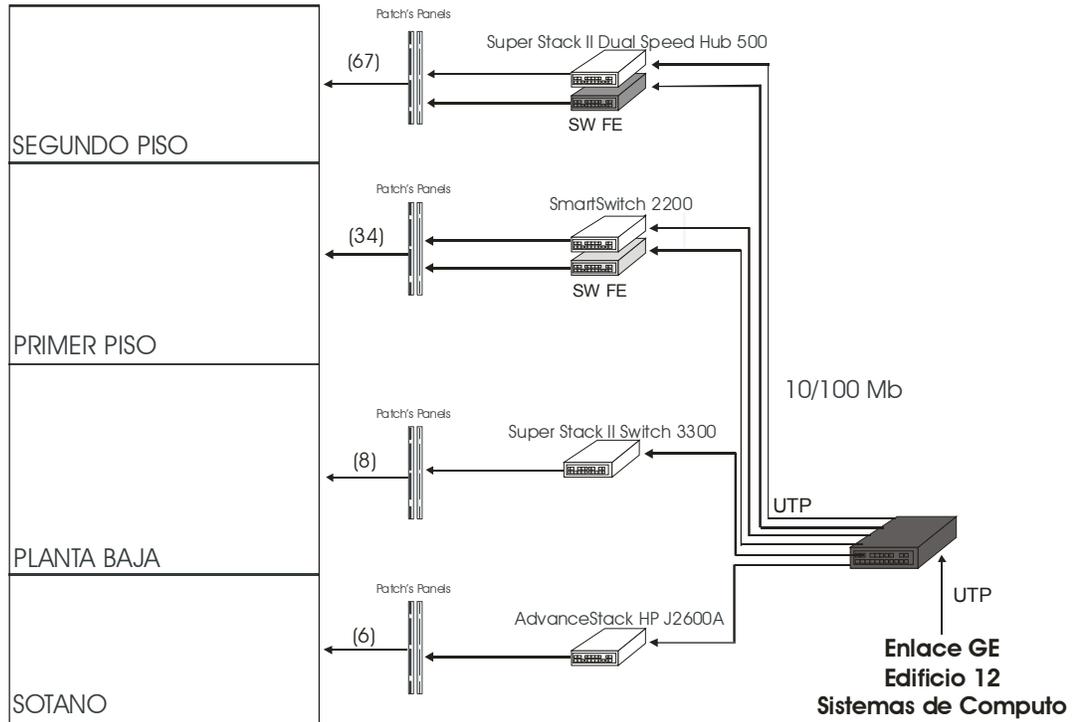
- Para el Sótano proponemos reutilizar un Concentrador, este equipo brindaría los servicios de red a este piso y estaría conectado directamente al SW principal, si se requirieran mas servicios para este nivel este concentrador los podría ofrecer.
- Para la planta baja proponemos reutilizar un SW, este equipo que se encargaría de dar el servicio de red a este piso y estaría conectado directamente al SW principal, si se requirieran mas servicios para este nivel el SW sería capaz de cubrirlos.
- Para el primer piso proponemos el uso de un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 24 pto, mas la reutilización de otro SW y en conjunto estos Switches brindarían el servicio de red a este piso, estarían conectados directamente al SW principal. Con esta configuración tendríamos servicios de holgura para un futuro crecimiento de este nivel.
- Para el segundo piso proponemos el uso de un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 48 pto, mas la reutilización de un Concentrador, estos equipos brindarían el servicio de red a este piso y estarían directamente conectados al SW principal. Para un futuro crecimiento de este nivel los equipos tendrían la capacidad de brindar mas servicios.

Lo que logramos con esto es tener una mejor organización para el cableado estructurado, el rendimiento de la red se incrementaría pues la distribución del ancho de banda sería casi uniforme (por los concentradores que existirían) para todos los pisos y en cada piso tendríamos un número considerable en puntos de holgura previniendo un crecimiento a futuro. Al soportar en algunos pisos Fast Ethernet es posible pensar en el uso de la tecnología de VoIP para algunos usuarios y si se requiriera de mas servicios de VoIP se brindarían desde el SW principal. La detección de fallas se aislaría a cada piso lo que haría mas fácil las tareas administrativas de red, esto mejoraría el desempeño y se tendría un mejor control en el crecimiento de los servicios.





EDIFICIO 12 propuesta 1



Notas: Equipo reubicado
 SW 24 Ptos
 SW 48 Ptos
 SW GE
 No estan incluidos los equipos para la Coordinacion de Computo.

Etapa 2. Equipo completamente nuevo que ofrezca la mejor alternativa para Gigabit Ethernet.

Propuesta

Para este edificio consideramos que la mejor propuesta para ofrecer un servicio de calidad en la red es la siguiente:

Nuestro equipo principal sería un Switch de 24 puertos que soporte tecnología Gigabit, el cual estaría en el sótano del edificio con esto incrementaríamos el ancho de banda disponible, además este Switch es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio a base de cable UTP. Algunas de las características que deberá tener este dispositivo son: Calidad de Servicio (QoS), monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.

- Para el sótano proponemos un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 24 pto, este SW se encargará de brindar el servicio de red a este piso y se conectará directamente al SW principal, de ser necesario es capaz de brindar mas servicios de red si se requirieran.





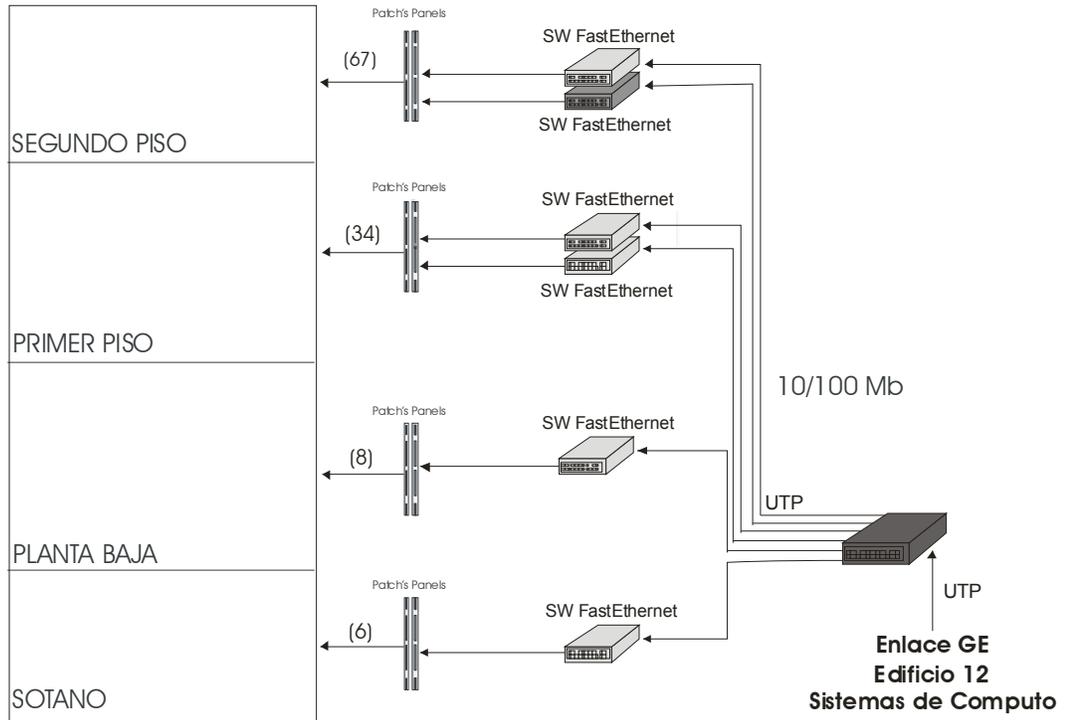
- Para la planta baja proponemos la utilización de un SW que opere a tecnología fast Ethernet de 24 ptos, este equipo se encargara de brindar el servicio de red a este piso y se conectaría directamente al SW principal, si se requirieran mas servicios de red este SW podría proporcionarlos.
- Para el primer piso proponemos el uso de 2 Switches que operen a tecnología Fast Ethernet de 24 ptos. cada uno, estos Switches brindarían el servicio de red a este piso y estarían conectados directamente al SW principal, de ser necesarios mas servicios para este nivel habría suficientes puertos de holgura para brindarlos.
- Para el segundo piso proponemos el uso de un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 48 ptos, mas un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 24 ptos, estos Switches brindarían el servicio de red para este piso y estarían directamente conectados al SW principal, de ser necesarios mas servicios para este piso tendríamos disponibles 3 mas, si se requiriera de mas servicios agregaríamos otro SW.

Con esta configuración obtenemos una mejor organización para el cableado estructurado, el rendimiento de la red se incrementaría pues la distribución del ancho de banda sería uniforme para todos los pisos, en cada piso tendríamos un número considerable en puntos de holgura previniendo un crecimiento a futuro, al soportar como mínimo Fast Ethernet y tener la estructura completamente Switchcada es posible pensar en el uso de la tecnología de VoIP. La detección de fallas se aislaría a cada piso lo que haría mas fácil las tareas administrativas, esto mejoraría el desempeño y se tendría un mejor control en el crecimiento de los servicios y si la disposición monetaria lo permitiera los equipos podrían ser Gigabit en su totalidad.





EDIFICIO 12 propuesta 2



Notas:
 □ SW 24 Ptos
 ■ SW 48 Ptos
 ■ SW GE





COORDINACIÓN DE SISTEMAS DE CÓMPUTO.

EQUIPO COMPLETAMENTE NUEVO QUE OFREZCA LA MEJOR ALTERNATIVA PARA GIGABIT ETHERNET.

El análisis que se hace por separado de esta área se debe a la importancia que tiene el equipo que va a estar en ella, aquí es donde se va a recibir el enlace de RedUNAM y el enlace con la Torre de Ingeniería, este último enlace serviría como redundancia de la RedII y RedTI. También es aquí donde se va a ubicar el equipo de servidores que brindaran el servicio a todo el Instituto. En la parte de cableado estructurado solamente se considerara el subsistema de cableado horizontal y de facilidades de entrada.

Propuesta

Para la coordinación consideramos que la mejor propuesta para ofrecer un servicio de calidad en la red es la siguiente:

Nuestro equipo principal (Core) sería un Ruteador modular o no según convenga, que soporte tecnología Gigabit Ethernet, además este Ruteador es el que proporcionaría las facilidades de entrada al edificio a base de fibra óptica multimodo. Algunas de las características que deberá tener este dispositivo son: soporte a protocolos de ruteo (RIP, OSPF, etc.), Calidad de Servicio (QoS), monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas más.

- Para el área de servidores se propone un SW GE de 48 puertos. Este SW GE estará conectado directamente al Core (SW principal), brindando el enlace de GE directamente a los servidores. Este equipo debe contar con ciertas características como son: QoS, CoS, monitoreable y administrable (SNMP), IGMP, por mencionar algunas.
- Para las áreas de PC's, administración de Windows y administración de UNIX, proponemos un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 24 ptos, en RJ45 este SW estará directamente conectado al SW principal (Core), debe de contar con características tales como, QoS, IGMP, monitoreable y administrable, etc.
- Para el área de Redes, Base de datos y la parte de las Impresoras, proponemos un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 24 ptos, en RJ45, este equipo estará conectado al SW principal que da el servicio a los usuarios del Edificio 12.
- Por último para el Salón de Cursos, proponemos un SW que opere a tecnología Fast Ethernet de 24 ptos, en RJ45, este SW estará conectado al SW principal que da el servicio de red a los usuarios del Edificio 12, con este SW podemos soportar un crecimiento en esta área, por si se requirieran mas servicios.

Lo que logramos con esto es una una mejor organización para el cableado estructurado de la Coordinación, el rendimiento de la red se vería incrementado pues la distribución del ancho de banda sería uniforme para todos los equipos DTE de la Coordinación así mismo tendríamos un número considerable en puntos de holgura previniendo un crecimiento a futuro, al soportar como mínimo Fast Ethernet y dado que se tendría una estructura Switchheada es posible pensar en el uso de la tecnología de VoIP. La detección de fallas se aislaría a cada área correspondiente y las tareas administrativas de red se reducirían, esto mejoraría el desempeño y se tendría un mejor control en el crecimiento de los servicios y



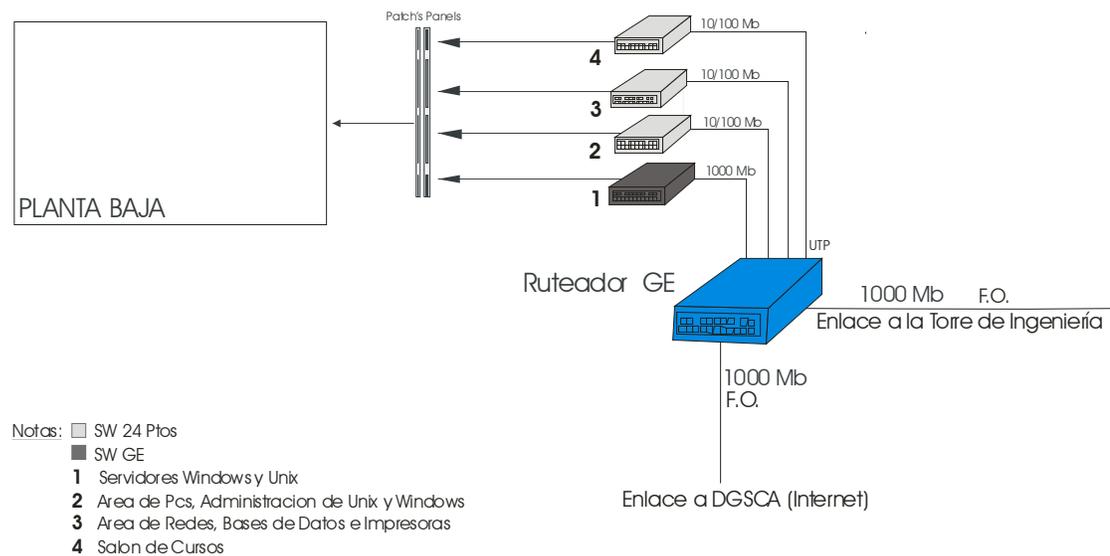


dado que en esta Coordinación se realizan diariamente tareas indispensables para la Operación del Instituto los equipos deberían ser Gigabit en su totalidad.

Propuesta

EDIFICIO 12

Coordinación de Sistemas de Cómputo (CSC)



IV.4 Diseño General.

En el capítulo IV.3 se ha hecho el diseño de la RedII por edificio, en este capítulo se hará la propuesta del diseño general de la RedII basada en los análisis del capítulo IV.3.

IV.4.1. Tecnología

RedUNAM entregará al Instituto una conexión al backbone a tecnología Gigabit Ethernet. Uno de los propósitos de la RedII es estar a la par en cuanto a tecnología con sus alrededores, se determinó que la RedII operará entonces con esta tecnología en toda su infraestructura, a excepción de las áreas de trabajo, las cuales funcionarán con tecnología Fast Ethernet.

IV.4.2. Topología

La red del Instituto de Ingeniería conservará la topología física en estrella.





IV.4.3. Cableado

Los medios de transmisión usados en la red del Instituto en base a los diagramas presentados anteriormente partiendo de la migración, se tienen medios terrestres, cabe aclarar que en el momento de escribir estas líneas seguimos realizando pruebas de transmisión y recepción de datos sobre el medio de transmisión aéreo para la implantación de porciones de red inalámbrica en todos los edificios que conforman el Instituto de Ingeniería.

- El tipo que debe predominar es el cable UTP categoría 5e y 6, este cable UTP es de bajo costo y de fácil instalación.
- El backbone de la deberá continuar usando como medio de transmisión la fibra óptica multimodo, 62.5/125 μm , la cual es recomendada para altas velocidades, además no hay que olvidar que por este medio se pretende ir a la par con Red UNAM.

En cuanto a la parte del cableado estructurado, debido a que cada edificio tendrá un sistema de cableado estructurado, todos los sistemas contribuirán a que en general se tenga una estructura mejor organizada para toda la RedII, porque el mantenimiento y la administración presentaran por ende una gran ventaja al contar ya con un cableado estructurado, esto hará más fácil la detección de fallas y disminuirá el tiempo para solucionar el problema.

IV.4.4. Medios de Transmisión

Después de que se realice la migración de la infraestructura de la red del Instituto se pretende que se observe lo siguiente:

- Medios Terrestres: Como se comentó en el subcapítulo anterior, el medio de transmisión que predominará es del tipo UTP categoría 5e y 6, y para el backbone, fibra óptica multimodo 62.5/125 μm .
- Medios Aéreos: Pensando en la cristalización de las porciones de red inalámbricas, también se contará con este medio, a base de ondas de radio.

IV.5 Esquemas de Seguridad

La seguridad es un punto principal a tratar en el diseño de la RedII como consecuencia de que esta deberá mantener enlaces con las demás redes dentro y fuera de la UNAM, y en el caso más general a Internet. La RedII debe mantener las características de una red privada considerando o no el tipo de actividades que se lleven a cabo en el Instituto de Ingeniería como centro de investigación y desarrollo. En el Instituto de Ingeniería, así como en las demás dependencias de la UNAM, dependencias públicas y privadas, paulatinamente se incrementa la necesidad y en consecuencia la demanda del acceso a otras redes y de los servicios de Internet (tal es el caso del www, correo electrónico, sesiones remotas, Secure Shell y el protocolo FTP), la RedII no debe ser un caso exento.

Dentro de la administración de la RedII se debe implantar un esquema concerniente a la seguridad de los sistemas, debido a que se expondría la información privada de los usuarios así como la infraestructura de la RedII a los llamados "Expertos de Internet" (*Internet Crakers*) y





personal no deseado. Para plantear una solución a esta problemática y proveer el nivel de protección requerida, se necesita seguir una política de seguridad para prevenir el acceso no-autorizado de usuarios a los recursos propios de la Red II, y protegerse contra la exportación privada de información. Aunque no se mantengan enlaces hacia Red UNAM e Internet, en la RedII se deberá establecer una política de seguridad interna para administrar el acceso de usuarios a los segmentos de la red y proteger la información secreta o confidencial.

