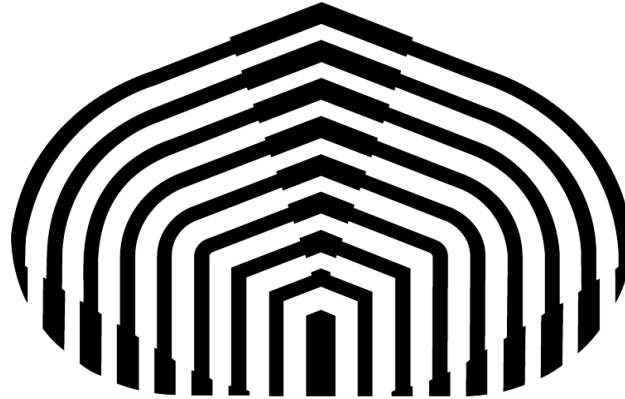


REDES DE COMPUTADORAS

EC5751



USB

Tecnologías en Redes WAN

Prof: Mariano Arias

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Entre Carriers
(Alta Capacidad)

-TDM/ISDN

-SONET

-WDM

-NGN

Usuarios Finales:
(Media y Baja
Capacidad)

-X.25

-Frame Relay

-ATM

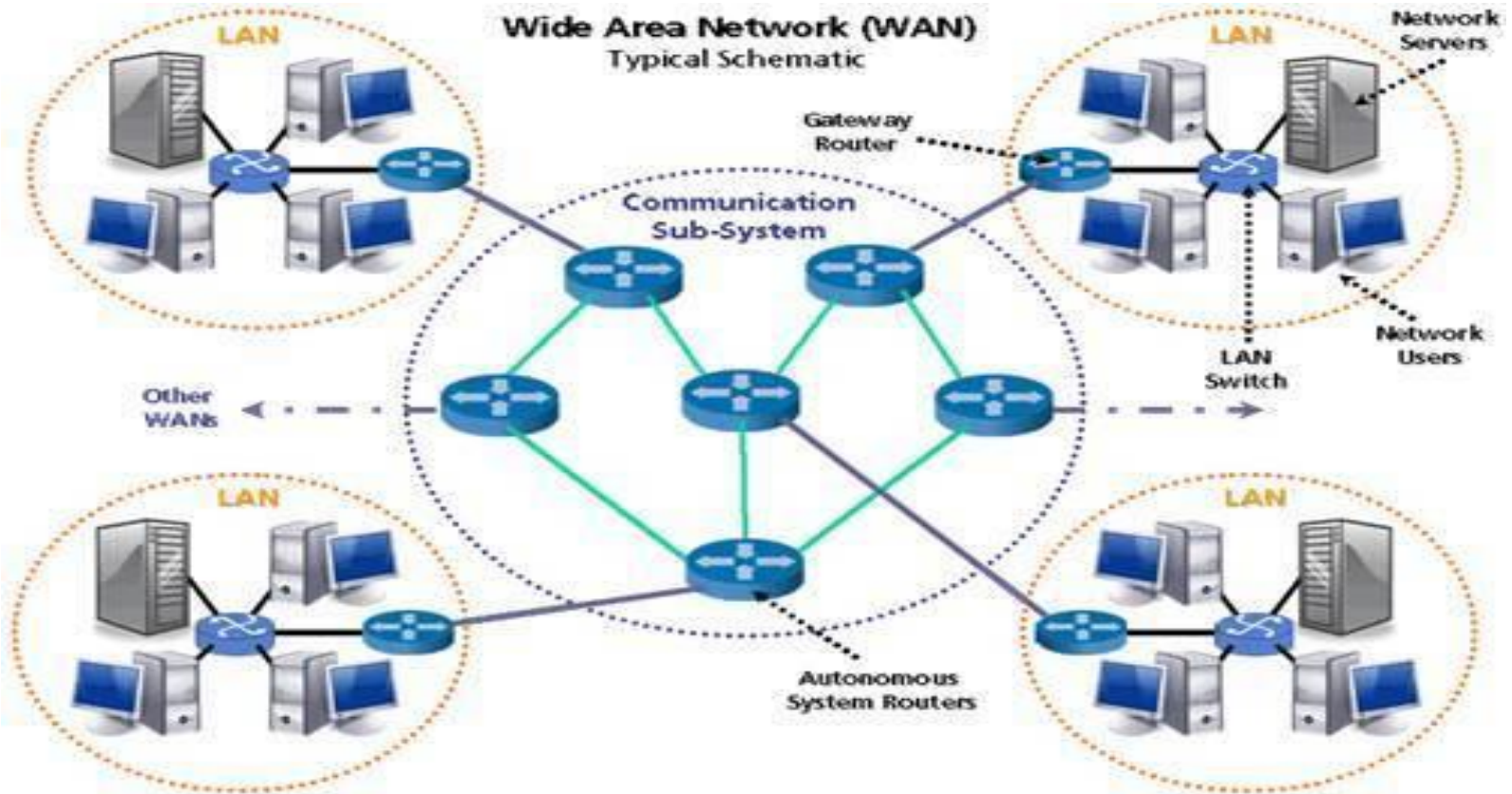
-MPLS

-ADSL y XDSL

-FTTX



TECNOLOGIAS EN REDES WAN



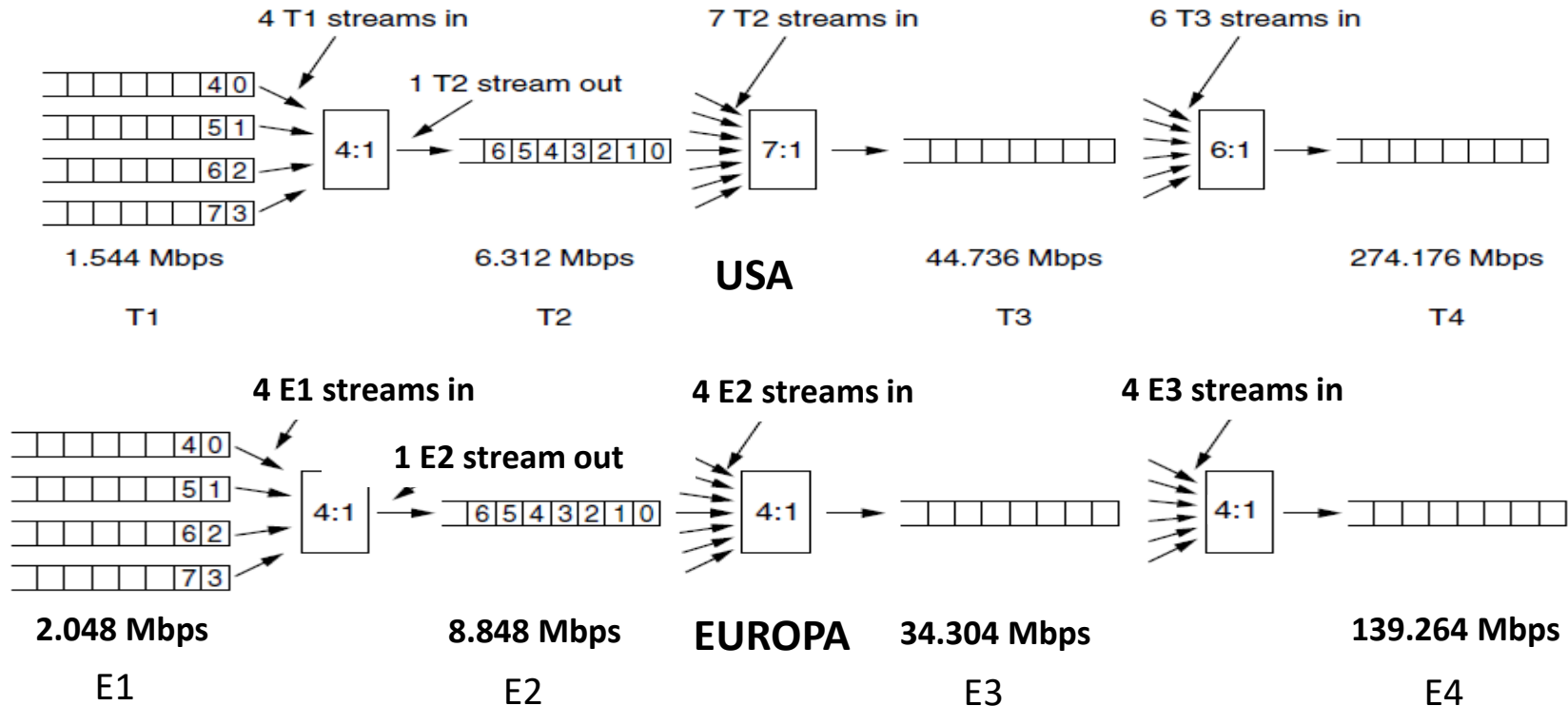
TECNOLOGIAS EN REDES WAN

- El uso de las redes de área extendida a evolucionado a lo largo del tiempo. Las primeras fueron basadas en el Telégrafo o en el sistema telefónico, en el área de datos las primeras redes servían para conectar terminales no inteligentes que se comunicaban con enormes computadores centrales (MainFrame).
- En la actualidad las redes WAN pueden conectar terminales inteligentes, computadores personales, estaciones de trabajo gráficas, teléfonos y casi cualquier dispositivo.
- El objetivo buscado es lograr que la red sea totalmente transparente al usuario, de manera que este pueda comunicarse, acceder a un archivo remoto (video, audio, etc), enviar un correo, usar una impresora de red, sin necesidad de conocer detalles acerca de la tecnología de red usada.

