PDF clase 1

Redes: se clasifican de acuerdo a su alcance, relación funcional de sus componentes y sus métodos de conexión.

**WAN (WIDE AREA NETWORK)**: es enmarcada por su alcance, cubre distancias entre unos 100 y 1000 kilómetros, lo que hace posible brindar conectividad a varias ciudades o país entero. Funciona de punto a punto, es una red de paquete conmutado.

* + Componentes:
    - Equipos que se dedican a ejecutar los programas de usuario y que reciben el nombre de hosts
    - Enrutadores que concretan la división entre las líneas de transmisión y los elementos de conmutación
    - Subredes formadas a partir de la interconexión de varios hosts
    - Velocidad de transmisión, se encuentra entre 1 Mbps y 1 Gbps, lo que puede cambiar por los avances tecnológicos
  + Establece comunicaciones privadas
  + Sus medios principales de transmisión son la fibra óptica y el cable telefónico.
  + Características
    - Suministra velocidad parcial y continua
    - Operan dentro de un área geográfica extensa
    - Conecta dispositivos separados por grandes distancias
    - Permite el acceso a través de interfaces seriales que operan a velocidades más bajas
    - Tiene máquinas dedicadas a la ejecución de programas de usuario
    - Posee elementos de conmutación de datos (enrutadores)

Las redes modernas utilizan principalmente diferentes medios para interconectar dispositivos y proporcionar la vía por la cual se pueden transmitir los datos:

* Hilos metálicos dentro de los cables
* Fibras de vidrio o plástico (cable de fibra óptica)
* Transmisión inalámbrica

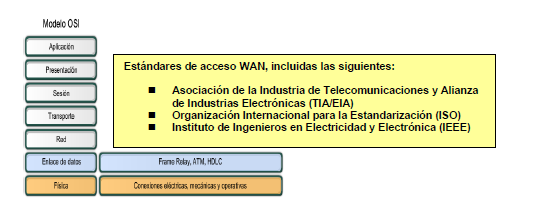
Criterios para elegir los medios de red:

* Distancias que los medios pueden transportar con éxito una señal
* Entorno en el que se instalarán los medios
* Cantidad de datos y la velocidad a la que deben transmitirse
* Costo de los medios y la instalación

**MAN (Metropolitan Area Network):** cubre más que una LAN pero menos que una WAN. Es operada normalmente por organizaciones como una empresa u organismo público.

**WLAN (Wireless LAN):** como una LAN, pero interconecta los usuarios de manera inalámbrica en un área geográfica pequeña.

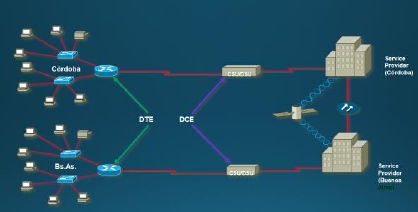
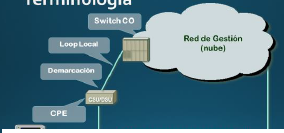
**Diferencias entre LAN y WAN**: LAN conecta computadoras, dispositivos periféricos y otros dispositivos de un solo edificio o área geográfica pequeña, WAN permite la transmisión de datos a través de distancias geográficas mayores.



Las operaciones de una WAN se centran en las capas 1 y 2.

* **Protocolos capa 1:** describen la manera de proporcionar conexiones eléctricas, mecánicas, operativas y funcionales a los servicios de un proveedor de servicios de comunicación
* **Protocolos capa 2**: definen la forma en que se encapsulan los datos para la transmisión de una ubicación remota, así como los mecanismos para la transferencia de las tramas. La mayoría de los enlaces WAN son punto a punto, por lo que no se suele utilizar el campo de dirección de la trama de capa 2.

Dispositivos que intervienen en una WAN



* **CPE:** es el equipamiento que el proveedor del servicio instala en la casa del cliente
* **DCE**: equipo de comunicación de datos, está compuesto por los dispositivos que ponen los datos en el bucle local y suministra una interfaz para conectar los clientes a un enlace de comunicación en la nube WAN
* **DTE**: equipo de terminal de datos. Son los dispositivos del cliente que pasan datos de la computadora de un cliente para transmisión a través de la WAN. Se conecta al bucle local a través del DCE.
* **Punto de demarcación**: es la caja de empalme del cableado que se encuentra en las instalaciones del cliente y que conecta los cables del CPE con el bucle local. Es donde la responsabilidad de la conexión pasa del usuario al proveedor de servicios.
* **Bucle local** o última milla: es un cable telefónico de cobre o fibra que conecta el CPE del sitio del suscriptor a la CO del proveedor de servicios
* **CO** u oficina central: instalaciones del proveedor de servicios, es donde los cables telefónicos se enlazan con las líneas de comunicación de fibra óptica de largo alcance y completamente digitales a través de un sistema de switches y otros equipos
* **CSU** (channel service unit): dispositivo de interfaz digital que conecta el equipamiento del usuario final al bucle telefónico local. Proporciona la terminación para la señal digital y garantiza la integridad de la conexión mediante la corrección de errores y la supervisión de la línea.
* **DSU** (data service unit): dispositivo utilizado en la transmisión digital que adapta la interfaz física en un dispositivo DTE a una facilidad de transmisión E1 o T1. Responsable de la temporización de la señal. Convierte las tramas de la línea portadora T en tramas que la LAN puede interpretar y viceversa.