El esquema de seguridad de los medios de transmisión internos de la RedII debe estar basado en la protección mecánica de medios guiados (como el cable de cobre y la fibra óptica) para evitar la interceptación de las señales. La fibra óptica es un caso especial ya que por sus características de operación no permite llevar a cabo derivaciones. La protección mecánica se debe implantar principalmente para medios guiados de cobre con el fin de evitar la posible instalación de dispositivos que permitan el desvío de señales que viajan en el medio de cobre, como los vampiros con *transceivers*. Para el caso de medios no guiados (señales de radio, rayos láser a través del aire y la transmisión celular) las medidas de seguridad pueden estar habilitadas por medio de identificadores de red (*Network IDs*) para permitir únicamente accesos autorizados, encriptación de llaves (*passwords*) y listas de control de acceso (ACL: *Access Control List*) donde se especifiquen las direcciones MAC de los dispositivos que tienen acceso a la red inalámbrica. Hoy en día la transmisión celular presenta serias deficiencias en esquemas de seguridad ya que es fácil de interceptar, pero se espera que con los avances en la compresión de datos, seguridad y algoritmos de verificación de errores se permita que las redes celulares sean una opción redituable en algunas situaciones. Para el caso de la Red II se debe considerar como opción la transmisión inalámbrica basada en ondas de radio.

IV.5.1. RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*)

Radius es un protocolo de seguridad para accesos remotos. Ha sido propuesto como estándar por la IETF (*Internet Engineering Task Force*), y sus componentes principales están definidos en las normas "RFC 2138: *Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)*" y "RFC 2139: *RADIUS Accounting*". Hay otras RFC que definen extensiones y complementos al conjunto principal del protocolo definido en las dos normas anteriores.

La arquitectura del protocolo es cliente/servidor. Cuando se produce un intento de acceso de un usuario, el cliente Radius, que reside en los servidores de acceso, intermedia entre el usuario y un servidor Radius, que tiene el privilegio de denegar o autorizar los intentos de conexión. El diálogo entre cliente y servidor se realiza utilizando paquetes del protocolo Radius.

Funciones "AAA"

Radius realiza tres funciones relacionadas con la seguridad de los accesos remotos, agrupadas bajo el acrónimo en inglés "AAA" ("*Authentication, Authorization and Accounting*"):

- Autenticación: posibilidad de que los usuarios remotos muestren sus credenciales de identificación, mediante un identificador y una clave de acceso.
- Autorización: asignación de parámetros a cada acceso basándose en perfiles de usuario predefinidos y políticas de seguridad.
- Contabilidad ("*Accounting*"): creación de registros de uso para permitir la auditoría, la medida de prestaciones y la facturación de los accesos remotos.





A continuación se describen en más detalle las tres funciones que forman la "AAA".

Autenticación

Durante el proceso de autenticación, se produce el intercambio del identificador del usuario y su clave entre el usuario, el servidor de acceso y el servidor Radius. El identificador y la clave son enviados por el usuario al servidor de acceso durante la negociación de PPP³, utilizando los protocolos PAP⁴ o CHAP⁵.

El servidor de acceso, en el que reside el cliente Radius, inicia una transacción Radius con el servidor Radius y envía el identificador y la clave del usuario (cifrada con una clave secreta que comparten el cliente y el servidor). El servidor utilizará la clave para verificar la identidad del usuario, y si se comprueba que es quien dice ser, se pasa a la siguiente fase; en caso contrario, se rechaza el intento de conexión.

Autorización

Después de la autenticación, la siguiente fase en las transacciones AAA es la autorización. Junto con la información de autenticación que el cliente incluye en la solicitud de acceso Radius, también se incluye información sobre el tipo de conexión que el usuario trata de establecer. El servidor Radius emplea estos datos para autorizar el acceso del usuario y emitir un mensaje de respuesta de aceptación, o denegar el acceso y emitir un rechazo.

La autorización está controlada por el perfil del usuario, que reside en una base de datos asociada al servidor Radius. Además de otros datos del usuario, desde el punto de vista de Radius el perfil incluye:

- Atributos requeridos ("*check-list attributes*"), que definen requisitos que debe cumplir la conexión. Como parte de la transacción de autenticación, el cliente Radius incluirá en la solicitud de acceso una serie de atributos que describen las características de la conexión. Estos atributos deben cumplir las restricciones impuestas por el perfil.
- Atributos de retorno ("*return-list attributes*"), que son atributos que el servidor Radius envía al cliente en el mensaje de respuesta cuando la autenticación y la autorización se realizan con éxito. La lista de retorno define parámetros de configuración que el servidor de acceso debería asignar a la conexión (típicamente durante la negociación PPP).
- Atributos específicos del fabricante ("*vendor-specific attributes*"), que son atributos de cualquiera de los dos tipos anteriores pero que no forman parte del estándar y han sido definidos por un fabricante, por lo que sólo aplican a determinados equipos. Aunque el significado de estos atributos es libre, hay unas normas de "sintaxis" para codificarlos en los paquetes de Radius.

Contabilidad

La función de contabilidad de Radius realiza un seguimiento de las transacciones desde su inicio hasta su fin. Para ello captura estadísticas y medidas de uso de cada sesión, que permiten al servidor Radius mantener:

³ PPP: Point-to-Point Protocol, RFC 1334

⁴ PAP: Password Authentication Protocol, RFC 1334

⁵ CHAP: Challenge Handshake Authentication Protocol, RFC 1994





- Un registro histórico de todas las sesiones, con la hora de inicio y fin y estadísticas de uso.
- Una lista de usuarios actualmente conectados, actualizable en tiempo real.

IV.5.2. Firewall

También un tipo de seguridad común a implantarse en la RedII es un "Firewall" (o muro de fuego) el cual es un sistema o grupo de sistemas que puede imponer una política de seguridad entre la RedII y las demás redes. El firewall determina cual de los servicios de red pueden ser accesados dentro de esta por los que están fuera, es decir, quien puede entrar para utilizar los recursos de red pertenecientes a la organización del Instituto de Ingeniería. Para que el firewall sea efectivo, todo tráfico de información a través de enlaces externos deberá pasar a través del mismo donde podrá ser inspeccionada la información. El firewall podrá únicamente autorizar el paso del tráfico, y el mismo podrá ser inmune a la penetración. Es importante tener en cuenta que este sistema no puede ofrecer protección alguna una vez que el agresor lo traspasa o permanece entorno a este. Mantener un esquema de la RedII sin un firewall significa que la seguridad dependerá de la que cada uno de los servidores y estaciones cuente, y a su vez estarán expuestos directamente al ataque de otros servidores externos.

La implantación de un firewall puede permitir la definición de un punto de choque (o embudo) en las tareas de administración de la RedII para mantener al margen a los usuarios no autorizados (como: hackers, crackers y espías) fuera de la RedII, prohibiendo la entrada o salida al vulnerar los servicios de la red, y proporcionar la protección para varios tipos de ataques posibles. Uno de los beneficios clave que puede proveer el firewall es que ayuda a simplificar los trabajos de administración una vez que se logre consolidar la seguridad en el sistema firewall, y no el caso de distribuir sistemas de seguridad en cada uno de los servidores y estaciones que integren la RedII.

Con el firewall se puede tener un punto de monitoreo donde se generen registros de un posible ataque o suceso de algún problema en el transito de los datos. Estos datos deben ser importantes en la tarea de administración de la RedII para tener una auditoria y bitácora del tráfico significativo a través del firewall. Sin embargo, es importante que se examinen con regularidad estos registros base para responder a un ataque.

A nivel de administración de la RedII se deben tomar las siguientes decisiones para llevar a cabo el diseño del firewall:

- Posturas sobre la política del Firewall.
Las posturas del sistema del firewall describirán el esquema fundamental de la seguridad en la RedII. La postura de que el firewall pueda obstruir todo el tráfico y cada uno de los servicios o aplicaciones deseados sean implementadas básicamente caso por caso tendría la desventaja de que desde un punto de vista la "seguridad" sería mas importante que el facilitar el uso de los servicios a los usuarios del Instituto.

La postura que podría ser implantada en la RedII es que se asuma que el firewall pueda permitir todo el tráfico y que cada servicio potencialmente peligroso necesitara ser aislado básicamente caso por caso. Esta propuesta crearía ambientes más flexibles al disponer más servicios para los usuarios del Instituto. Sin embargo, dentro de las tareas administrativas de la RedII estaría el incrementar la seguridad



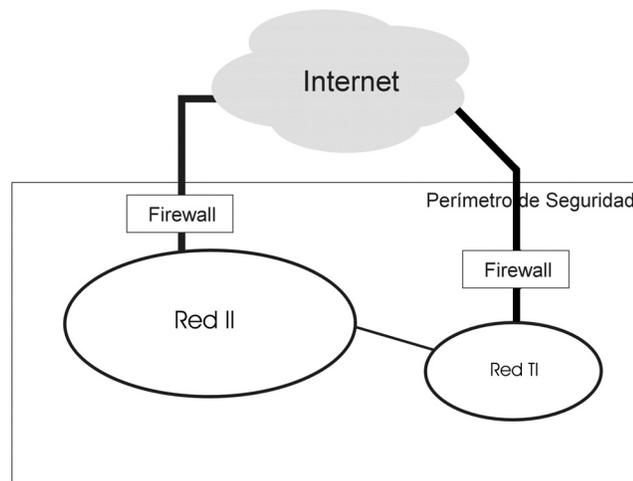


en el sistema de firewall conforme empiece a crecer la red o se presenten ataques. Como la instalación de un antivirus para el firewall.

- La política interna propia del Instituto de Ingeniería para la seguridad total. El firewall no deberá ser justamente un router, un servidor de defensa, o una combinación de elementos que provean seguridad para la RedII. El firewall debe ser parte de una política de seguridad completa que cree un perímetro de defensa para la RedII (figura). Esta política de seguridad puede incluir los siguientes elementos:
 - Publicaciones con guías de ayuda donde se informe a los usuarios de sus responsabilidades.
 - Normas de acceso a la RedII.
 - Políticas de servicios en la RedII.
 - Política de autenticidad en acceso remoto o local a usuarios propios de la RedII.
 - Normas de dial-in y dial-out, reglas de encriptación de datos y discos, normas de protección de virus.

Todos los puntos de ataque en la red podrán ser protegidos con el mismo nivel de seguridad. El firewall sin una política de seguridad comprensiva puede ser inútil.

Para lograr que este perímetro de defensa de la RedII sea exitoso, tanto los usuarios como los administradores de la red deben conocer que es lo que se esta protegiendo. La política de seguridad a seguir deberá estar bien detallada ya que aunque el diseño del firewall sea cuidadosamente desarrollado y armado, se estará exponiendo la RedII a un posible atentado.



Red II Red del Instituto de Ingeniería
Red TI Red de la Torre de Ingeniería

Figura 4.3. Configuración de un Firewall para la RedII

IV.5.3. VLAN

Las redes virtuales pueden incrementar el nivel de seguridad sobre la RedII y el caso de las tecnologías de red Fast y Gigabit Ethernet seleccionadas para ser implantadas soportan el





manejo de redes virtuales. En las tareas de administración se puede hacer uso de las redes virtuales para la definición de filtros que restrinjan el acceso entre grupos y dispositivos, proporcionando así un nivel de seguridad.

Al implementar las redes virtuales se provee la posibilidad de evitar la visibilidad del tráfico de red, previniendo así que accesos no permitidos sean llevados a cabo. El esquema de redes virtuales evita que personal no autorizado haga uso de direcciones de red (direcciones IP) que solamente correspondan a la RedII.

IV.6 Esquema de asignación de direcciones IP

En este proyecto se plantea el soporte de la pila de protocolos TCP/IP en el diseño de la RedII. Sin embargo, con la proliferación mundial de la tecnología TCP/IP, incluso fuera de la propia Internet, y con el continuo crecimiento de su uso de manera exponencial, se presentan los retos ó "problemas" a nivel mundial que lógicamente afectan a Red UNAM y en consecuencia a la RedII. Uno de los retos es que el espacio de direcciones globalmente únicas se empieza a agotar. Otro reto distinto y bastante más complicado es que la sobrecarga de enrutamiento crece más allá de las capacidades de los "Proveedores de Servicios de Internet" (*ISP: Internet Service Providers*). Para el caso de la RedII el ISP será Red UNAM. Mientras tanto es necesario considerar los procedimientos de asignación de direcciones IP a cada estación o dispositivo en la RedII.

El agotamiento de direcciones IP globalmente únicas (u homologadas) es un problema que se predijo a causa de que en la versión 4 del protocolo IP (IPv4) se definen direcciones de 32 bits de longitud. En un punto extremo, esta versión de IP no puede ser capaz de proveer una dirección única a más de 4.2 billones de estaciones en el mundo y considerando que muchas asignaciones previas de bloques de direcciones a redes públicas y privadas no han sido adecuadas. Ha sido típico asignar direcciones globalmente únicas a todas las estaciones que usan TCP/IP, pero es frecuente que en grandes redes sea sencillo identificar un considerable número de estaciones usando TCP/IP que no necesitan conectividad de nivel de red fuera de esta. Esto implica que IPv4 empieza a tener problemas para soportar el ritmo de crecimiento de redes con protocolo TCP/IP y en general Internet, La demanda de direcciones IP globalmente únicas debe ser justificable, y el hecho de obtener una dirección globalmente única para cada estación o nodo en la RedII podría ser no posible. Por tanto, es necesario considerar el reto de que la asignación de direcciones IP únicas, por parte de Red UNAM, puede ser insuficiente para los requerimientos de la RedII.

Siguiendo con el esquema de direcciones del protocolo IPv4 y partiendo de la situación de direcciones IP únicas insuficientes, se puede iniciar un análisis para las estaciones que estarán usando direcciones IP en la RedII. Este análisis se basa en definir en cual de los siguientes tipos se encuentra cada estación.

- Las estaciones que no necesiten tener enlaces con otras estaciones en redes externas a la RedII o Internet en general. Estas estaciones pueden usar direcciones IP que sean únicas dentro de la RedII, pero que no son únicas entre redes.
- Las estaciones que necesiten acceso a un conjunto reducido de servicios externos (por ejemplo: correo electrónico, transferencia de archivos, sesiones remotas, web) que pueden ser gestionados por gateways intermedios. Para muchas estaciones dentro de este tipo, un acceso sin restricciones al exterior (el proporcionado por la conectividad IP) puede ser innecesario y no deseable por razones de seguridad. Como en el caso de





las estaciones del tipo 1, tales estaciones pueden usar direcciones IP que sean únicas dentro de la RedII.

- Las estaciones que necesitan acceso a nivel de red hacia el exterior de la RedII (mediante la conectividad IP). Las estaciones en este tipo necesitan direcciones IP que sean globalmente únicas. Estas estaciones pueden ser los servidores principales de la RedII, por ejemplo: el servidor de correo, de web, DNS y gateways a nivel aplicación.

Las dos primeras se pueden referir como de tipo privadas, y la última como pública. En la mayoría de las estaciones muchas aplicaciones necesitarán conectividad sólo dentro de la RedII y no necesitarán conectividad externa, es decir, puede ser considerable el número de estaciones que usen TCP/IP y que no necesiten conectividad de nivel de red fuera de la RedII.

En la descripción de los tipos de estaciones, la asignación de direcciones IP privadas en la RedII se puede establecer eligiendo uno de los tres bloques reservados de direcciones IP para uso de intranets privadas, éstos definidos por la "Autoridad de Números Asignados en Internet" (*IANA: Internet Assigned Numbers Authority*)⁶. Estos bloques son:

1. 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (prefijo 10/8)
2. 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (prefijo 172.16/12)
3. 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (prefijo 192.168/16)

El primer bloque es un único número de red de clase A, el segundo bloque es un conjunto de 16 números de red de clase B contiguos, y el tercer bloque es un conjunto de números de red de clase C contiguos. Para el caso de la RedII, el tercer bloque sería la opción a elegir como bloque de direcciones privadas sin coordinación con Red UNAM ni con la IANA. Este espacio de direcciones privado será único dentro de la RedII.

Las estaciones que tengan direcciones IP privadas podrán comunicarse con el resto de las estaciones en la red con IP's tanto públicas como privadas. Sin embargo, no podrán tener conectividad IP a ninguna estación fuera de la RedII. Las direcciones privadas no tienen significado global, los paquetes con direcciones origen o destino privadas no son reenviados en enlaces con redes externas a la RedII.⁷

Aunque no dispongan de conectividad IP fuera de la RedII las estaciones con IP privadas, éstas pueden tener acceso a servicios externos mediante el uso de NAT (*Network Address Translation*, RFC 1631) o gateways a nivel aplicación (mejor conocidos como Servidores Proxy). Entre estas dos soluciones, la implantación de gateways a nivel aplicación sería la mejor opción ya que el uso de NAT presenta mayores inconvenientes.

IV.6.1. NAT

El NAT (*Network Address Translation, Traducción de Direcciones de Red*) es una función en las tareas de enrutamiento que fue inicialmente propuesto como una solución para la

⁶ Cualquier dependencia que necesite espacio de direcciones globalmente único necesita obtener tales direcciones de un registro de Internet.

⁷ Se supone que los routers en las redes que no usen espacio de direcciones privados, principalmente aquellos situados en los proveedores de servicios de Internet, estarán configurados para filtrar la información de enrutamiento acerca de redes privadas. Si uno de estos routers recibe tal información, el rechazo del paquete no es tratado como un error en el protocolo de encaminamiento.





escasez de direcciones IP únicas o públicas. La idea en que se basa el NAT es que solamente una parte de la red esta conectada con el exterior, es decir, tienen asignadas IP públicas. Para el resto de las estaciones en la red que tengan asignadas direcciones IP privadas solo se les asigna una dirección IP única si van a transmitir paquetes o conectarse al exterior. Por tanto, se necesita reservar cierto número de direcciones IP únicas.

Si una estación envía paquetes al exterior con una dirección IP privada como fuente en el encabezado IP, los routers o dispositivos de enrutamiento no podrán reenviar dichos paquetes. Los routers de Internet al leer en el encabezado IP de un paquete una dirección IP privada ya sea fuente o destino, este automáticamente lo descarta o desecha.

La implantación del NAT como una solución para las estaciones con IP privadas en la RedII sería de tal manera que el dispositivo NAT cambie la dirección origen privada por una dirección origen única. Esta traducción de direcciones se puede hacer de manera estática o dinámica. La traducción de manera estática no sería útil en este caso ya que parte del hecho de que existe el mismo número de direcciones IP únicas y privadas, esto se aplica solamente para funciones de seguridad en red. La traducción de manera dinámica se aplica cuando el número de direcciones IP únicas es menor al número de direcciones IP privadas (figura).