LA CAPA FISICA

TDM Sincrónica: jerarquías Digitales USA y Europa

Estos sistemas, todos incompatibles entre sí, se llaman Jerarquía Digital Plesiócrona (**PDH, Plesiochronous Digital Hierarchy**). Años 70.



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Integrated Services Digital Network (ISDN)

- Conjunto de estándares de comunicación que crearon las PTT unidas en 1984, bajo el auspicio del CCITT, para crear un nuevo sistema de teléfonos **enteramente digital**.
- Reglamentaba la transmisión digital conjunta de voz, data, video y otros servicios sobre la red telefónica tradicional. Servicios:
- **Basic Rate Interface (BRI)**, 144 Kbit/s (2B+D), dos canales de voz 64 Kbit/s (canales B) y uno de 16 Kbit/s (canal D) con señalización.
- **Primary Rate Interface (PRI)**, en dos versiones, Europea 30 canales B y dos canales D (30B+2D) se llama E1 (2,048 Mbp/s), y la Norteamericana 23B+D, que se llama T1 (1,54 Mbp/s). Se tomaron de la PDH.

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Pero ISDN nace con 5 problemas:

1. Incompatibilidad intercontinental
2. No pensada para fibra óptica (diseñada en los 60)
3. Capacidades máximas eran muy bajas: Japón 98 Mb/s, Norte América 274 Mb/s, Resto mundo 139 Mb/s
4. Carece de herramientas de gestión ni de tolerancia a fallos.
5. Para sincronizar tramas de distintos niveles se utilizan bits de relleno, esto impide el multiplexado entre niveles no contiguos, es decir de un E1 solo se puede ir a un E2, no a un E3 o a un E4. Igual con las versiones Americanas (T1, T2, etc).

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET (Synchronous Optical NETWORK-USA / SDH (Synchronous Digital Hierarchy-EUROPA y ASIA)

Las 6 soluciones de SONET/SDH (propuesto en 1987 por USA)

1. El sistema americano (SONET) no es idéntico al internacional (SDH) pero son compatibles
2. Define interfaces de fibra óptica
3. La capacidad llega (de momento) a 10 Gb/s
4. Dispone de herramientas de gestión y tolerancia a fallos (recupera averías en 50 ms o menos)
5. Utiliza apuntadores, lo que permite el multiplexado entre niveles no contiguos
6. Permite seguir utilizando PDH en enlaces de menor capacidad

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

USA (SONET):

- Nivel base SONET: **51,84 Mb/s**.