**Router**: proporciona puertos de interfaz de internetworking y acceso WAN que se utilizan para conectarse con la red del proveedor de servicios

**Router de núcleo**: reside en el centro o backbone de la WAN, debe soportar varias interfaces de telecomunicaciones de la mayor velocidad que se utilice en el núcleo de la WAN y debe poder reenviar los paquetes IP a la velocidad máxima por todas las interfaces. Debe permitir protocolos de enrutamiento que se utilizan en el núcleo.

**Modem**: modula una señal portadora analógica para codificar información digital y demodula la señal portadora para decodificar la información transmitida.

**Redes de conmutación de circuitos**: son las que establecen un circuito dedicado entre los nodos y las terminables antes de que los usuarios puedan comunicarse.

**Conmutación de paquetes:** divide los datos del tráfico en paquetes que se envían a través de una red compartida. No requieren que se establezca un circuito y permiten que muchos pares de nodos se comuniquen a través del mismo canal. El costo de conmutación de paquetes es menor a la conmutación de circuitos porque se comparten enlaces internos, pero tiene mayores retrasos (latencia) y variabilidad de retraso (vibración)

* **Sistemas sin conexión**: se debe transportar toda la información de direccionamiento en cada paquete. Cada switch debe evaluar la dirección para determinar a donde enviar el paquete
* **Sistemas orientados a la conexión**: la red predetermina la ruta para un paquete, y cada paquete solo tiene que transportar un identificador. El switch determina la ruta siguiente al buscar el identificador en las tablas almacenadas en la memoria.
  + **Circuito virtual**: circuito que se establece de forma temporal mientras un paquete viaja a través de él y luego se divide nuevamente.

Opciones de enlace WAN:

* **Líneas dedicadas**: el enlace está dedicado de forma permanente con caudal reservado, sensitivas a la distancia, no son fáciles de escalar y son más costosas. Conmutación de circuitos. Ej: DDR, línea telefónica de respaldo, ISDN
  + **Líneas arrendadas**: cuando se necesitan conexiones dedicadas permanentes, se utiliza un enlace punto a punto para proporcionar rutas de comunicación WAN preestablecidas, el enlace punto a punto se alquilan. Las líneas arrendadas están disponibles en diferentes capacidades y en general el precio depende del ancho de banda y la distancia entre los puntos conectados.
* **Conmutación de paquetes o circuitos virtuales**: el ancho de banda es compartido por diversos circuitos, no está reservado. Ej: frame relay, X-25, SMDS
* **Conmutación por celda**: dispositivo divide los datos en celdas de 53 bytes antes de transmitirlos. Ej: ATM

PDF Clase 2

**Capa de enlace de datos WAN**: forma en la que se encapsulan los datos, para esto se debe configurar el tipo de encapsulación utilizado en cada interfaz serial del router.

* **HDLC:** protocolo sincrónico de capa de enlace de datos orientado a bits. Proporciona un servicio orientado a la conexión y sin conexión. Define una estructura de trama que permite el control del flujo y de errores mediante el uso de acuses de recibo. Utiliza un delimitador para indicar el principio y fin de cada trama.
  + 3 tipos de tramas:
    - **Tramas de información (tramas I):** transportan los datos que se transmitirán a la estación. Cuenta con control de flujo y de errores
    - **Tramas de supervisión (tramas S):** proporciona los mecanismos de petición/ respuesta cuando no se utiliza el adicionar datos
    - **Tramas no enumeradas (tramas U):** brindan funciones de control de enlace suplementarias. El campo del código identifica el tipo de trama U
  + **FCS (secuencia de verificación de trama):** precede al delimitador del indicador de fin y es el resto de cálculo de la comprobación de la redundancia cíclica (CRC)
  + **Métodos de operación:** **NRM** (normal: configuración desbalanceada, la estación siempre inicia la transferencia mientras que la segunda estación solo puede transmitir respuestas), **ARM** (asincrónico: configuración desbalanceada, la segunda terminal puede iniciar la transmisión sin permiso del primero), **ABM** (asincrónicos balanceados, cualquier estación puede iniciar la transmisión sin recibir permiso)
  + **Flags**: delimitan los extremos de la trama
  + **Bit** **stuffing**: para evitar confusiones con datos que contengan muchos bit 1 juntos, se inserta un 0 después de una secuencia de cinco 1s.
  + **Operación HDLC**: 3 fases
    - Initialization
    - Data transfer
    - Disconnect
* **PPP (protocolo punto a punto):** método estándar para transportar datagramas multiprotocolo sobre enlaces simples punto a punto:
  + Líneas dedicadas punto a punto
  + Conexiones analógicas o digitales
  + Conexiones de alta velocidad sobre enlaces SONET/ SDH

Reemplaza al SLIP (protocolo de internet de línea serial) ya que no soportaba protocolos diferentes al IP, no permitía que la dirección IP sea asignada dinámicamente y no soporta la autenticación de usuario, por lo que PPP viene a cambiar eso y a permitirlas, además de permitir la detección de errores y las conexiones router-router y de host a través de circuitos síncronos y asíncronos.