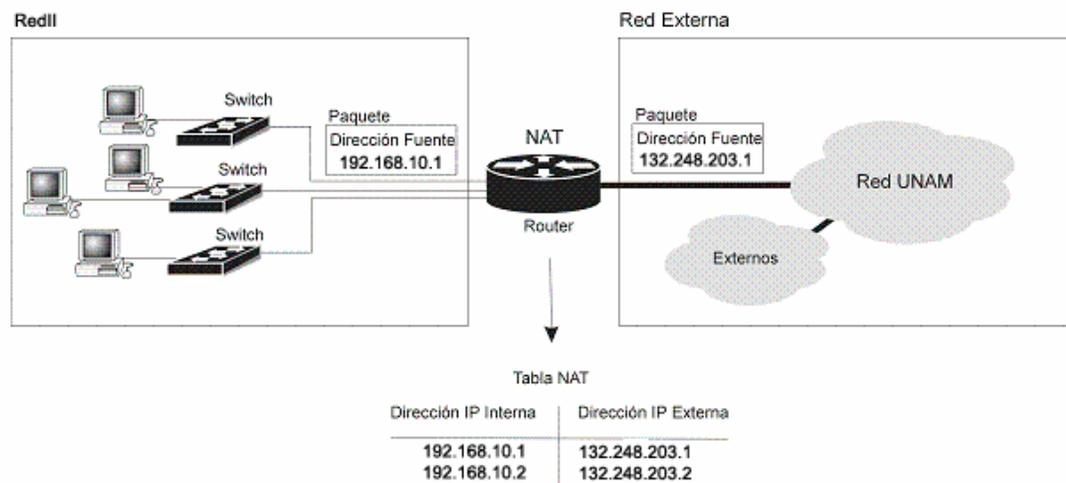


Figura 4.4. NAT IP masquerading

El NAT, sin embargo, no es una buena opción para ser implantado en la Red II ya que el procedimiento de sustituir los campos de dirección en cada paquete que salga de la red resultar ser una función complicada y que podría ser demandada por mas de la mitad de las estaciones, lo cual daría origen a la creación de un cuello de botella en este punto de enlace hacia Red UNAM e Internet e incrementar la probabilidad de pérdida de paquetes. En conclusión, el NAT es una función factible en ciertos escenarios, y no para el caso de la RedII.





IV.6.2. DHCP

DHCP⁸ (*Dynamic Host Configuration Protocol*) es un protocolo de comunicación que permite de manera centralizada y automática administrar la asignación de direcciones IP a las estaciones dentro de una red privada. En las estaciones en el momento de dar inicio el sistema hace la petición al servidor DHCP de la obtención de los parámetros de red entre los cuales va incluido la dirección IP. Por tanto, DHCP se basa en el modelo cliente-servidor. La asignación de una dirección IP por medio de un servidor DHCP asegura que esta es una dirección apropiada, es decir, no asignada a otra estación dentro de la red. Además de la asignación de una dirección IP, los demás parámetros de configuración de red que asigna el servidor DHCP son: la máscara de la subred, la dirección del router por defecto, la dirección del servidor DNS, etc.

DHCP soporta tres modelos de asignación de direcciones IP a las estaciones o clientes: dinámico, automático y estático. En el modelo dinámico el servidor DHCP elige una dirección de un grupo de direcciones disponibles y realiza una concesión de la dirección IP al cliente durante un plazo limitado. En el modelo automático el sistema es igual al modelo dinámico a diferencia de que se asigna un plazo ilimitado. En el modelo estático (o manual) el administrador de la red preasigna manualmente a cada dirección física una dirección IP.

Estos modelos de asignación de direcciones IP por medio del protocolo DHCP sería útil para facilitar los requerimientos de acceso de las estaciones de la RedII y un escaso número de direcciones IP únicas disponibles. Es decir, se comparte el número de direcciones IP únicas disponibles entre las estaciones cliente bajo el esquema de que la estación que haga una petición al servidor DHCP es porque realmente la va a requerir, y así evitar la asignación estática de direcciones IP a estaciones que realmente no la requieren. Cada servidor de aplicación por área de trabajo en el instituto puede ser un servidor DHCP.

Aunque el protocolo DHCP puede ser una opción a ser implantada en la RedII, este podría no ser flexible dependiendo directamente del número total de direcciones IP únicas disponibles y del número de estaciones que se especifiquen como privadas. En el momento en que ya no existieran direcciones IP disponibles para ser asignadas y surjan peticiones de clientes, éstos quedarían a la espera de la asignación de una dirección IP mientras que su conectividad en la red sería nula, para este caso sería necesario la asignación de direcciones IP privadas con la limitante de no tener enlaces al exterior de la RedII. Bajo esta situación los servicios que los usuarios demandaran de la RedII no van a ser gestionados. El complemento de la solución con el protocolo DHCP sería la instalación de la aplicación Proxy en los servidores.

IV.6.3. Transición a IP versión 6

La actualización o la transición hacia la nueva versión del protocolo IP, la versión 6, parece ser inminente por la necesidad de tener un protocolo IP mas flexible y por que las direcciones IPV4 se están agotando, las principales características de IPv6 son:

- Manejo de direcciones IP de longitud de 128 bits, lo cual permite nuevos mecanismos de direccionamiento para dar cabida a la gran cantidad de futuros usuarios.

⁸ DHCP fue desarrollado por Microsoft en Windows NT y está especificado en los RFC's 2131 y 2132.





- Reduce el tamaño de las tablas de enrutamiento.
- Es mas simple que IPv4 y de esta manera permite a los routers el procesamiento mas rápido de paquetes.
- Proporciona mayor seguridad (verificación de autenticidad y confidencialidad).
- Presta mayor atención al tipo de servicio, especialmente con los datos en tiempo real.
- Permite el manejo de broadcast permitiendo la especificación de alcances.
- Posibilita que una estación sea móvil sin cambiar de dirección IP.
- Permite la interoperabilidad con IPv4.

Se puede establecer que IPv6 cumple con los objetivos de evolución de IP ya que mantiene las mejores características de este y descarta y reduce las deficientes, además de que agrega nuevas donde se necesitan. En general, IPv6 no es compatible con IPv4, pero es compatible con todos los demás protocolos de Internet, incluidos TCP, UDP, ICMP, IGMP, OSPF, BGP y DNS, en ocasiones requiriendo pequeñas modificaciones (principalmente para manejar direcciones mas grandes). Por principio, y lo mas importante, el IPv6 al tener direcciones mas grandes que el IPv4 proporciona una cantidad mucho mayor de direcciones IP que ofrece IPv4.

Contemplar la implantación del protocolo IPv6 en la RedII en principio no es una tarea fácil. Para llevar a cabo las tareas necesarias para la evolución a IPv6 se requiere de una paulatina integración y coexistencia con IPv4. La estrategia de implantación de IPv6 sería bajo los siguientes tres puntos principales:

- Que el sistema operativo de red de las estaciones y servidores en el Instituto soporten el protocolo IPv6⁹.
- El software de la pila de protocolos TCP/IP debe ser actualizado en los servidores principales de DNS y FTP, ya que necesitan manejar la estructura de la cabecera y de direccionamiento de IPv6. Esta actualización podría significar cambios mínimos en las estaciones clientes.
- El dispositivo de enrutamiento o router de la RedII debe soportar ambas versiones del protocolo IP, para que de esta manera la RedII con protocolo IPv6 pueda coexistir con las redes externas con protocolo IPv4, en el caso inmediato con Red UNAM.

Este último punto es el principal para la implantación del protocolo IPv6 en la RedII en un escenario donde se debe coexistir con redes principales y routers con IPv4. Una red con IPv6 dentro de una infraestructura de red con IPv4 requiere de técnicas que se basan en actualizaciones en el dispositivo de enrutamiento de entrada y salida hasta que se ofrezca capacidad de conexión IPv6 nativa de extremo a extremo con otra red IPv6. Para la coexistencia de IPv6 con IPv4 en estaciones y routers se especifican esquemas de "tunneling" y de "doble pila". Dentro de la división del espacio de direcciones de IPv6, las direcciones que comienzan con 80 ceros se reservan para direcciones IPv4. Se reconocen dos variantes, distinguidas por los siguientes 16 bits. Estas variantes se relacionan con la manera en que se enviarán en túnel los paquetes IPv6 a través de la infraestructura IPv4 existente. En esquemas "tunneling" los paquetes IPv6 pueden ser enviados a través de redes enrutadas con IPv4 mediante túneles automáticos y manuales. Estos túneles son programas propietarios.¹⁰ Esta característica permite el uso de la infraestructura de red con IPv4 como un camino de enrutamiento para un sitio IPv6 (figura). El mecanismo para las

⁹ Entre los sistemas operativos que cuentan con soporte para IPv6 se encuentran: Linux (Red Hat 9), Windows 2000, XP, 2003 y Solaris 8 (SUN Microsystems).

¹⁰ Por ejemplo el software Cisco IOS IP Versión 6





comunicaciones entre estaciones IPv4 e IPv6 se puede llevar a cabo con el soporte de las dos pilas de protocolos, es decir, estaciones con pila doble de protocolos, en otro caso mediante la conversión de direcciones de red y conversión de protocolos (NAT-PT: NAT-Protocol Translation)¹¹.

Finalmente, la implantación de IPv6 se podría establecer en tres etapas. La primera etapa consiste en lograr la compatibilidad con la arquitectura y direcciones IPv6, contar con una nueva versión de los protocolos RIP e ICMP para IPv6 (RIPng: RFC 2080 e ICMPv6), compatibilidad con túneles manuales y automáticos, y actualizaciones para: la traza de rutas, sesiones remotas (Telnet), ping y de listas de control de acceso (ACL: Access Control List). En una segunda etapa implantar la conversión de protocolos IPv6-IPv4 y el MIB de IPv6. En una tercera etapa implantar la nueva versión del protocolo OSPF (OSPFv3) y las características de operación de IPv6 como: la multidifusión, movilidad, calidad de servicio, seguridad y voz sobre IPv6.

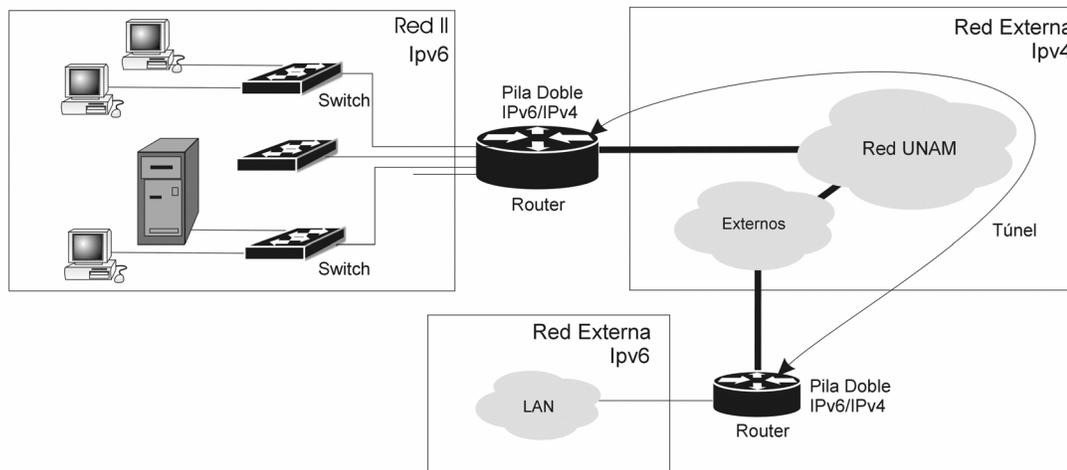


Figura 4.5. Túnel para los paquetes IPv6 a través de infraestructura de red IPv4 existente

¹¹ El mecanismo NAT-PT en un futuro será compatible con los programas propietarios para la integración de IPv6 en una infraestructura IPv4.





V. Selección del Equipo que Integrará la Red de Cómputo del Instituto de Ingeniería

Concluida la etapa de análisis y diseño de la RedII, se cuenta con una propuesta que permitirá a la red del Instituto de Ingeniería apegarse a los estándares de Cableado Estructurado y conservar su permanencia en la categoría de redes de alta velocidad. En este apartado se analizarán las especificaciones propuestas. Tales especificaciones permitirán elegir los equipos adecuados de conmutación, tanto de backbone como de escritorio.

V.i. Dispositivos de Interconexión.

Para decidir que dispositivos de red son los apropiados para la RedII mencionaremos las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Los dispositivos de interconexión para la RedII deben cumplir las funciones de switcheo y ruteo. Para realizar total o parcialmente dichas funciones existen dispositivos de interconexión tales como: servidores con un sistema operativo de red que ejecute dichas funciones, routers y switches.

Servidores

El empleo de servidores vía sistema operativo requiere que este tenga integrado las funciones de puenteo y ruteo. Sin embargo, el uso de estos equipos (vía software) como dispositivo de interconexión puede dar como resultado un bajo desempeño en la red ya que las funciones de interconexión están basadas en software además de que estos servidores pueden estar compartiendo ciclos de proceso con otras actividades vitales de un servidor como servidor de archivos, de impresión, etc. La instalación de servidores como dispositivos de interconexión es recomendable en redes LAN pequeñas y donde el tráfico de datos no es excesivo.

Routers

En ambientes que consisten de diversos segmentos de red con diferentes protocolos y arquitecturas, se requiere de un dispositivo el cual no únicamente conozca las direcciones de cada segmento, también sería necesario que pudiera determinar la mejor ruta para enviar paquetes de datos y filtrar el tráfico de broadcast.

- Los routers trabajan a nivel de la capa de Red del modelo de referencia OSI, lo cual implica que tienen acceso a más información y son capaces de conmutar y enrutar los paquetes a través de múltiples redes.
- Un router es un dispositivo de propósito general diseñado para segmentar una red con los objetivos de limitar el tráfico de broadcast, proveer seguridad, control y redundancia entre dominios de broadcast individuales.
- Entre los routers se comparten información de ruteo y estatus de operación. La tabla de ruteo de estos dispositivos se basa en direcciones de capa 3 para determinar la dirección destino de los datos de entrada.
- Los routers conocen todas las direcciones de red, como conectarse a otras redes, las rutas posibles entre routers y el costo de envío de los datos sobre estas rutas. El router selecciona la mejor ruta para el envío de datos basándose en costo y rutas disponibles.
- Los routers únicamente entienden direcciones de capa 3, las cuales les permiten establecer enlaces con otros routers, y direcciones de las tarjetas de red locales. Los routers no establecen enlaces con estaciones remotas.





- Cuando los routers reciben paquetes con destino a redes remotas los envían al router que manipula la red destino, esta característica resulta ser una ventaja de operación ya que un número grande de segmentos los integra y prohíbe las tormentas de broadcast ya que las señales de broadcast no las reenvía, esto es, los routers únicamente enviarán la información si la dirección de red destino es conocida, reduciendo así el tráfico entre redes y permitiendo a los routers utilizar los enlaces más eficientemente que los bridges.
- Los routers únicamente operan con protocolos ruteables como: TCP/IP, IPX, OSI, y DECnet. Sin embargo, a causa de que los routers ejecutan funciones más complejas en cada paquete, los routers son más lentos en operación que los bridges.

Switches

A diferencia de los dispositivos de red descritos anteriormente, los switches manejan la micro segmentación. La microsegmentación es la creación de muchos segmentos pequeños de red de manera que en cada uno se limita aún más el tráfico, se incrementa el desempeño de la red reduciendo las colisiones y hay disponibilidad de más ancho de banda para cada estación.

Un switch manipula el tráfico entre las estaciones de trabajo de cada segmento, generándose así menor tráfico y contención por el canal de transferencia. Si una estación situada en un segmento necesita comunicarse con un servidor ó estación en otro segmento, el dispositivo de conmutación actúa como puente y establece un circuito temporal entre los segmentos, esta conexión la realizan en base a la dirección destino de cada paquete y la conexión permanece el tiempo que tarda en ser enviado el paquete, en esencia se crea un segmento privado por usuario. A consecuencia de que el paquete es transmitido únicamente por el puerto asociado con la dirección destino específico, ningún otro puerto recibe el paquete, lo cual provee poco tráfico sin que se generen colisiones y alta seguridad como ventaja extra. Esta función de conmutación es superior a la efectuada por un bridge normal ya que el retardo en el almacenamiento y reenvío se eliminan gracias al circuito directo entre los dispositivos. Funcionalmente, los switches son similares a los bridges pero un switch provee un desempeño mucho mayor. Generalmente los switches se diferencian de los bridges y routers en los siguientes aspectos:

- Su funcionamiento es más simple
- Agrega un mayor ancho de banda
- Operan con un tiempo menor de latencia

Otra diferencia de los switches es su esquema de reenvío de paquetes basado en hardware, opuesto al mecanismo de software usado en los bridges y routers típicos, los switches interconectan un gran número de puertos moviendo datos entre éstos enteramente por lógica electrónica (microprocesadores y software no participan básicamente en el reenvío de datos). Los procedimientos de conmutación pueden ser encapsulados enteramente dentro de circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASICs), lo que permite una velocidad extremadamente alta de proceso de paquetes. Bridges y routers, generalmente usan procesadores de alto desempeño RISC para mover paquetes de datos. El reenvío de paquetes por microprocesador es más caro y lento.

En conclusión, un switch es diseñado para segmentar el dominio de colisión de una red local dentro de varios dominios de colisión más pequeños. Esto resulta ser una ventaja ya que aumenta el desempeño de una red local debido a que reduce el número de estaciones compitiendo por el acceso al medio.

La selección de switches como dispositivos de interconexión permitiría ofrecer los servicios de red a los usuarios con enlaces dedicados (cada enlace miembro del mismo dominio de broadcast). Entonces cada segmento que se defina en la RedII requeriría por lo menos de un switch que dé servicios de red al escritorio. Por otra parte, se requeriría de un switch central cuya función sea la





de controlar el flujo de información, esto por medio de canales punto a punto hacia cada switch que proporcione servicios al escritorio. Este switch central debería entonces reunir las características de operación de un switch de capa 2 y de un switch de capa 3¹, se requiere que este dispositivo colectione y mantenga actualizada la información de las direcciones de los dispositivos de la RedII para funciones de ruteo y puenteo, resolviendo la información de direccionamiento a los equipos de la red que la requieran (envío inteligente de paquetes) permitiendo el establecimiento de enlaces a nivel de la red en el Backbone y el enlace a Red UNAM para posteriormente tener acceso a otras redes de área amplia e Internet.