Utiliza:

* + **LCP (link control protocol):** para mantener y construir conexiones. Tiene 3 tipos de tramas:
    - Tramas de establecimiento de enlace: para establecer y configurar un enlace
    - Tramas de mantenimiento del enlace: administrar y depurar el enlace
    - Tramas de terminación del enlace: terminar un enlace
  + **NCP (network control protocol):** para permitir la utilización simultánea de diversos protocolos de nivel 3.
  + **PAP (protocolo de autenticación de contraseña):** para soporte de autenticación, pero envía el nombre de usuario y contraseña en claro. Solo autentica una vez.
  + **CHAP (protocolo de autenticación de saludo).** Envía la contraseña cifrada y verifica periódicamente la identidad del cliente remoto.

Arquitectura de PPP:

* **Medio físico**
  + **Asíncronos**: utilizan el servicio telefónico básico para las conexiones de acceso telefónico del modem
  + **Síncronos**: conectan las redes de la red digital de servicios integrados
* **Capa de red:**
  + **BCP**: protocolo de control de puente
  + **IPCP**: protocolo de control de protocolo internet
  + **IPXCP**: protocolo de control de intercambio de paquetes de internetworking.

**Fases de PPP**:

* Establecimiento de conexión y negociación de la configuración: realizado por el LCP
* Autenticación
* Configuración de red
* Transmisión
* Terminación

**Multilink PPP**: método para distribuir el tráfico a través de múltiples enlaces WAN físicos, ofrece la fragmentación de paquetes y volver a montar, la secuencia apropiada, interoperabilidad entre varios proveedores y balanceo de carga en el tráfico entrante y saliente

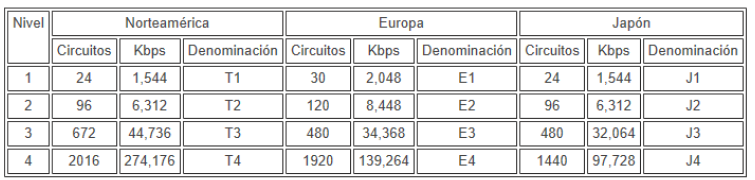
PPP Callback: mejora la seguridad.

PDF clase 3

**PDH (jerarquía digital plesiócrona)**: tecnología usada en la telefonía que permite enviar varios canales sobre un mismo medio usando técnicas de multiplexación por división del tiempo. Puede enviarse sobre F.O aunque no está diseñado para ese fin, generalmente para eso se usa SDH. Funciona en un estado en el que diferentes partes de la red no están completamente sincronizadas. Se basa en canales de 64 kbps

Tiene 3 jerarquías:

* **Europea**: E1- 3 canales de 64 kbps y 2 canales reservados para la señalización y sincronía, dando una capacidad de 2048 kbps
* **Norteamericana**: T1- 24 canales de 64 kbps, es decir, una capacidad total de 1544 kbps
* **Japonesa**: velocidad de transmisión de 1544 kbps, 24 canales de 64 kbps.



**Multiplexación**: combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usado por un dispositivo llamado multiplexor. Su proceso inverso es desmultiplexación

**Multiplexación TDM** (por división de tiempo): el ancho de banda total es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total.

**Multiplexación digital:** permite que las señales de comunicaciones analógicas sean transmitidas en formato digital

Debilidades de PDH: capacidad limitada de administración, conexión imposible a nivel óptico, no es síncrona.

**SDH (jerarquía digital síncrona):** conjunto de protocolo de transmisión de datos y se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión. Define funcionalidades y prestaciones de los sistemas de transmisión basados en los principios de la multiplexación sincrónica. Estándar de redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad. Los canales se identifican por etiquetas

Características:

* Similar a SONET, el objetivo es transportar y gestionar gran cantidad de tipos de tráficos diferentes sobre la misma infraestructura física, protocolo de capa físicas, puede transportar paquetes como ATM o IP, permite la transmisión de voz, video, multimedia y paquetes de datos como los de IP.
* Soporta ATM o IP.
* Gestiona el ancho de banda eficientemente mientras porta varios tipos de tráfico, detecta fallos y recupera de ellos la transmisión de forma transparente para las capas superiores.