Los dispositivos de interconexión se pueden establecer bajo los siguientes puntos:

- **Backbone.** La tecnología Gigabit Ethernet conmutado debe ser implantada como un sistema compartido, esto es, se debe instalar un switch central Gigabit Ethernet y conectar en cada puerto un dispositivo Fast Ethernet, de manera que cada segmento (cada puerto del switch) ofrezca un ancho de banda de 1Gbps. Para el de campus, las conexiones entre el switch central y los dispositivos de interconexión ubicados en el IIMAS y la Torre de Ingeniería deben ser también un sistema compartido para la RedII, con una velocidad de transmisión de datos de 1000Mbps.
- **Escritorio.** La tecnología Fast Ethernet conmutado debe ser implantada como un sistema dedicado, es decir, en este esquema se conecta cada dispositivo final a un puerto del switch Fast Ethernet, de manera que este dedica 100Mbps de ancho de banda a cada servicio de escritorio.

V.i.1 Switch Central Backbone.

Se trata de un conmutador que deberá tener las funciones de controlar y garantizar el flujo local de toda la información de voz y datos de los usuarios a través de la red. Para esto deberá ofrecer puertos Gigabit Ethernet que por medio de canales punto a punto de fibra óptica multimodo se comuniquen a cada switch de backbone por edificio. Para controlar el tráfico es indispensable que tenga opciones de Calidad de Servicio (QoS) para priorizar el tráfico según el tipo de servicio y eficientar el ancho de banda disponible, así mismo deberá manejar VLANs para establecer esquemas virtuales de segmentación. Se requiere 1 unidad que estará ubicada en el MDF del Instituto de Ingeniería. El switch deberá ser capaz de conectarse en 10/100/1000 Mbp/s, y deberá estar equipado como mínimo con:

- 12 Puertos de 1000 Base-SX con conectores MT-RJ
- 6 Puertos de 10/100/1000 Base-Tx autonegociables con conectores RJ-45.
- 6 Puertos 1000 GBIC para módulos (1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-LH70).
- Este equipo también coleccionará y mantendrá actualizada la información de las direcciones de los dispositivos de la red para funciones de ruteo y puenteo. Deberá resolver la información de direccionamiento a los equipos de la red que la requieran permitiendo el establecimiento de enlaces a nivel de red en el Backbone.

Este equipo deberá comunicar la red de datos del Instituto de Ingeniería con la red de datos de la Torre de Ingeniería y con la red Internet a través de Red UNAM. Para esta función deberá proporcionar puertos Gigabit Ethernet con interfaces de fibra óptica multimodo.

¹ Un switch de capa 2 y capa 3 conjunta las tecnologías de operación de un bridge y de un router, y éste como el equipo principal de interconexión de la RedII permite definirla como una red de alto desempeño y escalable. Este dispositivo permite seguir la filosofía “conmutar donde se pueda y enrutar donde se deba”. La tendencia actual de los diseñadores de redes es conjuntar el empleo de las características de operación de los switches y routers en un solo dispositivo.





Características mínimas que debe cumplir el switch.

- Chasis con un mínimo de 1 Slot disponible para módulos de conectividad.
- Soporte mínimo de 24 puertos Gigabit 1000Gbps.
- El equipo será el responsable de recibir y entregar información bajo las tecnologías de Gigabit Ethernet, para construir el Backbone de LAN. Deberá poder integrar en el mismo chasis, tecnologías de Gigabit Ethernet, Ethernet y Fast Ethernet con capacidades de Switcheo de Capa 2, de Capa 3 y Capa 4 (no ruteo convencional) y todo en el mismo chasis.
- Fábrica de switcheo con un mínimo de 56Gbps.
- El equipo debe tener un backplane de al menos 56 Gbps. El equipo deberá tener una procesadora de Switcheo agregado de al menos 41.7 Mpps para proveer una tecnología non-blocking.
- Las fuentes de poder AC deberán ser capaces de soportar redundancia (en caso de contar con estas ambas fuentes deberán de acomodarse en el chasis modular), trabajar con balanceo de cargas y en caso de fallar una, la otra fuente deberá entrar en funcionamiento bajo la tecnología de Hot-Swapping
- Soporte de Switcheo en Capa 3. (No se aceptan módulos internos o externos con ruteo convencional)
- Soporte de VLANs de tipo estándar IEEE 802.3Q. Mínimo 30 VLANs. No se aceptan esquemas propietarios.
- El equipo debe soportar switcheo de protocolo IP. Soporte de protocolos IP, filtrado de paquetes IP. Soporte de protocolos de ruteo dinámico tales como RIP y RIP II.
- Soporte de RMON 7 grupos y SNMP pudiendo ser administrado con una sola dirección de red.
- Conexiones 10/100/1000 Base TX en RJ-45 auto negociables.
- Los puertos del conmutador, deberán tener la capacidad de agregación de ancho de banda mediante técnicas de trunking, esto es la posibilidad de agrupar puertos para sumar el ancho de banda de los mismos. El mecanismo de trunking deberá poderse entre puertos de dos unidades o más, punto a punto y punto multipunto
- El equipo deberá soportar puertos Gigabit Ethernet del estándar IEEE 802.3z en sus especificaciones 1000BaseSX y 1000BaseLX.
- El equipo debe soportar estándares de Capa 2 como Spanning Tree IEEE 802.1D, Rapid STP 802.1w. Deberá soportar colas de prioridad de tráfico para proveer Calidad de Servicio mediante el estándar IEEE 802.1p y soportar al menos 4 colas por puerto.
- El equipo debe tener un puerto configurable para monitoreo de tráfico en otros puertos Puerto de Análisis.
- Garantía de por vida.

V.i.2 Switch Backbone por edificio.

El equipo tendrá la función de proveer puertos de acceso para usuarios, hacia la LAN tanto en Nodos Centrales como Remotos, a nivel departamental, así como proveer conexión al Backbone.

Características mínimas que debe cumplir el switch.

- La unidad deberá tener la capacidad de contar con una fuente de poder redundante. Deberá ser montable en un rack de 19 pulgadas e incluir todos los aditamentos y accesorios para tal efecto.





- Deberá tener soporte para Conmutación de Paquetes en Capa 2 y 3 según el modelo de referencia OSI.
- Cada unidad deberá contar con al menos una ranura para módulos de expansión, misma que podrá alojar puertos del tipo:
 - Gigabit Ethernet 1000BaseSX
 - Gigabit Ethernet 1000BaseLX
 - Gigabit Ethernet 1000BaseT
 - GBICs
- La unidad deberá poder configurarse por medio de un solo puerto de consola con interfase RS-232 (DB-9). De igual manera, la unidad podrá configurarse por medio de una sesión de Telnet, o una sesión de navegador de Internet (Web Browser).
- La unidad deberá contar con indicadores luminosos tipo LED, para monitoreo local a fin de supervisar el estatus de la unidad sobre el encendido, y en los puertos de servicio indicar el estado de los enlaces, actividad del puerto y fallo del puerto.
- El software del sistema y el de los módulos de servicio deberá poder ser migrado a nuevas versiones de manera remota y local en las instalaciones del cliente.
- La unidad deberá tener la capacidad para definir un Puerto de Análisis para la conexión de Sondas (Probes) y/o Analizadores de Protocolos. Deberá poder definirse un puerto de análisis por cada unidad.
- Deberá la unidad poder crear y extender Redes Virtuales (VLANs) por puerto, y del estándar IEEE 802.1Q. El equipo deberá de ser capaz de manejar un mínimo de 25 subredes lógicas o VLANS.
- Deberá ser compatible con los siguientes estándares de Conmutación de Paquetes en Capa 2 según el modelo de referencia OSI:
 - IEEE 802.1D (Spanning Tree Protocol)
 - IEEE 802.1Q (VLAN Specification Tagging)
 - IEEE 802.1p (CoS L2 Traffic prioritization and queuing)
 - IGMP Snooping
- Deberá ser compatible con los siguientes estándares de Conmutación de Paquetes en Capa 3 según el modelo de referencia OSI:
 - Soporte para 7 Grupos de RMON
 - Soporte para protocolo de administración SNMP MIB I y MIB II
 - Soporte de IP unicast routing
 - Soporte de Control de listas de acceso por dirección IP entre Vlan
 - Soporte de CIDR
 - Soporte de rutas estáticas por RIP/RIP v2
 - Soporte de priorización de tráfico basado en DSCP y TCP/UDP
 - Soporte de OSPF
- Administrable a través de SNMP y soporte de protocolo HTML para la administración. Deberá incluir el software necesario para su configuración administración por estos medios. El software deberá ser capaz de reconocer dispositivos con soporte de SNMP de red tanto cableada como inalámbrica para facilitar la administración de la red.
- Soporte MDI/MDIX en todos los puertos para evitar armar cables "cruzados".
- El equipo deberá tener la capacidad de configurar automáticamente enlaces agregados (IEEE 802.3ad) con un mínimo de 4 agregados de 4 puertos cada uno.
- El equipo deberá soportar una fuente de alimentación redundante.
- Configuración automática de dirección IP por DHCP.
- El equipo deberá de soportar Radius para funcionalidades de network login y switch login
- La configuración del equipo podrá respaldarse en un archivo ASCII y poder reestablecer la configuración guardada en caso de cualquier falla.
- El equipo deberá de soportar priorización de aplicaciones por puerto TCP y UDP, así como priorización por DSCP.





- La unidad deberá soportar las densidades mínimas y características en puertos que se describen a continuación:
 - 12 Puertos 100/1000 BaseTX con autosensing a 16 Puertos 1000 BaseTX
 - 4 Puertos (1000Base (SX,LX o T) ó con GBICs por unidad
- En el caso de los puertos fijos, deberán estar totalmente habilitados para su uso sin necesidad de equipo adicional.
- El equipo deberá de contar con una unidad central de conmutación con un backplane de 32Gbps y podrá transmitir al menos 23Mpps.
- El equipo deberá tener la capacidad de alto grado de disponibilidad con enlaces de puertos redundantes para tener conexiones dobles y en caso de falla de la conexión primaria la conexión secundaria entre en funcionamiento instantáneamente.
- Los equipos deberán contar con la capacidad de agregar conexiones haciendo que más dicho puertos formen una conexión de mayor velocidad. Esta capacidad debe tener la opción de manejar 4 grupos de 4 conexiones cada una.
- Todos los puertos de los equipos deberán de auto detectar si el puerto va a trabajar MDI o MDIX.
- El equipo podrá manejar la conmutación de tráfico de capa 3 sin bloqueo en velocidad denominada como wire-speed non-blocking.
- El equipo deberá de tener la capacidad de clasificar tráfico y asignarle prioridad a dichas clasificaciones. Deberá soportar al menos 4 colas de prioridad por puerto.
- Soporte de al menos 12,000 direcciones físicas conocidas como direcciones MAC.
- Deberá soportar control de multicast basado en IGMP.
- El equipo deberá de tener la capacidad de brindar redundancia con otro equipo similar, de tal manera que los dos equipos operen de manera activa y que estos se puedan administrar y configurar como una sola entidad (una dirección IP).
- Tratándose de un equipo central de la red, este equipo deberá de generar alguna notificación sobre fallas críticas como caídas de enlaces o reciclaje del mismo equipo a través de pager o correo electrónico.
- Se deberá de expedir una carta avalada por el fabricante soportando como mínimo 2 años de garantía.
- Cualquier actualización de software que se generara durante el lapso de garantía deberá de ser incluida de manera gratuita.

V.i.3 Switch de frontera.

Estos equipos deberán centralizar todo el flujo de información de los usuarios de cada piso que conforman el Instituto de Ingeniería, dando servicios de red de voz y datos a cada usuario final a través de enlaces 100BaseT y/o red de datos para equipos inalámbricos a través de Access Point IEEE 802.11. Los switches deberán tener la opción de apilamiento ya sea por bus especial o por puerto troncal, siempre y cuando éste último no cause congestión de tráfico y degrade el rendimiento de toda la pila de equipos y deben tener características de manejo de QoS y de preferencia manejo de capa 4.

El equipo tendrá la función de proveer puertos de acceso para usuarios, hacia la LAN tanto en Nodos Centrales como Remotos, a nivel departamental, así como proveer conexión al Backbone.

Características mínimas que debe cumplir el switch.

- La unidad podrá ser ofertada como unidad apilable o tipo chasis modular, considerando que en ambos casos, se deberá cumplir en la totalidad de los requerimientos técnicos, especificados en esta partida.





- La unidad deberá tener la capacidad de contar con una fuente de poder redundante externa a través de un puerto especial, sin necesidad de agregar software adicional al equipo.
- Tanto la unidad de apilamiento como el chasis deberán ser montables en un rack de 19 pulgadas.
- Deberá soportar Conmutación de Paquetes en Capa 2 y capa 4 según el modelo de referencia OSI.
- En caso de ofertar unidades apiladas, cada una de estas deberá contar con dos ranuras para módulos de expansión como mínimo.
- Las unidades apiladas o los chasis modulares deberá soportar puertos del tipo:
 - Gigabit Ethernet 1000BaseSX
 - Gigabit Ethernet 1000BaseLX
 - Gigabit Ethernet 1000BaseT
 - Fast Ethernet 100Base FX
- En el caso de las unidades apiladas, deberán de soportar adicionalmente módulos de apilamiento redundante.
- La unidad deberá poder configurarse por medio de un solo puerto de consola con interfase RS-232 (DB-9).
- De igual manera, la unidad podrá configurarse por medio de una sesión de Telnet, o una sesión de navegador de Internet (Web Browser).
- La unidad deberá contar con indicadores luminosos tipo LED, para monitoreo local a fin de supervisar el estatus de la unidad sobre el encendido, y en los puertos de servicio indicar el estado de los enlaces, actividad del puerto y fallo del puerto.
- El software del sistema y el de los módulos de servicio deberá poder ser migrado a nuevas versiones de manera remota y local en las instalaciones del cliente.
- La unidad deberá tener la capacidad para definir un Puerto de Análisis para la conexión de Sondas (Probes) y/o Analizadores de Protocolos. Deberá poder definirse mínimo un puerto de análisis por cada unidad.
- El equipo deberá tener la capacidad de respaldar la configuración actual en un archivo, el cual puede ser utilizado para reestablecer la configuración en el mismo equipo.
- Deberá la unidad poder crear y extender Redes Virtuales (VLANs) por puerto, y bajo el estándar IEEE 802.1Q, con una capacidad mínima de 50 VLANs.
- Deberá ser compatible con los siguientes estándares de Conmutación de Paquetes en Capa 2 según el modelo de referencia OSI:
 - IEEE 802.1D (Spanning Tree Protocol)
 - IEEE 802.1w (Fast Spanning Tree Protocol)
 - IEEE 802.1Q (VLAN Specification Tagging)
 - IEEE 802.1p (CoS L2 Traffic prioritization and queuing)
 - IEEE 802.3ad (Link Aggregation)
 - IGMP (Multicast Filtering)
 - BOOTP
- Para las funciones de Conmutación de Paquetes en Capa 4, se deberá contar con las siguientes capacidades:
 - Posibilidad de clasificar paquetes por puerto, protocolo, 802.1p, DiffServ, dirección IP y puertos TCP/UDP.
 - El equipo deberá de soportar mínimo 4 colas de priorización .
 - Soporte para 4 Grupos de RMON (Estadísticas, Historia, alarmas y eventos).
 - Soporte para protocolo de administración SNMP MIB I y MIB II.
 - El equipo deberá de soportar la autenticación de usuarios soportando el estándar 802.1x así como ser autenticados vía el protocolo RADIUS.
 - El equipo deberá de contar con la capacidad de autenticar por dirección MAC en todos sus puertos.





- La unidad deberá soportar las densidades mínimas y características en puertos que se describen a continuación:
- En caso de unidades apiladas:
 - 24 o 48 Puertos 10/100BaseTX por unidad
 - 192 Puertos 10/100BaseTX por Pila
 - 2 Puertos (1000Base (SX,LX o T)) por unidad
 - 2 Puertos 100BASE-FX por unidad
 - 8 Puertos 1000Base (SX,LX o T) por Pila
 - 8 Puertos 100BASE-FX
- En caso de unidades tipo Chasis:
- 192 Puertos 10/100BaseTX mínimo
- 8 Puertos 1000Base (SX, LX o T) mínimo
- El equipo deberá de contar con un unidad central de conmutación con al menos de un Backplane de 8.8 Gbps y con capacidad de transmisión de al menos 6.5Mpps.
- En el caso de switches de 48 puertos deberá contar con un Backplane de 17 Gbps y podrá transmitir al menos 10 Mpps.
- El equipo deberá de soportar como mínimo un número de 8000 direcciones MAC.
- En caso de que el equipo sea apilable, todos los equipos deberán ser administrados con una sola dirección IP o con una sola conexión al puerto de consola y la velocidad del cable de apilamiento debe ser de 2 Gigas.
- La pila deberá de soportar redundancia en dirección IP para la administración de ella en caso de falla.
- La funcionalidad de apilamiento debe ser redundante, es decir, en caso de falla de algún conmutador de la pila no importando su ubicación en ella, ésta no sea afectada y continúen en operación, aun cuando se elimine de la pila el conmutador que no está operando. Los conmutadores de datos deberán auto numerarse automáticamente.
- El equipo deberá tener la capacidad de alto grado de disponibilidad con enlaces de puertos redundantes para tener conexiones dobles y en caso de falla de la conexión primaria la conexión secundaria entre en funcionamiento instantáneamente.
- En el caso de equipos apilables los puertos de redundancia podrán estar en el mismo u otro conmutador de datos que forme la pila.
- Los equipos deberán contar con la capacidad de agregar 4 grupos de puertos cada uno de 4 conexiones mínimo haciendo que dichos puertos formen una conexión de mayor velocidad.
- En el caso de equipos apilables los puertos que formen la conexión agregada, deberán poder estar en el mismo u otro conmutador de datos que forme la pila.
- Todos los puertos de los equipos deberán de auto detectar si el puerto va a trabajar MDI o MDIX para evitar cables cruzados.
- El equipo podrá dar prioridad y/o redireccionar tráfico en base a capa 3 como direcciones IP o capa 4 como puertos UDP/TCP.
- El equipo deberá de tener la capacidad de clasificar tráfico y asignarle prioridad a dichas clasificaciones soportando el remarcado de paquetes etiquetados con 802.1p así como remarcado de paquetes etiquetados con DSCP.
- Deberá soportar control de multicast basado en IGMP.
- Deberán de soportar redireccionamiento de tráfico web a un webcache o proxy server.
- El equipo deberá de incluir el software de administración para poder hacer descubrimiento de los equipos activos, poder diagnosticar su estado, poder obtener alarmas y poder obtener información de los posibles problemas que ocurren en tiempo real.
- Se deberá de expedir una carta avalada por el fabricante soportando como mínimo 5 años de garantía.





V.i. Switches de frontera considerados para conexión de servidores.

El equipo tendrá la función de proveer puertos de acceso para usuarios, hacia la LAN tanto en Nodos Centrales como Remotos, a nivel departamental, así como proveer conexión al Backbone.

Características mínimas que debe cumplir el equipo.

- La unidad podrá ser ofertada como unidad de puertos fijos, considerando que en ambos casos, se deberá cumplir en la totalidad de los requerimientos técnicos, especificados en esta partida.
- La unidad deberá tener la capacidad de contar con una fuente de poder redundante. Deberá ser montable en un rack de 19 pulgadas e incluir todos los aditamentos y accesorios para tal efecto.
- Deberá tener soporte para Conmutación de Paquetes en Capa 2 y 3 según el modelo de referencia OSI.
- En caso de ofertar unidades de puertos fijos, cada una de estas deberá contar con al menos una ranura para módulos de expansión, misma que podrá alojar puertos del tipo:
 - Gigabit Ethernet 1000BaseSX
 - Gigabit Ethernet 1000BaseLX
 - Gigabit Ethernet 1000BaseT
 - GBICs
- La unidad deberá poder configurarse por medio de un solo puerto de consola con interfase RS-232 (DB-9).
- De igual manera, la unidad podrá configurarse por medio de una sesión de Telnet, o una sesión de navegador de Internet (Web Browser).
- La unidad deberá contar con indicadores luminosos tipo LED, para monitoreo local a fin de supervisar el estatus de la unidad sobre el encendido, y en los puertos de servicio indicar el estado de los enlaces, actividad del puerto y fallo del puerto.
- Soporte de notificación de alarmas por SMTP.
- El software del sistema y el de los módulos de servicio deberá poder ser migrado a nuevas versiones de manera remota y local en las instalaciones del cliente.
- La unidad deberá tener la capacidad para definir un Puerto de Análisis para la conexión de Sondas (Probes) y/o Analizadores de Protocolos. Deberá poder definirse un puerto de análisis por cada unidad.
- Deberá la unidad poder crear y extender Redes Virtuales (VLANs) por puerto, y del estándar IEEE 802.1Q con hasta 30 VLANs por unidad.
- Deberá ser compatible con los siguientes estándares de Conmutación de Paquetes en Capa 2 según el modelo de referencia OSI:
 - IEEE 802.1D (Spanning Tree Protocol)
 - IEEE 802.1w (Rapid Spanning Tree Protocol)
 - IEEE 802.1Q (VLAN Specification Tagging)
 - IEEE 802.1p (CoS L2 Traffic prioritization and queuing)
 - IEEE 802.3x (Flow control)
- Deberá ser compatible con los siguientes estándares de Conmutación de Paquetes en Capa 3 según el modelo de referencia OSI:
 - Soporte para 7 Grupos de RMON
 - Soporte para protocolo de administración SNMP MIB I y MIB II
 - Soporte de IP unicast routing
 - Soporte de Control de listas de acceso por dirección IP
 - Soporte de CIDR
 - Soporte de rutas estáticas por RIP/RIP v2





- Soporte de OSPF
- Soporte de priorización de tráfico basado en DSCP, TCP/UDP, Diffserv y IP TOS
- Soporte de redirección de tráfico web
- Soporte de análisis de puertos del switch a través de otro puerto (roving analysis port)
- Administrable a través de SNMP y soporte de protocolo HTML para la administración. Deberá incluir el software necesario para su configuración administración por estos medios. El software deberá ser capaz de reconocer dispositivos con soporte de SNMP de red tanto cableada como inalámbrica para facilitar la administración de la red.
- Soporte MDI/MDIX en todos los puertos para evitar armar cables "cruzados".
- Capacidad de configurar automáticamente enlaces agregados (IEEE 802.3ad).
- Soporte de alimentación redundante con RPS opcional.
- Configuración automática de dirección IP por DHCP y soporte de BOOTP.
- El equipo deberá de soportar la posibilidad de crecimiento a 112 Gbps de tal manera que se pueda agregar esta capacidad al hardware original bajo una conexión de mínimo 8 Gbps full duplex , y que toda la solución se siga administrando bajo una sola dirección IP.
- El crecimiento adicional de capacidad de procesamiento deberá de soportar la realización de procesos distribuidos que se requieran para la operación de la red como ruteo y agregación de enlaces.
- El equipo deberá de soportar Radius para funcionalidades de network login y switch login
- La configuración del equipo podrá respaldarse en un archivo ASCII y poder reestablecer la configuración guardada en caso de cualquier falla.
- El equipo deberá de soportar priorización de aplicaciones por puerto TCP y UDP, así como priorización por DSCP.
- La unidad deberá soportar las densidades mínimas y características en puertos que se describen a continuación:
 - 24 Puertos 10/100/1000 BaseTX autosensing
 - 4 Puertos adicionales (1000Base (SX,LX o T) ó con GBICs) por unidad
 - En el caso de los puertos fijos, deberán estar totalmente habilitados para su uso sin necesidad de equipo adicional.
- El equipo deberá de contar con un unidad central de conmutación de al menos 56Gbps y podrá transmitir al menos 41.7 Mpps.
- El equipo deberá tener la capacidad de alto grado de disponibilidad con enlaces de puertos redundantes para tener conexiones dobles y en caso de falla de la conexión primaria la conexión secundaria entre en funcionamiento instantáneamente.
- Los equipos deberán contar con la capacidad de agregar conexiones haciendo que más de un puerto formen una conexión de mayor velocidad. Deben poder crearse hasta 4 de estos grupos por unidad.
- Todos los puertos de los equipos deberán de auto detectar si el puerto va a trabajar MDI o MDIX.
- El equipo podrá manejar la conmutación de tráfico de capa 3 sin bloqueo en velocidad denominada como wire-speed non-blocking.
- El equipo deberá de tener la capacidad de clasificar tráfico y asignarle prioridad a dichas clasificaciones. Deberá soportar al menos 4 colas de prioridad por puerto.
- Soporte de al menos 12,000 direcciones físicas conocidas como direcciones MAC.
- Deberá soportar control de multicast basado en IGMP.
- El equipo deberá incluir actualizaciones sin costo adicional además de un año de reemplazo en garantía al siguiente día hábil.
- Deberá tener un MTBF de al menos 254,000 hrs @ 25 grados centígrados ó 183, 400 hrs @ 40 grados centígrados.
- Soporte de umbrales de BC/MC y hasta 128 grupos de multicast.





V.ii. Selección de los equipos de conmutación

La selección de las tecnologías Gigabit y Fast Ethernet conmutados para la RedII debe ante todo cumplir con los requerimientos técnicos que se han planteado para la RedII.

Para definir los fabricantes a ser evaluados en sus equipos de conmutación para este proyecto de la RedII, se puede limitar a aquellos que cumplan los siguientes puntos:

1. Que sean empresas líder en el área de redes de datos a nivel mundial y en consecuencia amplio soporte en el mercado.
2. Que tengan presencia en el mercado mexicano con un mínimo de 5 años.
3. De preferencia tengan una matriz en el país.
4. Que tanto el Instituto de Ingeniería como Red UNAM tengan alguna experiencia de haber trabajado con sus equipos.

Basándose en el cumplimiento de los puntos anteriores, se puede entonces considerar a los siguientes fabricantes para la etapa de selección y evaluación de los equipos de conmutación que se presentan en el mercado: Enterasys, Nortel, Cisco Systems, 3Com y Foundry.

V.ii.i Especificaciones de los dispositivos de conmutación

A manera de ejemplo, se analizarán 3 fabricantes de los 5 mencionados anteriormente seleccionados al azar. Es importante tener en cuenta que los datos técnicos mostrados en las siguientes tablas para cada switch-fabricante son los más importantes en base a los requerimientos de la RedII.

El propósito de este análisis no implica seleccionar a un fabricante en específico. Sino dar las bases técnicas que deben cumplir los equipos que sean seleccionados para operar en la RedII. La selección de fabricante no esta al alcance de este trabajo de tesis. Dicha elección deberá someterse a un proceso de licitación estipulado por normatividades que dicta la UNAM en conjunto con el Instituto de Ingeniería.

V.ii.i.1. Dispositivo principal de conmutación

La siguiente tabla muestra los parámetros más importantes del equipo de cada fabricante para ser seleccionado como el dispositivo central de conmutación de la RedII.



BACKBONE



BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry	
Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400	FastIron 800
Especificaciones Técnicas						
Switching Engine	ASIC	ASIC	ASIC technology	ASIC technology	Módulos ASIC-based	Módulos ASIC-based
Main Memory Buffer Memory Flash Memory			Shared (dynamically allocated) 16 MB NVRAM: 512 kB Onboard Flash: 64 MB	64 MB DRAM (MSFC); exp. to 128 MB Optional 16 and 24 MB Flash PCMCIA cards		
Address Table Size	32000 Direcciones MAC	12K MAC addresses	32,768 MAC addresses	32,000 MAC addresses		
Performance Throughput Capacity	80Mpps	41.6 Mpps	48 Mpps	210 Mpps	48 Mpps (packets per second)	96 Mpps (packets per second)
Switching Bandwidth Capacity	120 Gbps (Capacidad maxima en los 7 Slots 2 Gbps por sot)	56 Gbps	64 Gbps	Scalable to 256 Gbps	128Gbps	256Gbps
Tipo de Arquitectura Tipo de reenvío	Non-blocking, custom ASIC Store and Forward en capa 2, Switching multiprotocol en capa 3	Non-blocking, custom ASIC	non-blocking	non-blocking	Non-blocking	Non-blocking
Technology	1000BaseSX/X 100BaseFX 10/100BaseTX	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet Gigabit Ethernet
Interfases soportadas	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3, Ethernet 10BaseT • IEEE 802.3u, FE 100BaseTX, 100BaseFX • IEEE 802.3z, GE 1000BaseSX/X (SC para fibra y por medio de GBIC) • MMF MT-RJ (para conexiones de fibra óptica) • RJ-45 y RJ-21 para Ethernet y FE (UTP Cat. 5) 	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3, Ethernet 10BaseT • IEEE 802.3u, FE • IEEE 802.3z, GE 1000BaseSX/ 1000Base-LX, 1000Base-LH70 (GBIC ports, MT-RJ) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100/1000BASE-T Gigabit Ethernet • 100BASE-FX (MMF) • 1000BASE-X • 1000BASE-ZX • 1000BASE-LX/LH 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Gigabit Ethernet (LR, EX4 via SC) • Gigabit Ethernet (SX, LX/LH, and ZX interfaces via GBICs, MT-RJ, RJ-45) • 100BaseFX MMF or SMF (MT-RJ) • 10/100BaseTX (RJ-45 and RJ-21 Options) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100BaseTX • 100BaseF • 1000BaseSX. • 1000BaseLX • 1000BaseLH • 1000BaseT • 1000BaseTX usando Mini-GBICs 	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100BaseTX • 100BaseF • 1000BaseSX. • 1000BaseLX • 1000BaseLH • 1000BaseT • 1000BaseTX usando Mini-GBICs
Port Count	• 216 - 10/100Base TX	6 autosensing	Total Number of Slots:	Total Number of Slots:	• 24 puertos	• 24 puertos





BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry	
	Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400
User Configurable Ports	(capa 2) • 120 - 100BaseFX (capa 2) • 54 - 1000BaseSX (capa 2) • 24 - 1000BaseX (multilayer)	10/100/1000 ports, 12 fixed 1000BASE-SX ports (MT-RJ), 6 GBIC ports accommodating 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-LH70, or 1000BASE-T GBICs (multi- or single mode, SC connectors on fiber GBICs)	7 • 32 or 48 10/100 FE (RJ-45) • 4, 24, or 48 100 FE (MT-RJ) • 2, 6, 18 or 48 1000 GE (fiber) • 12, 24, or 48 10/100/1000BASE-T GE • / 2 GBIC Modules	6 • 32 or 48 10/100 FE (RJ-45) • 4, 24, or 48 100 FE (MT-RJ) • 2, 6, 18 or 48 1000 GE (fiber) • 12, 24, or 48 10/100/1000BASE-T GE	10/100BaseTX puertos RJ-45 • 24 puertos 100BaseF • Puertos de 2, 4 y 8 1000BaseSX. • Puertos de 2, 4 y 8 1000BaseLX • Puertos de 2, 4 y 8 1000BaseLH • 8 Puertos 1000BaseT • 8 Puertos 1000BaseTX usando Mini-GBICs: · 1000BaseSX · 1000BaseLX · 1000BaseLH	10/100BaseTX puertos RJ-45 • 24 puertos 100BaseF • Puertos de 2, 4 y 8 1000BaseSX. • Puertos de 2, 4 y 8 1000BaseLX. • Puertos de 2, 4 y 8 1000BaseLH • 8 Puertos 1000BaseT. • 8 Puertos 1000BaseTX usando Mini-GBICs: · 1000BaseSX · 1000BaseLX · 1000BaseLH
Administración/Consola	• Consola para conexión local o remota vía RJ-45 (hembra) y RS-232 (DB-9). • Administración vía línea de comandos Telnet y Web Browser. • Software propietario	Local or RADIUS management of switch passwords and Configuration Web-based Command line Telnet Serial (9-pin, D-type connector) SNMPv1	RS-232 COM port Web Telnet	RS-232 COM port Web Telnet	RS-232 COM port Web Browser	RS-232 COM port Web Browser
Tolerancia a fallos	• Todos los módulos son hot swap. • Redundancia en procesador central "management module" (Hot-swap) • Fuente de poder redundante, AC ó DC, load Sharing y hot swap. • Indicadores visibles de estado: fuente de poder, ventilador, poder y activo (chasis), PCMCIA, terminal de	Optional dual power supplies, hot-swappable Dual software images Backup and restore of switch settings	1+1 power supply redundancy • Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP)	Redundant Load-Sharing Power Supplies Redundant Load-Sharing Fans Redundant Switch Fabrics • Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP)	N+1 Fuentes de poder • Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP)	N+1 Fuentes de poder • Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP)





BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry	
Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400	FastIron 800
	control y módulo, interfaz de puertos: enlace, falla y activo. <ul style="list-style-type: none"> Ventiladores hot swap Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP) 					
Integrated Inline Power	NO		Yes	NO		
Protocolos soportados						
Protocolos estándar de red	Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3, 10BaseT y 10BaseFL. Fast Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3u, 100BaseTX y 100BaseFX Gigabit Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3z. IEEE 802.1Q VLANs IEEE 802.1x IEEE 802.3x IEEE 802.1p 	<i>Ethernet Protocols</i> IEEE 802.1D (STP) IEEE 802.1p (CoS) IEEE 802.1Q (VLANs) IEEE 802.1w (RSTP) IEEE 802.1X (Security) IEEE 802.3i (10BASE-T) IEEE 802.3ad (Link Aggregation) IEEE 802.3u (Fast Ethernet) IEEE 802.3x (Flow Control) IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)	<ul style="list-style-type: none"> 802.3 10BaseT 802.3u 100BaseTX/FX 802.3z 1000BaseT/SX/LX 802.3ad Link Aggregation 802.1d Bridging IP Routing Protocols: RIPv1/v2, OSPF, IGRP, EIGRP, BGP4 Spanning Tree Protocol 	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.1Q, 802.1p, 802.3x Ethernet: IEEE 802.3, 10BaseT, and 10BaseFL Fast Ethernet: IEEE 802.3u, 100BaseTX, 100BaseFX Gigabit Ethernet: IEEE 802.3z IP Routing Protocols: RIPv1/v2, OSPF, IGRP, EIGRP, BGP4, IS-IS IGMP/IGMP snooping Spanning Tree Protocol IP TraceRoute IEEE GARP Multicast Registration Protocol (GMRP) 	<ul style="list-style-type: none"> 802.3 10BaseT 802.3u 100BaseTX/FX 802.3z 1000BaseT/SX/LX 802.3ae 10 Gigabit Ethernet 802.3ad Link Aggregation 802.3w Rapid STP 802.3x Flow Control 802.1d Bridging 802.3 Ethernet like MIB 802.1x 	<ul style="list-style-type: none"> 802.3 10BaseT 802.3u 100BaseTX/FX 802.3z 1000BaseT/SX/LX 802.3ae 10 Gigabit Ethernet 802.3ad Link Aggregation 802.3w Rapid STP 802.3x Flow Control 802.1d Bridging 802.3 Ethernet like MIB 802.1x
Administración	<ul style="list-style-type: none"> UDP (RFC 768) IP (RFC 791) ICMP (RFC 792) TCP (RFC 793) ARP (RFC 826) DVMRP VRRP OSPF RIP v1 and v2 IGMP Routing MIB II, SNMP MIB, Router MIB, Bridge 	Administration Protocols RFC 768 (UDP) RFC 791 (IP) RFC 792 (ICMP) RFC 793 (TCP) RFC 826 (ARP) RFC 854 (Telnet) RFC 951 (BOOTP) RFC 1058 (RIPv1) RFC 1112 (IGMPv1) RFC1350 (TFTP) RFC 1519 (CIDR)	<ul style="list-style-type: none"> SNMP) agent Version 1 (RFCs 1155-1157 / Version 2c SNMP MIB II ICMP IGMP TFTP Switched Port Analyzer BootP RMON Groups 	<ul style="list-style-type: none"> SNMP v1, v2c, v3 SNMP MIB-II support IEEE GARP VLAN Registration Protocol (GVRP) RMON agent RADIUS Authentication Cisco Group Management Protocol (CGMP) 	<ul style="list-style-type: none"> BGP4 RIP V1 y V2 OSPF OSPF Traps IPX/RIP/SAP AppleTalk VRRPE IGMP DVMRP V3 VRRP Foundry Standby Router Protocol (FSRP) 	<ul style="list-style-type: none"> BGP4 RIP V1 y V2 OSPF OSPF Traps IPX/RIP/SAP AppleTalk VRRPE IGMP DVMRP V3 VRRP Foundry Standby Router Protocol (FSRP)





BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry	
	Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400
	MIB, Entity MIB, Ethernet MIB, VRRP MIB, OSPF MIB, RMON MIB, RMON 1 y RMON 2. • IGMP Snooping	RFC1542 (BOOTP, DHCP) RFC1723 (RIPv2) RFC1724 (RIPv2 Extensions) RFC 1812 (IPv4) RFC 2096 (IP Forwarding) RFC 2138 (RADIUS Authentication) RFC 2139 (RADIUS Accounting) RFC 2236 (IGMPv2) RFC 2328 (OSPF v2) RFC 2474 (Diffserv) RFC 2616 (HTTP) RFC 2622 (Routing policy) <i>Management, including MIBs</i> Supported RFC 1155 (Structure and Mgmt Information (SMIPv1)) RFC 1157 (SNMPv1) RFC 1213, 1573 (MIB II) RFC 1215 (MIB II Traps) RFC 1493 (Bridge MIB) RFC 1659 (RS232 MIB) RFC 1724 (RIP Version 2 MIB Extension) RFC 1757 (RMON I) RFC 1850 (OSPF Version 2 MIB Extension) RFC 2021 (RMON II Probe Config) RFC 2233 (Interfaces			<ul style="list-style-type: none"> • DNS Client • PIM - SM/DM • MSDP • MBGP • ICMP • BGP4/IDRP para interacciones IP - OSPF • BGP3 MIB • IP MIB • BootP • TFTP • Telnet • RMON Groups 1, 2, 3, 9 	<ul style="list-style-type: none"> • DNS Client • PIM - SM/DM • MSDP • MBGP • ICMP • BGP4/IDRP para interacciones IP - OSPF • BGP3 MIB • IP MIB • BootP • TFTP • Telnet • RMON Groups 1, 2, 3, 9



BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry	
Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400	FastIron 800
		MIB) RFC 2571 (FrameWork) RFC 2578-2580 (SMiv2) RFC 2618 (RADIUS Authentication Client MIB) RFC 2620 (RADIUS Accounting Client MIB) RFC 2665 (Pause control) RFC 2668 (IEEE 802.3 MAU MIB) RFC 2674 (VLAN MIB Extension) RFC 2925 (Traceroute Disman MIB)				
VLANs	Si, 802.1Q	IEEE 802.1Q (30 VLANs)	802.1q VLAN Tagging	802.1q VLAN Tagging VLAN Trunking Protocol (VTP)	802.1q VLAN Tagging	802.1q VLAN Tagging
QoS	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Background • 2 Standard Bajo • 0 Best Effort • 3 Bus Critical • 4 Multimedia Bajo-menor perdida • 5 Video Alta • 6 Voz • 7 Control de Red Alta-menor perdida 		Per port QoS configuration	Port level delay and drop threshold settings		
CoS	Condiciones de Priorización: <ul style="list-style-type: none"> • 4 colas por puerto • Sistema de colas por peso en Round Robin • Por default una sola cola por puerto (las colas adicionales se habilitan vía 		IEEE 802.1p CoS prioritization Queues per port: 4 supported in hardware	Support for multiple queues with configurable thresholds	IEEE 802.1p CoS Cada puerto configura 8 prioridades de QoS y 4 colas de prioridad ajustable basadas en Hardware. Clasificación de tráfico. Con la actualización de Software de Capa 3, se puede usar directivas	IEEE 802.1p CoS Cada puerto configura 8 prioridades de QoS y 4 colas de prioridad ajustable basadas en Hardware. Clasificación de tráfico. Con la actualización de Software de Capa 3, se puede usar directivas



BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry		
	Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400	FastIron 800
	consola) <ul style="list-style-type: none"> • 2 colas físicas y 2 colas lógicas por puerto (menor pérdida, mayor pérdida) Clasificación por: <ul style="list-style-type: none"> • Numero de puerto UDP/TCP • DSCP (DiffServe Code Point, Punto de Código de Diferenciación de Servicio) • Tipo de Ethernet • Direcciones IP • Información del tag 8021.1p (CoS Proritización) Tipos de Marcas agregadas a los paquetes: <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1p (CoS Proritización) • DSCP • Mapeo de 802.1p a DSCP • El trafico puede ser remarcado con 802.1p y DSCP 					de acceso de IP para control adicional sobre flujo de tráfico. Los flujos de tráfico pueden clasificarse bajo los siguientes atributos: <ul style="list-style-type: none"> Incoming port. Ø Dirección IP fuente/destino o subred. Ø Puerto TCP/UDP o número de socket. Ø Dirección MAC. Ø Número de socket Apple Talk. Ø Miembro de VLAN. Ø 802.1q tag. Ø Tipo de servicio (ToS Type of Service) 4 colas de salida prioritizadas en Hardware por ajuste de puerto para: <ul style="list-style-type: none"> Ø Weighted Fair Queuing (WFQ). Atiende de acuerdo a los valores de peso asignados. <ul style="list-style-type: none"> Ø Strict Priority (SP). Atiende primero al tráfico de alta prioridad y después el de baja prioridad.	de acceso de IP para control adicional sobre flujo de tráfico. Los flujos de tráfico pueden clasificarse bajo los siguientes atributos: <ul style="list-style-type: none"> Incoming port. Ø Dirección IP fuente/destino o subred. Ø Puerto TCP/UDP o número de socket. Ø Dirección MAC. Ø Número de socket Apple Talk. Ø Miembro de VLAN. Ø 802.1q tag. Ø Tipo de servicio (ToS Type of Service) 4 colas de salida prioritizadas en Hardware por ajuste de puerto para: <ul style="list-style-type: none"> Ø Weighted Fair Queuing (WFQ). Atiende de acuerdo a los valores de peso asignados. <ul style="list-style-type: none"> Ø Strict Priority (SP). Atiende primero al tráfico de alta prioridad y después el de baja prioridad.
Especificaciones Físicas							
Dimensions [cm]	Montable en rack estándar de 19 pulgadas (57.60x48.26x54.1 HxWxD)	8.3x44x36.3 cm (HxWxD)	48.74 x 43.97 x 31.70	49.7 x 42.5 x 44.7	22.2H x 44.5W x 38.1D	52.7H x 44.5W x 38.7D	
Weight [Kg]	Base 51.2 Kg Completamente cargado y con fuentes	8.95 kg	57 LB - 107 LB	29.4 - 110 kg	29.9	43.7	



BACKBONE	3Com		Cisco		Foundry	
Modelo	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400	FastIron 800
Operating Temperature	AC 71.7 5° - 40° C	Operating temperature: 0° to 40°C (32° to 104°F) Storage Temperature: - 10° to +70°C (14° to +158°F)	0° to 40°C	0 to 40°C	5° - 40° C	5° - 40° C
Operating Humidity	5% – 90%, non-condensing (20% – 90% non-condensing for DC power supply)	10% to 95% relative humidity non-condensing	10 to 90%, noncondensing	10 to 90%, noncondensing	5% – 90%, non-condensing 20% – 90% non-condensing for DC power supply	5% – 90%, non-condensing 20% – 90% non-condensing for DC power supply
Operating Voltage Power Consumption	100 – 240 VAC 47 –63 Hz 125Watts	AC Line Frequency 50/60 Hz Input Voltage Options 90-240 VAC Current Rating 3.5A maximum	2800 Watt ACV (Per Power Supply) Integrated Voice (48V inline power)		100 – 240 VAC 47 –63 Hz 125Watts	100 – 240 VAC 47 –63 Hz 125Watts

Tabla 5.1 Características de los dispositivos propuestos como switch central para la RedII





V.ii.i.2. SW de escritorio

La siguiente tabla muestra los parámetros más importantes del equipo de cada fabricante para ser seleccionado como los dispositivos que centralicen el flujo de información de cada segmento de la red y que ofrezcan los servicios de red a cada usuario final a través de enlaces 10/100BaseT.



ESCRITORIO



ESCRITORIO	3Com		Cisco		
Modelo	Switch 4950 3C17700-US (Servidores)	Swicth 4400 3C17227-US	Catalyst 2950G-24 / 2950G-48	Catalyst 3550-24 (Backbone de Edif.)	Catalyst 3550-12T (Servidores)
Especificaciones Técnicas					
Switching Engine	ASIC	ASIC	ASIC		
Main Memory Buffer Memory Flash Memory			8 MB memory architecture shared by all ports 16 MB SDRAM and 8 MB Flash memory	2 MB memory architecture shared 64 MB DRAM and 16 MB Flash memory	4 MB memory architecture shared 64 MB DRAM and 16 MB Flash memory
Address Table Size			8,000 MAC addresses	8,000 MAC addresses 16,000 unicast routes / 2,000 multicast routes	12,000 MAC addresses 24,000 unicast routes / 8,000 multicast routes
Performance Throughput Capacity	41.6 Mpps	6.6Mpps(24 ptos) 10.1Mpps(48 ptos)	6.6 Mpps (24 ptos) 10.1 Mpps (48 ptos)	6.6 Mpps	17 Mpps
Switching Bandwidth Capacity	56 Gbps	8.8Gbps(24 ptos) 13.6Gps(48 ptos)	8.8 Gbps (24 ptos) 13.6 Gps (48 ptos)	8.8 Gbps	24 Gbps
Tipo de Arquitectura Tipo de reenvío	Non-blocking, custom ASIC	Non-blocking, custom ASIC	Non-blocking, custom ASIC	Non-blocking	Non-blocking
Technology	10/100/1000 BaseT, 1000BaseSX, GBIC	10Base-T / 100Base-T GBIC	10Base-T / 100Base-T GBIC	10Base-T / 100Base-T GBIC	10Base-T / 100Base-T / 1000Base-T GBIC
Interfases soportadas	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3, Ethernet 10BaseT • IEEE 802.3u, FE 100BaseTX • IEEE 802.3ab, GE 1000BaseT • IEEE 802.3z, GE, 1000BaseSX/LX/LH70 por medio de GBICS • RJ45 para Ethernet 10/100/1000 (UTP Cat. 5) • MT-RJ para conexiones de fibra 	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3, Ethernet 10 Base-T • IEEE 802.3u, Ethernet 100 Base-TX • RJ-45 para Ethernet 10/100 (UTP cat. 5) • Opcion a modulos IEEE 802.3z, GE, 1000BaseSX/LX por medio de GBICS (MMF,SC) y (MMMF, SMF y SC) con MT-RJ para las conexiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100BASE-T • GBIC: <ul style="list-style-type: none"> · 1000BaseSX · 1000BaseLX/LH · 1000BASE-ZX · 1000BASE-T 	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100BASE-T • GBIC: <ul style="list-style-type: none"> · 1000BaseSX · 1000BaseLX/LH · 1000BASE-ZX 	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100/1000BASE-T • GBIC: <ul style="list-style-type: none"> · 1000BaseSX · 1000BaseLX/LH · 1000BASE-ZX
Port Count User Configurable Ports	<ul style="list-style-type: none"> • 12 puertos autonegociables (RJ-45)10/100/1000 Mbps, • 6 puertos 1000BaseSX(MT-RJ) 	<ul style="list-style-type: none"> • 24 o 48 puertos autonegociables • 10Base-T/100Base-TX configurados como Auto MDIX (Crossover) 	24 o 48 10/100 ports and 2 Gigabit Interface Converter (GBIC)	24 10/100 ports and 2 Gigabit Interface Converter (GBIC)	10 10/100/1000 BaseT 2 Gigabit Interface Converter (GBIC)





ESCRITORIO		3Com		Cisco		
Modelo	Switch 4950 3C17700-US (Servidores)	Switch 4400 3C17227-US	Catalyst 2950G-24 / 2950G-48	Catalyst 3550-24 (Backbone de Edif.)	Catalyst 3550-12T (Servidores)	
	<ul style="list-style-type: none"> 6 puertos GBIC 1000BaseSX/LX/LH70 1 Slot de expansión para módulos GBICS o módulos de expansión de la familia Switch 4900 	<ul style="list-style-type: none"> 2 módulos GBIC opcionales (solo con MT-RJ) 				
Administración/Consola	Administración Vía WEB y línea de comandos TELNET Software propietario	Consola para conexión local o remota vía RJ-45 (hembra) y RS-232 (DB-9). Administración vía línea de comandos Telnet y Web Browser. Software propietario	RS-232 COM port Web Telnet Software propietario	RS-232 COM port Web Telnet Software propietario	RS-232 COM port Web Telnet Software propietario	
Tolerancia a fallos	<ul style="list-style-type: none"> Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP) 	<ul style="list-style-type: none"> Fuente de poder redundante externa Permite conexiones de red (resilient) Capacidades de apilamiento residentes (resilient) y de hot-swap Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP) 	<ul style="list-style-type: none"> Attach only the Cisco RPS 300 (model PWR300-AC-RPS-N1) to the redundant-power-supply receptacle. Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP) 802.1w Rapid Spanning-Tree Protocol 	<ul style="list-style-type: none"> Attach only the Cisco RPS 300 (model PWR300-AC-RPS-N1) to the redundant-power-supply receptacle. Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP) Redundant Gigabit backbone: Use HSRP for router redundancy (backup paths between two Catalyst 3550) 	<ul style="list-style-type: none"> Attach only the Cisco RPS 300 (model PWR300-AC-RPS-N1) to the redundant-power-supply receptacle. Soporte de IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP) Redundant Gigabit backbone: Use HSRP for router redundancy (backup paths between two Catalyst 3550) 	
Integrated Inline Power	NO	NO	NO	NO	NO	
Protocolos soportados						
Protocolos estándar de red	Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3, 10Base-T Fast Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3u, 100Base-TX Gigabit Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3ab, 1000BaseT IEEE 802.3z, 1000BaseSX/LX/ LH70 IEEE 802.1p CoS prioritización Soporte VoIP	Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3, 10BaseT Fast Ethernet: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3u, 100BaseTX IEEE 802.1Q VLANs IEEE 802.1p CoS prioritización Soporte VoIP	Switch Layer 2 <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3x full duplex on 10BaseT, 100BaseTX, and 1000BaseT ports IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol 1000BaseX (GBIC) IEEE 802.3 10BaseT specification IEEE 802.3u 100BaseTX specification IEEE 802.3ab 1000BaseT specification 	Multilayer switches: Layer 2/3/4 <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3x full duplex on 10BaseT, 100BaseTX, and 1000BaseT ports IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol 1000BaseX (GBIC) IEEE 802.3 10BaseT specification IEEE 802.3u 100BaseTX specification IEEE 802.3ab 1000BaseT 	Multilayer switches: Layer 2/3/4 <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.3x full duplex on 10BaseT, 100BaseTX, and 1000BaseT ports IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol 1000BaseX (GBIC) IEEE 802.3 10BaseT specification IEEE 802.3u 100BaseTX specification IEEE 802.3ab 1000BaseT 	



ESCRITORIO	3Com		Cisco		
	Modelo	Switch 4950 3C17700-US (Servidores)	Switch 4400 3C17227-US	Catalyst 2950G-24 / 2950G-48	Catalyst 3550-24 (Backbone de Edif.)
			<ul style="list-style-type: none"> • Dynamic Trunking Protocol (DTP) • Port Aggregation Protocol (PAgP) • Simple Network Management Protocol (SNMP) • Dynamic Trunking Protocol (DTP) • IGMP 	specification <ul style="list-style-type: none"> • IP unicast routing protocols: RIPv1, RIPv2, OSPF, IGRP, EIGRP • Internet Control Message Protocol (ICMP) • ICMP Router Discovery Protocol (IRDP) • IGMP snooping • Dynamic Trunking Protocol (DTP) • Port Aggregation Protocol (PAgP) • Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) • Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP) 	specification <ul style="list-style-type: none"> • IP unicast routing protocols: RIPv1, RIPv2, OSPF, IGRP, EIGRP • Internet Control Message Protocol (ICMP) • ICMP Router Discovery Protocol (IRDP) • IGMP snooping • Dynamic Trunking Protocol (DTP) • Port Aggregation Protocol (PAgP) • Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) • Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP)
Administración	<ul style="list-style-type: none"> • UDP (RFC 768) • IP (RFC 791) • ICMP (RFC 792) • TCP (RFC 793) • ARP (RFC 826) • TFTP (RFC 783) • TELNET (RFC 854) • BOOTP/DHCP (RFC 1542) • HTTP (RFC 2068) • RFC 1058 RIP • RFC 1519 CIDR • RFC 1723 RIP v2 • RFC 2131 BootP/DHCP Relay • SNMP, MIB-II, Bridge MIB, RMON MIB II (Remote Monitoring MIB), MAU MIB, Ethernet MIB, RIP v2 MIB • IGMP Snooping 	MIB II, SNMP MIB, Router MIB, Bridge MIB, RMON MIB, RMON MIB II, Interface MIB, Router MIB, Interfase MIB, MAU MIB IGMP Snooping	<ul style="list-style-type: none"> • BRIDGE-MIB (RFC1493) • RMON 1 MIB, supports four RMON groups (History, Statistics, Alarms and Events) • IGMP MIB PIM MIB • SNMP MIB II • TFTP • TCP-MIB • UDP-MIB 	<ul style="list-style-type: none"> • BRIDGE-MIB (RFC1493) • RMON 1 MIB, supports four RMON groups (History, Statistics, Alarms and Events) • IGMP MIB PIM MIB • OSPF-MIB (RFC 1253) • IPMROUTE-MIB • SNMP MIB II • TFTP • Cisco Group Management Protocol (CGMP) 	<ul style="list-style-type: none"> • BRIDGE-MIB (RFC1493) • RMON 1 MIB, supports four RMON groups (History, Statistics, Alarms and Events) • IGMP MIB PIM MIB • OSPF-MIB (RFC 1253) • IPMROUTE-MIB • SNMP MIB II • TFTP • Cisco Group Management Protocol (CGMP)
VLANs	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte IEEE 802.1Q VLANs 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte IEEE 802.1Q VLANs 	IEEE 802.1Q VLAN IEEE 802.3 10BASE-T VLAN Trunking Protocol (VTP)	802.1q VLAN Tagging / 1,005 VLANs	802.1q VLAN Tagging / 1,005 VLANs
QoS	Basado en las Prioridades	Basado en las Prioridades	Cisco Quality Policy Manager	Cisco Quality Policy	Cisco Quality Policy