PDH vs SDH

|  |  |
| --- | --- |
| PDH | SDH |
| Sistema pleosiócrono que requiere bits de justificación y bits de sincronía | Síncrono, todos los elementos de la red utilizan un reloj común |
| No puede agregar canales y está diseñado para enlaces punto a punto | Compatible con PDH- americano o europeo y ATM |
| Poca administración y supervisión de la red | Realiza una multiplexación visible que permite agregar señales |
| Orientado a servicio de voz | Tiene canales de administración de la red |
| No tiene capacidad de monitoreo de carga útil | Control centralizado de todos los elementos de la red |

**Fibra óptica:** medio físico desplegado en las redes de transporte actuales.

**Esquemas de protección:** en caso de ocurrir una falla o una rotura en un enlace, el flujo de información podría ser conmutado automáticamente a una ruta alternativa. Los servicios de una red SDH pueden ser de 2 tipos: punto a punto o anillos de doble circuito. Si hay pérdida de enlace, siempre existe otro camino alternativo por el otro lado del anillo.

* Ventajas de topología en anillo:
  + Permiten crear una red mallada utilizando el mínimo e imprescindible para interconectar todos los nodos
  + Sencillez de la topología simplifica mucho la elección de la ruta alternativa en caso de fallo de algún enlace.
    - Los anillos simplex no permite la resistencia a fallos
    - Un anillo SONET o SDH utiliza uno de sus anillos normalmente, lo suficiente para constituir rutas full dúplex. El otro anillo se encuentra en situación de reserva/ stand by, a la espera de entrar en funcionamiento en el momento que se produzca alguna avería
      * Si el fallo se debe a un corte en la fibra, el servicio se mantendrá plenamente operativo, mientras que si el fallo se ha producido en un ADM, se verán afectadas las rutas

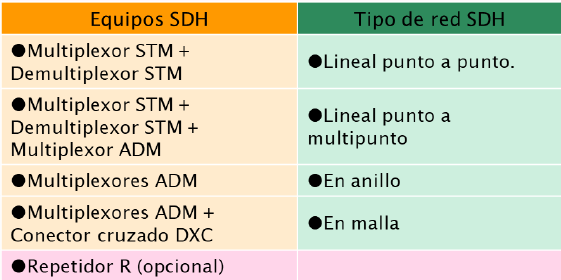
**ADM STM-1 con topología de doble anillo**: cada anillo está formado por un receptor y un emisor.

Un anillo está participando activamente en la transmisión de datos, mientras que el otro se encuentra en modo de respaldo, es decir, está dispuesto para entrar en funcionamiento de forma inmediata en caso de fallo en el principal.

La sincronización es importante para lograr mantener las altas velocidades de transmisión, por lo que los elementos se encuentran sincronizados con un reloj maestro para que no se pierdan datos entre nodos (reloj de referencia primario-PRC). Red de gestión centralizada.

**Elementos de una red SDH:**

* Multiplexores síncronos (MUX)
* Demultiplexers
* Enrutador digital (SDXC)
* Multiplexor para agregar/ insertar (ADM)- add and drop
* Regeneradores Síncronos (REG)



**STM**: marcan los puntos de inicio y final de un enlace SDH. Proporcionan la interfaz entre una red tributaria eléctrica y la red óptica.

**STM-N:** realiza las operaciones contrarias.

**Conector cruzado DXC**: conmutador que tiene puertos de entrada y salida

**Repetidor R**: reacondiciona, resincroniza y amplifica la señal. Ubicada cada 50km. Se limita a la restauración del nivel óptico de la señal óptica a fin de cubrir mayores distancias.

**Ruta o camino**: tramo que une un circuito completo. Circuito punto a punto para conducir el tráfico. Compuesto por una o varias secciones.

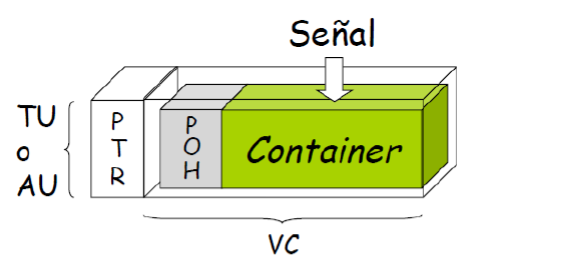
**Línea**: une 2 MUX contiguos

**Sección**: une 2 dispositivos. Enlace de transporte entre dos nodos adyacentes

**Tributarios**: es un conjunto de enlaces y dispositivos asociados que transmiten información entre dos cliente o nodos de una red. Es un flujo de datos determinado que combina otros flujos tributarios mediante funciones de multiplexación para dar lugar a un único flujo de datos salientes en el que todos los tributarios son contenidos.

**Contenedores**: entidad lógica cuya capacidad está definida de forma tal que asegura la transmisión de señales tributarias definidas en la jerarquía pleosiócrona (PDH). Cada señal transmitida por la red sincrónica es previamente encapsulada dentro de un contenedor, el cual está preparado para albergar esta señal y mantener la estructura de trama sincrónica.

* **Contenedores virtuales**: cada contenedor posee algún tipo de control sobre la información asociada a él, esta información permite etiquetar el tráfico, así como trazar la señal a través de la red e identificarla para propósitos de protección y monitorización de cuentas de errores.
  + **Bajo orden:** formados por un contenedor y su POH correspondiente (cabecera de camino- Path OverHead) son los VC-2, VC-1 (VC-11 Y VC-12) y los VC-3
  + **Alto orden**: contiene a VCs de bajo orden. VC-3 Y VC-4



**STM (Synchronous Transport Module):** el VC es transportado a través de la red junto a otros VC, ubicándolos en un STM, lo cual va dentro del área de carga útil (payload) del STM

**Trama STM-1**, es la unidad básica de SDH. Formada por 270 octetos de 9 filas de bits transmitidas 8000 veces por segundo, es decir, **155 mbps**

**Encabezados**: son utilizados por el sistema para supervisión y mantenimiento y están presentes en:

* Sección de regeneración
* Sección de multiplexaje
* Trayectoria de punta a punta.

**Cabecera de sección (SOH- Sección OverHead)** es un conjunto de bytes de información para proveer un canal de comunicación entre nodos adyacentes, lo que habilita el control de la transmisión sobre el enlace. Permiten a los nodos hablar entre sí ante la presencia de una falla en la sección

Estructura de multiplexación SDH:

* Contenedor C-n: estructura que forma la carga útil de información
* Contenedor virtual VC-n: estructura de información usada para establecer conexiones entre los diferentes niveles del trayecto
* Unidad tributaria TU-n: estructura que agrega apuntadores a los contenedores virtuales
* Grupos de unidades tributarias TUG-n: agrupa varios TU’s que se multiplexan juntos
* Unidad administrativa AU-n: agrega apuntadores a los contenedores virtuales
* Grupo de unidades administrativas AUG-n: agrupa varios AUs que van juntos para formar un SDH de primer orden.
* Módulo de transporte síncrono (STM-n): estructura que agrega facilidades para supervisión y mantenimiento

Procesamiento electrónico de la señal: tiene que procesar la señal de información en el transmisor, crear la señal óptica, regenerar la señal en el repetidor, procesar la señal en el receptor.

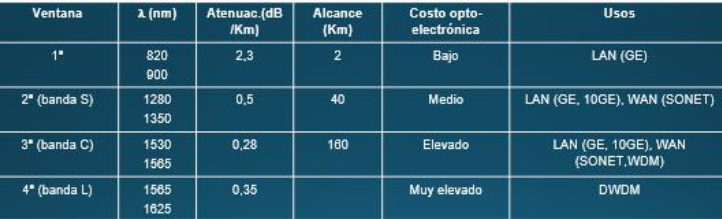
PDF clase 4

**Dispersión cromática**: La velocidad de la luz en el vidrio depende de su índice de refracción. El índice de refracción depende de la longitud de onda, por lo que las diferentes componentes de un pulso viajan a diferente velocidad. Cuanto mayor es la frecuencia de los pulsos (es decir, la tasa en bits/s) y la distancia física que la señal ha de recorrer en la fibra. Para atenuar este efecto se han desarrollado en los últimos años fibras especiales:

* DSF (Dispersion Shifted Fiber)
* NZDS (Non-Zero Dispersion Shifted): diseñada para transmitir una sola λ en 3ª ventana con una dispersión lo más pequeña posible. Es la más utilizada en larga distancia.
* DCF (Dispersion Compensating Fiber)

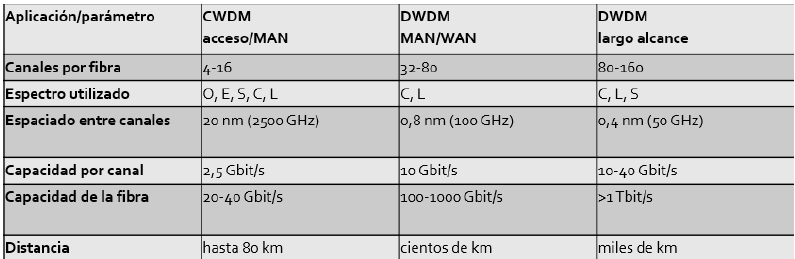
**Atenuación según la longitud de onda**: se deben a la absorción debida al ion hidroxilo (OH). A medida que las técnicas de fabricación de FO van mejorando, las crestas disminuyen.

**Ventanas de la FO**: cada ventana tiene una atenuación diferente. Mayor longitud de onda, menor atenuación



Técnicas de multiplexación de enlace óptico:

* **TDM (time division):** logra incrementar la velocidad de transmisión binaria, intercalando datos de distintos canales, formando una cadena de datos de mayor velocidad. Problemas: dispersión cromática y PMD (polarization mode dispersión) y la velocidad a la que operan los circuitos electrónicos, que se supera mediante OTDM (multiplexación en el dominio óptico). Permite compartir repetidores.
* **SDM (space division):** el primer inconveniente surge de ampliar el número de fibras en un enlace existente, lo cual es muy caro y el segundo se produce porque cada fibra requiere de un equipo de amplificación o repetidores por lo que el costo de infraestructura se incrementa considerablemente
* **WDM (wavelength division):** Envia señales a diferentes longitudes de onda por una misma fibra. Permite compartir repetidores. Transmite por una misma fibra varias señales, cada una en una longitud de onda diferente y con la misma tasa binaria, sin que interfieran entre sí. EDFAs contrarrestra la atenuación. Puede ser:
  + **Densa- DWDM:** 16 o más longitudes de onda. Utiliza enlaces de largo alcance y gran capacidad. Utilizados por las operadores en enlaces de larga distancia, permiten un elevado número de canales con una separación estrecha entre ellos.
  + **Ligera- CWDM**: 2 o 4 longitudes de onda. Corto alcance, utiliza un amplio espectro de frecuencias y separa las longitudes de onda unas de otras. Su límite de velocidad de transferencia es de 2.5 Gbps y cubre una distancia máxima de 80km.