ESCRITORIO	3Com		Cisco			
	Modelo	Switch 4950 3C17700-US (Servidores)	Switch 4400 3C17227-US	Catalyst 2950G-24 / 2950G-48	Catalyst 3550-24 (Backbone de Edif.)	Catalyst 3550-12T (Servidores)
	<p>Estándar o Default para IEEE 802.1D</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 Administración o manejo de sistemas* • 6 Video en tiempo real* • 5 Voz* • 4 Negocios Críticos • 0,3 Mejor esfuerzo* • 2 Menor que el mejor esfuerzo* • 1 Background* 	<p>Estándar o Default para IEEE 802.1D</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 Administración o manejo de sistemas* • 6 Video en tiempo real* • 5 Voz* • 4 Negocios Críticos • 0,3 Mejor esfuerzo* • 2 Menor que el mejor esfuerzo* • 1 Background* <p>2 formas para el manejo de colas</p>	<p>(QPM) solution for end-to-end QoS policies</p>	<p>Manager (QPM) solution for end-to-end QoS policies</p>	<p>Manager (QPM) solution for end-to-end QoS policies</p>	
CoS		<p>Condiciones de Priorización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 colas físicas por puerto • Sistema de colas por peso en Round Robin • Descartamiento de Trafico <p>Clasificación por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numero de puerto UDP/TCP • DSCP (DiffServe Code Point, Punto de Código de Diferenciación de Servicio) • Tipo de Ethernet • Direcciones IP • Ubicación Física en el panel frontal de puertos <p>Tipos de Marcas agregadas a los paquetes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1p (CoS Priorización) • DSCP • Mapeo de 802.1p a DSCP • El trafico puede ser remarcado con 802.1p y DSCP 	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1p CoS Prioritization • Four egress queues per port supported in hardware • Weighted Round Robin (WRR) scheduling to ensure differential prioritization of packet flows • Identify traffic flows or traffic groups, and classify or reclassify these groups using Diffserv Code Point (DSCP) 	<p>IEEE 802.1p CoS Prioritization</p> <p>Four egress queues per port supported in hardware</p> <p>Weighted Round Robin (WRR) scheduling to ensure differential prioritization of packet flows</p>	<p>IEEE 802.1p CoS Prioritization</p> <p>Four egress queues per port supported in hardware</p> <p>Weighted Round Robin (WRR) scheduling to ensure differential prioritization of packet flows</p>	
Especificaciones Físicas						
Dimensions [cm]	Montable en rack estándar de 19 pulgadas(6.6x44x37	Montable en rack estándar de 19 pulgadas(4.3x44x27.4 cm	4.36 x 44.5 x 24.18 (24 Ptos) 4.3.6 x 44.5 x 33.02 (48	4.45 x 36.6 x 44.5	6.7 x 40.4 x 44.5	



ESCRITORIO	3Com		Cisco		
	Switch 4950 3C17700-US (Servidores)	Swicth 4400 3C17227-US	Catalyst 2950G-24 / 2950G-48	Catalyst 3550-24 (Backbone de Edif.)	Catalyst 3550-12T (Servidores)
	HxWxD).	HxWxD)	Ptos)		
Weight [Kg]	6.7	24 ptos: 2.8 48 Ptos: 3.2	24 ptos: 3 48 Ptos: 4.5	5	7.26
Operating Temperature	De 0°C a 40°C	De 0°C a 40°C	-5 to 45°C	0 to 45°C	0 to 45°C
Operating Humidity	10% a 90%, sin condensación	10% a 90%, sin condensación	10 to 85% (non-condensing)	10 to 85% (non-condensing)	10 to 85% (non-condensing)
Operating Voltage Power Consumption	Input Voltage Options 90-240 VAC 200 W como máximo	Input Voltage Options 90-240 VAC 75 W como máximo	30 W (24 Ptos) / 45 W (48 Ptos) (maximum) 100 to 127/200 to 240 VAC (auto-ranging) 50 to 60 Hz	65 W (maximum) 100 to 127/200 to 240 VAC (auto-ranging) 50 to 60 Hz	86 W (maximum) 100 to 127/200 to 240 VAC (auto-ranging) 50 to 60 Hz

Tabla 5.2 Características de los dispositivos propuestos como switches de escritorio para la RedII





V.ii.i Evaluación y selección del fabricante

La evaluación y selección del fabricante de los dispositivos de interconexión (switches) de la RedII se hará por medio del método de puntuación aditiva. Los atributos a considerar para esta evaluación están basados en los requerimientos de la red del Instituto de Ingeniería. Se consideran como atributos entre los equipos principales de conmutación las siguientes características de operación de switches: escalabilidad, interoperabilidad con Red UNAM, tolerancia a fallos, confiabilidad, administración, flexibilidad en la arquitectura, desempeño del equipo y resultados en pruebas de laboratorio. La justificación de la elección de las características de operación de los switches y la asignación de ponderadores se establecen mediante los siguientes criterios:

Ponderación	Atributo
0.2	Desempeño del equipo- De acuerdo al análisis y diseño de la RedII, el desempeño del equipo principal de red es un atributo crítico por ser el centro de interconexión de la RedII en topología tipo estrella. Se consideran las características de los equipos de los fabricantes mostrados en documentos (tabla 5.1). Este atributo se puede complementar con resultados de pruebas de laboratorio.
0.2	Tolerancia a fallos/confiabilidad- El equipo principal de la RedII debe proveer un esquema de prevención y solución inmediata a problemas de operación mediante mecanismos de redundancia por ser el centro de interconexión de la RedII. La falla total o parcial de este equipo afecta inmediatamente el desempeño general de la RedII. La tolerancia a fallos que brinde confiabilidad de operación del equipo principal debe quedar establecida bajo el soporte de fuentes de poder redundantes y del sistema de enfriamiento, ambos sistemas con modo de operación hot swap. Es indispensable que ofrezca redundancia en el procesador central y modo hot swap tanto en el procesador central como en cada ranura de memoria del chasis.
0.2	Escalabilidad- La escalabilidad del equipo principal de conmutación de la RedII deberá proveer principalmente soporte a las tecnologías de red Gigabit y Fast Ethernet conmutado así como a la transición al protocolo de Internet IP (IPV6), capacidad de implantación de VLAN´s, y contar con un Backplane escalable que garantice el incremento de las tasas de reenvío de paquetes y el soporte al crecimiento del 50% de los servicios requeridos de inicio en la RedII, así como el balanceo de cargas para enlaces redundantes.
0.1	Administración- Es indispensable considerar en el equipo principal de conmutación de la RedII: el soporte de herramientas, interfaces y protocolos estandarizados y orientados a los protocolos de Internet (TCP/IP) para la administración local y remota (SNMP MIB-II, Ethernet MIB, Bridge MIB, Route MIB y Virtual LAN MIB). Estas herramientas e interfaces pueden ser complementadas con herramientas de software propietarios, para contar con un esquema mas completo de administración y monitoreo para la obtención de estadísticas de tráfico y del uso de los recursos de la RedII.
0.1	Flexibilidad en la arquitectura- El equipo principal de conexión de la RedII debe proveer flexibilidad en su arquitectura para el soporte de





soluciones a la implantación de diferentes tecnologías de red en el Backbone. El soporte de tecnologías de red en la arquitectura del equipo principal garantizará la menor degradación en el desempeño. Al mismo tiempo, al ser una solución basada en tecnología de conmutación debe permitir realizar en mayor grado la estrategia de segmentación.

- 0.1 **Interoperabilidad con Red UNAM-** La interoperabilidad representa un modo transparente de operación entre el switch principal de la RedII y los dispositivos con los que se establecerá conexión a Red UNAM. El switch principal de la RedII debe ofrecer principalmente soporte para las tecnologías Fast Ethernet y ATM. Hoy en día Red UNAM provee enlaces Fast Ethernet. El backbone de datos de Red UNAM está implantado con tecnología ATM, y actualmente se está trabajando en el proyecto de migración a la tecnología Gigabit Ethernet.
- 0.1 **Resultados en pruebas de laboratorio-** La evaluación de este atributo permite garantizar sus niveles de operación y rendimiento.

La escala de calificaciones asignadas a los equipos son las mostradas en la siguiente tabla. En la tabla 5.4 se muestra el resultado de la evaluación de los switches de backbone.

Calificación	Explicación del criterio	
Excelente	5	Casos en que el funcionamiento supera en gran medida las expectativas deseadas
Bueno	4	Satisface los criterios estándar e incluye algunas características especiales
Suficiente	3	Su función o características son las esperadas
Pobre	2	Escaso cumplimiento en las funciones o características esenciales
Inaceptable	1	Es seriamente deficiente

Tabla 5.3 Criterios de calificación que se consideran para el proyecto RedII

	3com		Cisco		Foundry		Ponderación
	4007R	4060	Catalyst 4507R	Catalyst 6506	FastIron 400	FastIron 800	
<i>Desempeño del equipo</i>	5	5	4	5	5	5	0.2
<i>Tolerancia a fallos/confiabilidad</i>	4	5	4	5	4	4	0.2
<i>Escalabilidad</i>	4	4	3	5	4	5	0.2
<i>Administración</i>	5	5	3	4	4	4	0.1
<i>Flexibilidad en la Arquitectura</i>	4	4	3	4	3	3	0.1
<i>Interoperabilidad con Red UNAM</i>	5	5	4	4	4	4	0.1
<i>Resultados en pruebas de laboratorio</i>	5	5	4	4	4	4	0.1
Calificación	4.6	4.7	3.6	4.4	4	4.1	

Tabla 5.4 Calificaciones de los fabricantes para el switch central de la RedII

Los atributos a considerar para la evaluación de los switches de escritorio están basados en los requerimientos de la red del Instituto de Ingeniería. Se consideran como atributos las siguientes características de operación: desempeño del equipo, tolerancia a fallos, escalabilidad, interoperabilidad con el switch central, resultados en pruebas de laboratorio y administración. La justificación de la elección de las características de operación de los switches y la asignación de ponderadores se establecen mediante los siguientes criterios:





Ponderación Atributo

- 0.2 **Desempeño del equipo-** De acuerdo al análisis y diseño de la RedII, el desempeño del switch de escritorio es un atributo crítico por ser el centro de interconexión del sistema de escritorio de la RedII en topología tipo estrella de cada piso. Se consideran las características de los equipos de los fabricantes mostrados en documentos (tabla 5.2). Este atributo se puede complementar con resultados de pruebas de laboratorio.
- 0.2 **Tolerancia a fallos/confiabilidad-** Los switches de escritorio de la RedII deben proveer un esquema de prevención a problemas de operación por ser el centro de interconexión del sistema de escritorio en estrella de cada área de trabajo de cada edificio del Instituto de Ingeniería. Los problemas de operación de un switch de escritorio afectan únicamente a los equipos de los usuarios conectados a este. La tolerancia a fallos de operación de los switches de escritorio debe quedar establecida bajo el soporte de fuentes de poder redundantes y del sistema de enfriamiento. Es indispensable que provea soporte al mecanismo de redundancia basado en el protocolo de árbol expandido.
- 0.2 **Escalabilidad-** La escalabilidad del equipo de conmutación de escritorio representa el soporte para el crecimiento del número de servicios de red mediante la capacidad de ser dispositivos apilables, además del soporte de módulos uplink Gigabit Ethernet para asegurar la conexión al Backbone, y manejo de esquemas de redundancia y balanceo de cargas para funciones de red de alto desempeño en el Instituto de Ingeniería.
- 0.15 **Interoperabilidad con el switch central-** La interoperabilidad de los switches de escritorio con el switch central, seleccionado en la etapa anterior, debe permitir crear un esquema completo de red con integración efectiva, que provea conexiones de red confiables, accesibles y veloces en los equipos de los usuarios del Instituto de Ingeniería.
- 0.15 **Resultados en pruebas de laboratorio-** La evaluación de este atributo permite únicamente tomar como referencia para este proyecto los resultados en pruebas de laboratorio, realizadas por terceros, de los switches de escritorio que garantizan sus niveles de operación y rendimiento.
- 0.1 **Administración-** Los switches de escritorio de la RedII deben soportar herramientas, interfaces y protocolos estandarizados y orientados a los protocolos de Internet (TCP/IP) para la administración local y remota (SNMP MIB-II, Ethernet MIB, Bridge MIB, Route MIB y Virtual LAN MIB). Estas herramientas e interfaces pueden ser complementadas con herramientas de software propietarios y así contar con un esquema mas completo de administración y monitoreo.

En las tablas 5.5 y 5.6 se muestran la evaluación de los switches para dispositivos de escritorio, así como para los servidores de la Coordinación de Sistemas de Cómputo. La escala de calificaciones asignadas a los equipos de los fabricantes son los mostrados en la tabla 5.3 con los respectivos criterios.





	3com		Cisco	
	Switch 4400	Catalyst 2950G-24	Catalyst 3550-24	Ponderación
<i>Desempeño del equipo</i>	5	5	4	0.2
<i>Tolerancia a fallos/confiabilidad</i>	5	4	4	0.2
<i>Escalabilidad</i>	4	5	5	0.2
<i>Interoperabilidad con el switch central</i>	5	4	4	0.15
<i>Resultados en pruebas de laboratorio</i>	5	4	4	0.15
<i>Administración</i>	5	5	5	0.1
Calificación	4.83	4.5	4.33	

Tabla 5.5 Calificaciones de los fabricantes para los switches de escritorio

	Switch 4950	Catalyst 3550-12T	Ponderación
<i>Desempeño del equipo</i>	5	3	0.2
<i>Tolerancia a fallos/confiabilidad</i>	4	5	0.2
<i>Escalabilidad</i>	5	4	0.2
<i>Interoperabilidad con el switch central</i>	5	4	0.15
<i>Resultados en pruebas de laboratorio</i>	5	4	0.15
<i>Administración</i>	4	5	0.1
Calificación	4.667	4.167	

Tabla 5.6 Calificaciones de los fabricantes para los switches de escritorio destinados a los servidores.

Los switches multicapa de 3com y Catalyst 6506 de Cisco Systems cuentan con un grado de escalabilidad donde el chasis es de alto desempeño con soporte para las tecnologías de red: 10BaseT/100BaseTX, 100BaseFX, Gigabit Ethernet y ATM, un backplane pasivo escalable, lo cual permite garantizar el incremento de las tasas de transmisión de paquetes sin la necesidad de intercambiar este dispositivo a mediano plazo. La capacidad de conmutación que ofrece el switch Catalyst es mayor a 150Mbps el cual resulta ser superior a los demás switches analizados. El número de puertos que soportan es mayor al 50% del crecimiento de los servicios Gigabit Ethernet que se requieren para la RedII. Ambos switches al soportar módulos de tecnologías ATM, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet permite tener una amplia flexibilidad para realizar diferentes esquemas de configuración de tecnologías sobre el backbone. Sin embargo, la principal configuración que ofrecen y se requiere para este proyecto es la de controlar el flujo de información por medio de canales punto a punto a los segmentos de escritorio con servicios de red Gigabit Ethernet con la opción de configurar estos enlaces en modo full dúplex. Otro aspecto importante es la tolerancia a fallos en su arquitectura en la cual se puede tener redundancia en el mecanismo de conmutación central (System Engine), redundancia de la fuente de poder (AC ó DC) y balanceo de carga, además de que los módulos son de intercambio rápido (hot swap), todo esto permite definir a los switches Catalyst 6506 y al 4060 de 3com como confiables en operación dentro de la RedII.

Los switches 4400 y 4950 de 3com son una solución para centralizar el flujo de información en cada segmento de la red y dar los servicios de red a los usuarios finales a través de enlaces dedicados. Estos son dispositivos apilables, lo que permite un rango de crecimiento en el número de servicios. Cuentan con puertos uplink Gigabit Ethernet para el enlace hacia el backbone. Al mismo tiempo, estos dispositivos son auto sensibles (10/100BaseTX) para la detección automática de la velocidad y pueden operar en modo full dúplex en todos sus puertos. Por otro lado, tienen fuente de poder redundante externa.

El desempeño de los equipos de 3com ha obtenido resultados sobresalientes en pruebas de laboratorio, los cuales demuestran su eficacia como dispositivos de conmutación en ambientes de backbone y de servidores de alto rendimiento en sus funciones básicas. El





switch 4400 de 3com ofrece soluciones inteligentes que permiten el tráfico multicast internet/intranets, desempeño en misiones críticas y aplicaciones de voz y video.

De acuerdo a las calificaciones obtenidas en las tablas 5.4, 5.5 y 5.6, los equipos de interconexión de red (switch principal y de escritorio) de 3com y de Cisco Systems son los que mejor se adaptan a los requerimientos de la Red de Cómputo del Instituto y resultan ser una opción viable para la implantación de este proyecto. No obstante, la mejor elección son los switches de 3com tanto para backbone como para los switches de escritorio, por lo siguiente:

1. La empresa 3com tiene sucursales en México para soporte técnico y para cumplir con la garantía de cada dispositivo de red.
2. El Instituto de Ingeniería ya cuenta con la experiencia de haber trabajado con algunos de sus modelos de equipo de red.
3. Se ha evaluado prácticamente el desempeño de sus productos y han funcionado satisfactoriamente, por esta razón tuvo la calificación más alta en pruebas de laboratorio.
4. Al momento de escribir estas líneas, se tiene la información de que 3com tiene la flexibilidad de disminuir sus costos por lo cual obtiene una amplia ventaja para ganar la licitación.
5. Además de ofrecer una solución convergente, la empresa 3Com brindaría la infraestructura para la red de datos y la red de voz. Mientras que en las otras soluciones serían por lo menos dos empresas.
6. Ofrece la capacitación requerida para que se lleve a cabo la configuración y administración de los equipos comprados por la gente del área de redes de La Coordinación de Sistemas de Cómputo, así como también, abre una línea directa para cualquier tipo de problemas con garantía que de se solucionarán.
7. Al ofrecer este tipo de soluciones y comprar equipos de red de un solo proveedor, se garantiza que los equipos sean altamente compatibles, por lo que permite obtener una mejor interoperabilidad entre los dispositivos. Como parte de la familia de switches de 3com, los switches 4400 y 4950 pueden integrarse fácil y efectivamente a una solución para la RedII en conjunto con el switch central XRN 4060 de manera que se dispongan de conexiones de red altamente confiables, accesibles y veloces para los equipos terminales de los usuarios, a la vez que se podría garantizar la compatibilidad total y adaptación a la estructura de la red.