* + **Wavelength router**: routers por longitude de onda, eligen una libre por cada línea y convierte el flujo de datos a la nueva longitud de onda en caso de ser necesario.
  + Las señales monocromáticas de diferentes longitudes de onda son generadas por láseres y conducidas por n fibras hasta le multiplexor.
  + El multiplexor combina las señales que le lleguen en una señal policromática que se envía a una sola fibra para su transmisión.
  + El demultiplexor separa las diferentes longitudes de onda de la señal policromática para su correspondiente procesamiento.
* SCM (subcarrier),
* CDM (code division)

**Enlaces de punto a punto de FO**: existe una fuente de luz localizada en el extremo transmisor y un fotodetector en el extremo receptor. Existen factores que limitan la separación entre canales. Estos son:

* Estabilidad y sintonía de láser DFB
* Degradación de la señal durante la transmisión por efectos no lineales
* Crosstalk intercanal durante el multiplexing

**Ventajas de WDM sobre TDM**:

* tasas de transmisión binaria de cada canal son más bajas que la de la señal multiplexada TDM, por lo que la distancia de transmisión límite impuesta por la dispersión cromática es mayor que en un sistema TDM
* la distancia entre repetidores y amplificadores es mucho mayor al poder empelarse EDFAs por operar en la tercera ventana
* El sistema es más escalable: se puede incrementar la capacidad de transmisión
* El diseño de los sistemas WDM es transparente al formato y velocidad de transmisión de los datos
* En redes complejas es más sencillo emplear WDM frente a TDM porque la extracción y la inserción de canales es más sencilla gracias a los elementos ópticos como los OADM

**Desventajas de WDM**:

* requiere disponer de un receptor y un láser para cada longitud de onda, lo cual incrementa su coste
* Los efectos no lineales y las diafonías aumentan, pues se están enviando muchas señales muy próximas en diferentes longitudes de onda y con elevada potencia.

**Amplificadores EDFA** (erbium doped fiber amplifier): se busca que tengan un comportamiento lo más lineal posible en todo el rango de longitud de onda utilizado. De lo contrario, se distorsiona demasiado y habrá que poner más repetidores, por lo que se utiliza fibra óptica dopada con erbio. Los átomos de erbio tienen la propiedad de absorber la energía transmitida por este laser y pasar a un estado “excitado”, estos liberan la energía que tiene almacenada cuando pasa por la fibra un haz de láser y la liberan generando luz láser.

**Banda estrecha**: conexión por modem telefónico, el cual adapta las señales informáticas producida por la computadora a otro tipo de serial que se puede introducir por línea telefónica

* Realizan la comunicación en el espacio de frecuencias muy reducidos, por lo que la velocidad no supera los 56 kbps
* Las conexiones de banda ancha permiten mantener la conexión a internet al mismo tiempo que la línea telefónica es utilizada.
* Las más populares son ADSL y las de cable módem.

PDF clase 5

**X25:** define una interacción punto a punto entre DTE y un DCE. Es orientado a la conexión, es decir, cómo deben establecerse una conexión entre dos terminales (DTE) para transmitir datos. Es un protocolo estándar para la comunicación en una WAN, define como debe ser establecer y mantener las conexiones entre los dispositivos del usuario y de red. Define una interacción punto a punto entre DTE y DCE.

* Orden organizado.
* Velocidades típicas de 9.6 a 64 kbps
* Mecanismo de ventana corrediza

Dispositivos:

* **DTE**: data terminal equipment- equipo terminal de datos. Generalmente considerados los equipos terminales de una red y están ubicados en las instalaciones del cliente
* **DCE**: data circuito terminating equipment- equipo de comunicaciones de datos. Dispositivos instalados sobre los enlaces troncales de la WAN, su propósito es proporcionar servicios de temporización y de conmutación en una red
* **PSE**: packet switching Exchange

**Capa física** X25: interfaz eléctrica, mecánica, procedimental y funcional entre DTE y DCE

* X.21 y X.21 bis: definen interfaces digitales y analógicas

**Capa de enlace de datos** X25- paquete: proporciona a la capa de paquete un recurso de transporte confiable. Utiliza el protocolo LAPB (tanto DTE como PSE operan en forma sincrónica) y LAP. Se encarga de asegurar una comunicación confiable entre DTE y DCE, aunque estén conectados por una línea telefónica con ruido

**Capa de red X25:** maneja conexiones entre pares de DTEs. Existen dos formas de conexión:

* Llamadas virtuales/ **circuitos virtuales conmutados- SVC**: establecer-usar-liberar una conexión
* **Circuitos virtuales permanentes- PVC**: como una línea alquilada o dedicada: siempre disponible y cualquier DTE puede comenzar a transmitir sin establecer conexión

**PAD (Packet Assembler/ Dissasembler):** se utiliza cuando el dispositivo DTE es muy simple como para implementar todas las funcionalidades de X.25. La máxima cantidad de datos es 128 octetos. Funciones:

* Buffering: almacena los datos hasta que el dispositivo esta listo para transmitir
* Ensambla paquetes: con los datos para enviarlos hacia el DCE
* Desensambla paquetes: los paquetes de entrada los desensambla antes de enviarlos al DTE.

**ATM (modo de transferencia asíncrona):** es una red de conmutación de paquetes basada en circuitos virtuales que envía paquetes basada en circuitos virtuales que envía paquetes de longitud física a través de LAN o WAN. Se encuentra conformada por uno o más switches y terminadores. Orientadas a la conexión.

**Camino de transmisión (TP):** es la conexión física entre una terminal y un conmutador o entre 2 conmutadores.

**Multiplexación asíncrona**: para multiplexar celdas que viene de diferentes canales

**Estructura básica de la celda**: consta de una cabecera de 5 bytes y una carga útil de 48 bytes. Proporciona información sobre el tipo de enrutamiento y el destino de la celda. Campos:

* virtual path identifier (VPI): son asignados en forma explícita en cada segmento de la conexión. Define el VP concreto.
* virtual channer identifier (VCI): son asignados en forma explícita en cada segmento de la conexión
* payload type identifier (PTI),
* header error control (HEC),
* cell loss priority (CLP)
* **generic flow control (GFC):** campo de 4 bit, podría ser utilizado para proporcionar control de flujo desde el usuario a la red y viceversa.

**Conmutación basada en la ruta o en canal virtual**: generalmente utilizada a través de las redes de transporte como las redes WAN.

**VPCs (conexiones de rutas virtuales):** consisten en un conjunto de conexiones de canales virtuales (VCCs) con el mismo valor VPI

**Frame relay**: versión aligerada de X.25. Pensada para combinar con otros protocolos como TCP/IP, para interconexión multiprotocolo de LANs. No es fiable, si llega una trama errónea se descarte y el nivel superior ya se enterará y pedirá retransmisión. Se multiplexa estadísticamente, sólo transmite una trama por vez, pero pueden coexistir muchas conexiones lógicas en una única línea física.

* Tamaño de paquete de 1 a 8 KB
* Velocidades de acceso hasta 44.736 Mb/s, o de 64 a 1984 Kb/s
* QoS (calidad y servicio) definida por CIR (committed information rate) y por EIR (Excess information rate)
* LAPF (procedimiento de acceso a enlaces para frame relay): subconjunto del protocolo de control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)
* Ofrece tasas similares a E1/T1 pero a menor costo.

**FRAD (frame relay access devices)**: dispositivo diseñado para proveedor conexión entre una LAN y una WAN Frame relay

**Velocidad de acceso local**: velocidad de reloj de la conexión hacia la nube frame relay

**Velocidad comprometida de la información (CIR):** es la velocidad a la cual el switch fram relay acuerda transferir datos. Para cada PVC se debe determinar el CIR correspondiente. La velocidad normalmente es promediada durante el período de tiempo (velocidad comprometida- Tc: se usa para medir los datos entrantes) y es proporcional a la ráfaga del tráfico. No puede ser mayor que la velocidad de acceso

**Ráfaga comprometida (Bc**): es la máxima cantidad de bits que el switch acuerda en transferir durante cualquier Tc.

**Ráfaga de exceso (Be):** cantidad máxima de bits no comprometidos que el switch de fram relay intenta transferir más allá de la CIR

**Exceso de velocidad de información (EIR)**: define el ancho de banda disponible para el cliente (CIR + Be)

**FECN- Notificación de congestión explícita hacia adelante**: cuando el switch frame relay reconoce una congestión en la red, envía un paquete FECN hacia el dispositivo destino.

**BECN- Notificación de congestión explícita hacia atrás:** cuando el switch relay reconoce una congestión en la red, envia un paquete BECN al router de origen.

**Bit de elección de descarte (DE)**: es fijado en el tráfico que fue recibido después de que se alcanzó la CIR y este tráfico se marca como candidato de descarte.