En cuanto a la confiabilidad de los enlaces en la RedII, se definen en base a la operación del equipo principal de conmutación y de los switches de escritorio, el chasis del equipo central de conmutación tiene las características de ser de alta disponibilidad que se conforma completamente de componentes que cumplen con las características de intercambio rápido (hot swap), la opción de instalar un mecanismo de conmutación central redundante así como fuentes de poder redundante con balanceo de carga. Sin embargo, para agregar confiabilidad en la operación de este dispositivo central, además de ser el punto crítico de operación de la RedII, el personal del Instituto de Ingeniería en conjunto con el personal de la DGSCA-DTD y los proveedores deberán crear un programa de soporte proactivo con un mínimo de dos visitas al año con la tendencia de monitorear el rendimiento y uso eficiente de tanto el equipo principal de conmutación como de los switches de escritorio. Es importante especificar que todas las actividades de soporte proactivo que se realicen sean regidas por un plan maestro de soporte técnico que se elabore en forma conjunta entre el proveedor de los equipos y la UNAM. El soporte proactivo puede contemplar actividades tales como:





- Revisiones técnicas del hardware y su software asociado, lo cual permitirá diagnosticar problemas potenciales.
- Ofrecer apoyo al personal de administración de la red en las tareas de migración y actualización.
- Apoyo en la instalación de nuevas versiones de software.
- Apoyar en la integración con nuevas tecnologías.
- Limpieza general de los equipos.

En los casos donde se presenten fallas o desperfectos, se deberán contemplar la sustitución de componentes o partes con las mismas características funcionales del equipo afectado (switches, módulos, fuentes de poder, ventiladores, etc.) a fin de mantener en operación la RedII y contemplar un tiempo de respuesta adecuado para su solución o con la celeridad que el caso amerite de manera que permita garantizar a los usuarios del Instituto un servicio continuo y oportuno.

Nota: La elección de los dispositivos de conmutación de 3com se debe considerar como una propuesta de solución para el diseño de la RedII. La selección de los dispositivos de interconexión de la RedII dependerá totalmente de la licitación que en su momento se lleve a cabo para la evaluación y selección de los equipos de interconexión de red, y de un análisis costo-efectividad que justifique la elección de solamente uno o más fabricantes en una solución completa para la RedII, considerando otros modelos de equipo de red de fabricantes no contemplados en este trabajo.





Conclusiones

El trabajo de migrar la Red de Cómputo del Instituto de Ingeniería parte de la idea de que la misión principal de la red de datos del Instituto de Ingeniería es mantener todas las comunicaciones y sistemas en línea con disponibilidad al 100% para soportar y facilitar las actividades que se desarrollan dentro de la institución así como mejorar las posibilidades de comunicación entre las personas que trabajan en ella y poderles brindar nuevos servicios que les ayudarán a desempeñar de manera más eficiente su labor. Razón por la que esta red debe estar al día en cuanto a tecnología se refiere para mantenerse en el mismo nivel competitivo de otras instituciones tanto privadas como públicas, y tanto nacionales como extranjeras. Esta red es la columna vertebral de los sistemas de información y la principal herramienta de difusión y comunicación con el exterior.

En los últimos años, las redes han evolucionado drásticamente sobre todo en temas que tienen que ver con tecnología en seguridad en la red, control de las aplicaciones de la red y ancho de banda sobre todo. Esto, por un lado, ha enriquecido los componentes que integran las redes y por otro se abren nuevas opciones para poder transmitir información a través de ellas. Asimismo un valor importante que ofrece esta evolución de las redes lo representa la reducción de costos y la alta flexibilidad de implementación.

Por dichas razones el Instituto de Ingeniería busca soluciones tecnológicas que basen su desarrollo en los conceptos anteriores y que por supuesto brinden la mejor relación costo-beneficio y protección de la inversión, así como valores agregados que permitan aprovechar al máximo todas las capacidades de la red y del personal que soporta su administración, todo esto unido a la misión de la propia institución que es la de investigación y formación de recursos humanos.

Las conclusiones que se han obtenido a lo largo del desarrollo del presente trabajo son las siguientes:

La Migración de la RedII es la mejor solución para reforzar el vínculo de docencia, investigación e industria, permitiendo conservar la trascendencia de la investigación que realizan los Académicos del Instituto de Ingeniería y de la Investigación Asociada colaborando con los sectores productivos, social y de servicios; para finalmente generar productos y servicios útiles y necesarios para la sociedad.

En las redes de datos dentro y fuera de la UNAM día a día se incrementa el flujo de información, por lo que se requieren conexiones con un mayor ancho de banda y dispositivos de interconexión de redes capaces de procesar información a velocidades más altas, logrando con ello la obtención y manejo de información de manera eficiente. Estas son las características principales en el diseño de la arquitectura de la red del Instituto para cubrir los requerimientos y servicios que de esta sean demandados por los usuarios, como el soporte de las aplicaciones orientadas a la investigación científica y de ingeniería, además de los propios de administración. Así mismo, en este proyecto se ha definido una infraestructura de red de alta velocidad permitiendo ser un sistema abierto a la comunicación con otras redes con un grado de confiabilidad, flexibilidad y escalabilidad.

El diseño de esta red, bajo el esquema de una red de altas especificaciones, se basó conservando lineamientos de normas internacionales, de la UNAM y del Instituto de Ingeniería; la implantación de un sistema de cableado estructurado, tecnologías de red de alta velocidad, dispositivos de interconexión con tecnología de conmutación, esquemas de seguridad a nivel de red, y un sistema de monitoreo y administración a nivel de red. El inicio del diseño de una red de altas especificaciones es el planteamiento de una arquitectura de red modular. En este trabajo se apoyó





en el Modelo de Referencia OSI ya que este es un esquema de capas que delimita las funciones de cada componente que integra una red de computadoras. El seguimiento de este Modelo permite

establecer los límites de análisis para el diseño de la RedII el cual únicamente abarca las capas inferiores mejor conocidas como "Servicios de Red". Una buena planeación de las tres capas inferiores permite que se pueda sobreponer cualquier conjunto de protocolos de las capas superiores, los cuales a su vez se adaptan a las necesidades de los servicios de red de los usuarios del Instituto.

Referente al diseño de la red de datos del Instituto de Ingeniería, se apega lo más posible con los conceptos de telecomunicaciones aplicados a edificios inteligentes, debido a las limitaciones estructurales de los edificios. Estos requerimientos de diseño se basan en el seguimiento de los conceptos y normas establecidos por la ANSI/EIA/TIA en los estándares 568-A, 569-A, 606 y 607 referentes al cableado e instalación, administración y puesta a tierra de los sistemas de telecomunicaciones en edificios. Otro punto a considerar es que un edificio inteligente se caracteriza por la integración de los sistemas de telecomunicaciones y de administración en una plataforma común de distribución y cableado. Por tanto, en la implantación y distribución del sistema de telecomunicaciones se debe integrar el cableado de los sistemas de administración del Instituto de Ingeniería para tener así un sistema único de cableado que facilite las tareas de administración y mantenimiento, y que de este modo opere como el sistema central de todos los sistemas que brinden el grado de inteligencia requerido a cada edificio que lo integra.

En la fase de diseño fue importante considerar que uno de los cambios más significativos serán los patrones impredecibles de tráfico que resultan de la combinación del tráfico de Internet, enlaces con otras redes, el uso de aplicaciones multicast, servidores de alto desempeño y grupos de trabajo. Esto demuestra la caída de la regla que establece que solamente el 20% del tráfico en la red lo soporta el sistema de cableado principal (backbone). La facilidad de acceder a la información desde cualquier lugar propicia que los patrones de tráfico se establezcan por el lugar donde se encuentren los servidores con la información, servicios y procesamiento más importantes, y no por la configuración física de los grupos de trabajo. En este nuevo esquema de interconexión, se considera al sistema de cableado principal de la RedII como un sistema robusto donde el mayor tráfico de red puede pasar a través de este, estableciendo así la regla: "el tráfico de red es cualquiera con cualquiera".

Los siguientes puntos definen el diseño del sistema de cableado estructurado como sistema modular que proporciona la flexibilidad requerida en la RedII para soportar actualizaciones sin la necesidad de un rediseño total de la red, y son:

- La implantación de los sistemas de cableado vertical y horizontal en una topología de tipo estrella que permite que se establezca una administración centralizada que facilite las tareas de mantenimiento, detección rápida y aislamiento de fallas. La topología tipo estrella en estos sistemas debe ser implantada con menos de dos niveles de jerarquía, lo que permitirá que se limiten los niveles de atenuación de la señal, además de simplificar movimientos y actualizaciones en cada sistema.
- La selección de la fibra óptica como medio de transmisión para el sistema de Campus es la adecuada ya que ésta al utilizar el envío de señales codificadas por luz a diferencia de señales eléctricas la hace totalmente inmune a las interferencias electromagnéticas, además de ser altamente segura al resistir accesos no autorizados debido a que no se puede interceptar o interferir la señal. La fibra óptica no permite llevar a cabo derivaciones ya que cualquier ruptura en la fibra óptica ocasionaría fallas para transmitir la señal luminosa, y permite tener alta integridad en los datos ya que tiene una tasa baja de error





en la transferencia de los mismos. El ancho de banda que la fibra soporta es virtualmente ilimitado y puede soportar la transmisión de todo tipo de información. Esto permite que la implantación de la tecnología de red en estos sistemas sea independiente del medio.

- La selección del cable par trenzado para el sistema de cableado horizontal es el óptimo ya que provee la flexibilidad requerida para un sistema propenso a cambios continuos en su instalación, además de soportar las principales tecnologías de alta velocidad.

Esto permite establecer a la RedII como un sistema abierto para establecer varias tecnologías, como enlaces mediante medios de transmisión no guiados, es decir, la implantación de redes inalámbricas, o la implantación de VoIP. Es decir, se podrá contar con la infraestructura para la implantación de redes inalámbricas y VoIP como solución a futuro, permitiendo que la RedII se catalogue como una red convergente de Voz y Datos.

Referente al cumplimiento de los estándares de la IEEE, la tecnología Gigabit Ethernet Conmutado para el sistema de backbone proporciona el soporte para todo tipo de aplicaciones que requieran de un uso intensivo de ancho de banda y en modo full dúplex, puede ofrecer soporte a tráfico sensible al tiempo como videoconferencia e imágenes. Con estas características se podrán proporcionar servicios tales como: videoconferencias, educación a distancia, aplicaciones de escritorio compartidas, Internet 2, soporte para aplicaciones de procesamiento de imágenes y visualización, supercómputo y voz sobre IP. Aunque Gigabit Ethernet Conmutado no soporta la Calidad de Servicio (QoS), este puede regular los periodos de tiempo de latencia para minimizar los tiempos de retardo en señales de vídeo y audio incorporando otras tecnologías como: IEEE 802.1Q (VLAN) y el protocolo RSVP (*Resource Reservation Protocol*). Para el caso del sistema de escritorio, la tecnología Fast Ethernet Conmutado utiliza los mismos esquemas de transmisión y formato de paquete que Gigabit Ethernet por lo que no hay necesidad de utilizar emulaciones y traducciones complejas que ocasionen tiempo de latencia. Fast Ethernet Conmutado ofrece un óptimo aprovechamiento del ancho de banda ya que permite seguir el esquema de microsegmentación donde a cada usuario se le puede asignar un enlace dedicado, además del modo de operación full dúplex. Ambas tecnologías de red soportan la tolerancia a fallas por medio de enlaces múltiples entre dispositivos con enlaces redundantes controlados por el protocolo de árbol expandido (o STP). La integración de las tecnologías Gigabit y Fast Ethernet en la RedII permite definir un esquema completo bajo la tecnología Ethernet obteniendo así una completa interoperabilidad entre los sistemas de backbone y escritorio.

En la implantación de las tecnologías de red en los sistemas de backbone y escritorio, la selección del dispositivo principal de interconexión con tecnología de conmutación multicapa permite combinar lo mejor de las tecnologías de conmutación y ruteo para producir niveles altos de rendimiento y escalabilidad. La conmutación multicapa provee funcionalidad en el ruteo a velocidad de alambre (o wirespeed), aplicado a los servicios de red. Esta tecnología es esencial para la implantación de la tecnología Gigabit Ethernet en el sistema del backbone. La selección del switch debe tener un grado de escalabilidad adecuado donde el chasis es de alto desempeño con soporte para las tecnologías de red: 10BaseT/100BaseTX, 100BaseFX, Gigabit Ethernet y ATM, un backplane pasivo que permite garantizar el incremento de las tasas de transmisión de paquetes sin la necesidad de intercambiar este dispositivo a mediano plazo. La capacidad de conmutación deberá de ser como mínimo de 70 Mpps, el cual resulta ser el adecuado para el trabajo diario que se realiza en el Instituto. El número de puertos que debe soportar debe ser mayor al 50% del crecimiento de los servicios Gigabit Ethernet que se requieren para la RedII.

La elección de un switch central es la mejor solución para concentrar el flujo de información en cada segmento de la red y dar los servicios de red a los usuarios finales a través de enlaces dedicados. Estos son dispositivos apilables, lo que permite un rango de crecimiento en el número de servicios. Debe contar con puertos uplink Gigabit Ethernet para el enlace hacia el backbone de





campus. Al mismo tiempo, este dispositivo debe ser autosensible (10/100BaseTX) para la detección automática de la velocidad y deben operar en modo full dúplex en todos sus puertos. Por otro lado,

deben contar con fuentes de poder redundantes externas. Debe contar con el soporte para una tecnología que brinde una mayor redundancia y tolerancia a fallos, además de dar mayor capacidad de conmutación y mayor desempeño a las aplicaciones de red.

Para el sistema de escritorio al definirse la implantación de la tecnología de conmutación a nivel de capa 2 se centraliza el flujo de información en cada segmento de red con enlaces dedicados de 10/100Mbps, se deberá mantener una solución completa de un mismo fabricante lo que permitirá obtener una mejor interoperabilidad entre los dispositivos. El switch debe integrarse fácil y efectivamente a una solución para la RedII en conjunto con el switch central y los switches de backbone de la misma compañía de manera que se dispongan de conexiones de red altamente confiables, accesibles y veloces para los equipos terminales de los usuarios, a la vez que se podría garantizar la compatibilidad total y adaptación entre estos dispositivos, pero sobre todo se garantizará la disponibilidad y redundancia que permite la integración de las nuevas y actuales tecnologías, así como las nuevas aplicaciones requeridas para los investigadores del Instituto, con los que los esfuerzos de administración de la RedII estarán focalizados para la mejora de nuevos servicios de red para los investigadores.

La elección a manera de ejemplo de los equipos de interconexión de entre las opciones que se contemplaron, deberá corresponder a los que estén disponibles en el mercado en el momento de hacer la selección para su integración en el diseño de la RedII. La solución final de los equipos de interconexión puede variar de modelo incluso de fabricante, ya que es probable que en el momento de la licitación para la evaluación y selección del dispositivo principal de conmutación y de los switches de escritorio se lleve a cabo en el momento en que en el mercado se presenten nuevos modelos de equipo con arquitecturas mejoradas, incluyendo además otros fabricantes de los que se contemplan.





Bibliografía

LIBROS

Alfred Halshall; Data Communications, Computer Networks and Open Systems 3ª. Edición; Addison Wesley 1994.

Tanenbaum Andrew S.; Redes de Computadoras 3a. Edición; Prentice Hall 1998

Tanenbaum Andrew S.; *Redes de Computadoras*; Prentice Hall Hispanoamericana, 1997 Segunda Edición en español, ISBN: 986-880-958-6, 813 p.

Colin Smythe; Internetworking Designing the Right Architectures; Addison Wesley 1995

Michael Santifaller; TCP/IP and NFS Internetworking in Uniiix Enviroment); Addison Wesley 1991

Networking Essentials, Training for Supporting LAN; Microsoft Press 1996

Thomas W. Madron; Redes de Área Local, la siguiente generación; Noriega Editores 1994.

Sportack Mark A.; *Fundamentos de enrutamiento IP*, Pearson Educación, 2003, ISBN: 84-205-3699-7, 376 p.

TIA Collections; ANSI EIA/TIA Telecommunications Building Wiring Standars; Multimedia Viewer 1998.

Tere Parnell; LAN TIMES Guide to Building High Speed Networks; McGraw Hill 1996.

Uyless Black; Computer Networks Protocols, Standars and Interfaces; Prentice Hall

Uyless Black; OSI a Model for Computer Communications Standars; Prentice Hall 1992.

MANUALES

- Microsoft Windows 2000 Network and Operating System Essentials Workbook (Course 2151A)
- Manual de Cableado Estructurado, Curso de Capacitación TN03.

TESIS

Morchio Secul Javier E.; *"Metodología de Preparación, Presentación y Evaluación de Proyectos de Equipamiento Computacional"*, Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Chile 1987

Monroy Vargas Estela/Sánchez López César; *"Migración hacia Tecnología ATM de la Red de Cómputo del Instituto de Ingeniería"*, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México 1999

Benitez Guzmán Andrés/Martínez Lorenzana Araceli /Ortega Segura David; *"Análisis y Diseño de la Red de Cómputo de la Torre de Ingeniería"*, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México 2001





DIRECCIONES WEB

Fabricantes:

- 3Com Corporation; <http://www.3com.com>
- Cabletron Systems Inc.; <http://www.cabletron.com>
- Cisco Systems Inc.; <http://www.cisco.com>
- Enterasys Networks; <http://www.enterasys.com>
- Avaya Corporate; <http://www.avaya.com>
- Foundry Networks; <http://www.foundrynet.com>
- Nortel Networks; <http://www.nortel.com>

Organizaciones y Forums:

- Gigabit Ethernet Alliance; <http://www.gigabit-ethernet.org>
- Institute Electrical & Electronics Engineers, IEEE: <http://www.ieee.com> y <http://standards.ieee.org>
- Instituto Mexicano del Edificio Inteligente; <http://www.imei.org.mx>
- Página Web del Instituto de Ingeniería de la UNAM, <http://www.iingen.unam.mx>
- Dirección General de Servicios de Cómputo Académico; <http://www.dgsca.unam.mx>
- Continental Automated Building Association Home & Building Automation; <http://www.caba.org>
- ATM Forum; <http://www.atmforum.com>
- Revista Red de México; <http://www.red.com.mx>

Otros links:

- <http://www.cybercursos.net/cursos-online/lan/teoria.htm>
- <http://www.inf.ufsm.br/~marcusy/wireless.htm>
- <http://personales.com/espana/malaga/Br0th3r/tipos.htm>
- <http://www.ciudadfutura.com/mundopc/redes/redes13.htm>
- http://www.mipagina.cantv.net/arte_ernesto/redes.htm
- <http://www.geocities.com/nicaraocalli/LAN/LAN.htm>
- <http://www.map.es/csi/silice/Cablead2.htm>

Revistas:

- LAN Times Magazine; <http://www.lantime.com>
- Network World; <http://www.nwfusion.com>
- Network Computing; <http://www.networkcomputing.com>