**Oversubscription**: ocurre cuando la suma de los CIRs en todos los CVs excede a la velocidad del puerto

**DLCI (identificador de la conexión de enlace de datos):** identifica el circuito virtual entre el DCE y el switch frame relay. Se puede reasignar a medida que pasa a través de cada switch

**Estados de conexión posibles:**

* **Estado activo**: conexión activa y los routers pueden intercambiar datos
* **Estado inactivo**: la conexión local al switch está funcionando, pero la conexión del router remoto al switch no está funcionando
* **Estado de borrado**: indica que está recibiendo ningún LMI desde el switch o que no está teniendo ningún servicio entre el router y switch

**LMI (interfaz de administración local):** permite disponer información sobre el estado de la red en forma dinámica.

**ARP Inverso (protocolo de resolución de direcciones inverso):** el router conoce la dirección MAC que es el DLCI, pero necesita conocer la dirección IP. ARP Inverso pide a la estación remota su dirección de capa de red (MAC) y al mismo tiempo, proporciona al sistema remoto la dirección de capa de red del sistema local.

* Petición: incluye la dirección de capa de red del router, de modo que el DTE o el router remoto pueda realizar la vinculación
* Respuesta: permite que el router realice los registros necesarios en su tabla de asignaciones de direcciones a DLCIs

**ARP en Frame relay:** es necesario simular el envío broadcast, es decir, el DTE enviar un mensaje ARP Request a todos los DLCI que conoce y espera recibir la respuesta por alguno de ellos.

**Inverse ARP:** envía una dirección hardware (DLCI) y recibe una dirección de red, intenta averiguar la dirección IP del equipo remoto

**RARP**: funciona igual que inverse ARP, pero busca averiguar la dirección IP propia de la máquina.

PDF clase 5

**Servicios de longitud de onda oscura:** son el equivalente en DWDM, donde permiten al operador realquilar la misma fibra a diferentes usuarios, ya que tiene una gran cantidad de canales no utilizados. La rentabilidad aumenta con la distancia.

**Camino óptico o lightpath**: conexión totalmente óptica con un ancho de banda grande (de 1 a 2.4 Gbps) entre dos nodos a través de la red, a la cual se le asigna una longitud de onda. Aquellos caminos ópticos que compartan el mismo enlace, deben tener longitudes de ondas distintas.

* Topología lógica de una red: conjunto de nodos de una red y los caminos ópticos establecidos sobre ella

**Grado físico de un nodo**, es el número de nodos a los que está conectado directamente.

**Grado lógico saliente de un nodo**, es el número de caminos ópticos que tienen su origen en ese nodo

**Grado lógico entrante de un nodo**, es el número de caminos ópticos que finalizan en el nodo

**WDMA: redes de múltiples accesos**: ofrecen acceso bidireccional aleatorio a cada suscriptor, tiene dos categorías: single hop y multi hop

**OADM (optical add-drop multiplexor):** dispositivo capaz de extraer un canal de la fibra e insertar otro en su lugar, sin alterar para nada los restantes.

**OXC (optical cross connect):** permite fijar la ruta para un determinado circuito de forma que viaje por la parte de la red que se considere más adecuada. Una vez fijada la ruta, no es modificable dinámicamente.

**Convertidores de longitud de onda**: cambian la longitud de onda a una nueva, sin modificar los datos en la señal.

**Transmisores WDM**: fuentes lase multilongitud de ondas con capacidad de sintonía

**Receptores WDM:** integran arreglos de fotodiodos con dispositivos demultiplexores.

**SCM**: modular una portadora cuya frecuencia está situada en el rando de microondas.

**FDDI (interfaz de datos distribuidos por fibra):** proporciona conexiones de alta velocidad para varios tipos de redes, está formada por dos flujos de datos similares que fluyen en direcciones opuestas por dos anillos, el primario y el secundario.

* Clase A: DAS (dual attacched station) o DAC (dual attached concentrator): usan ambos anillos, ya que tienen la capacidad de reconfigurarse en caso de interrupción del servicio del primer anillo
* Clase B: SAS (single attached station) o SAC (single attached concentrator): solo pueden enlazarse al anillo primario como una solución de bajo coste.
* Generalmente se usa DAC para conectar múltiples estaciones SAS
* Especificaciones:
  + **Control de acceso al medio (MAC):** formato de trama, tratamiento del token, direccionamiento, algoritmo para calcular una verificación por redundancia cíclica y mecanismos de recuperación de errores
  + **Protocolo de capa física**: requisitos de reloj, entramado
  + **Medio de capa física (PMD)**: características del medio de transmisión: enlace de fibra óptica, niveles de energía, tasas de error en bits, componentes ópticos, conectores
  + **Administración de estaciones (SMT):** configuración de la estación FDD: configuración del anillo, características de control del anillo, inserción y eliminación de una estación, inicialización, aislamiento y recuperación de fallas, programación, recopilación de estadísticas.
* Paso de testigo: método de acceso, un equipo en una red FDDI puede transmitir tantos paquetes como pueda producir en un tiempo predeterminado antes de liberar el testigo, como un equipo libera el testigo cuando finaliza la transmisión, varios paquetes pueden circular por el anillo al mismo tiempo.
  + Token ring: el de paso de testigo es más eficiente porque permite únicamente la circulación de una trama a la vez y proporciona un mayor rendimiento.
* Velocidad de transferencia FDDI: 155 y 622 Mbps
* Velocidad de transferencia Token ring: 4 y 26 Mbps