Interfaz eléctrico: **STS-1 (Synchronous Transfer Signal – 1)**

Interfaz óptico: **OC-1 (Optical Carrier – 1)**

- Todas las demás velocidades son múltiplos exactos de esta,
ej: OC-12 = STS-12 = 622,08 Mb/s

Europa/Japon (SDH):

- Nivel base SDH: **155,52 Mb/s (3 x STS-1 o 51,84)**

Interfaz óptico: **STM-1 (Synchronous Transfer Module – 1)**

- Todas las demás velocidades son múltiplos exactos de esta,
ej: STM-4 = 622,08 Mb/s

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

SONET		SDH	Tasa de Datos Mbps		
Cable	Fibra	Fibra	Tasa de Datos	Carga útil	Carga Usuario
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.5	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	594.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.12	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1244.16	1202.688	1188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1866.24	1804.032	1783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28	9621.504	9510.912

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

Según su topología las redes pueden ser:

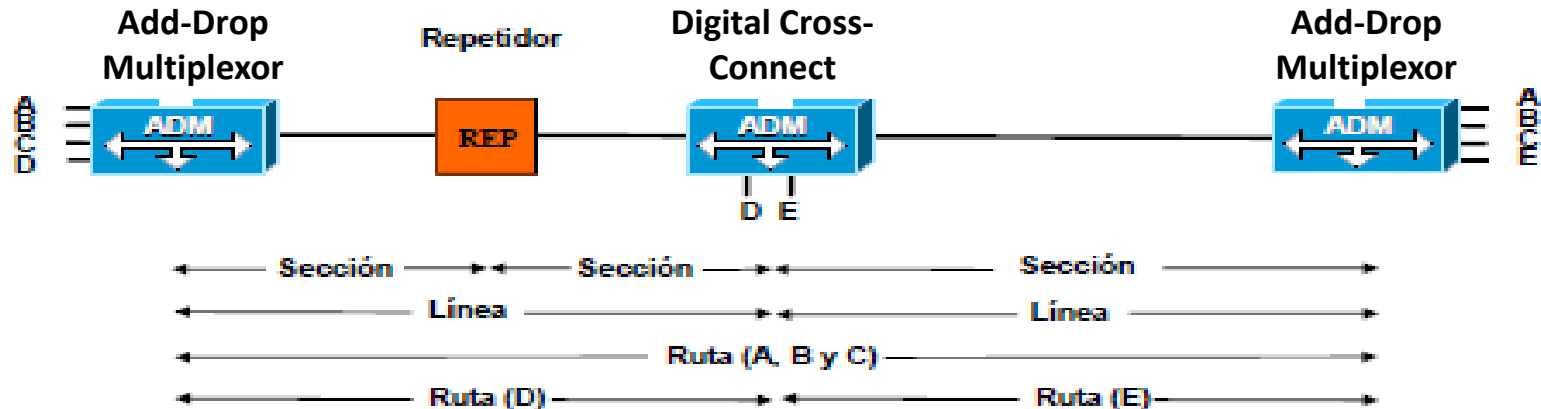
- **Punto a punto:** todos los circuitos empiezan y terminan en el mismo equipo.
- **Punto a multipunto:** los circuitos empiezan o terminan en equipos diferentes.
- **Anillos:** permiten disponer de un camino redundante a un costo mínimo (es muy utilizada porque aumenta la fiabilidad)
- **Redes malladas:** generalmente se constituyen a partir de anillos interconectados.

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

Una red SONET/SDH la Arquitectura está formada por (terminología):

- **Fotónica:** transmisión de la señal y las fibras
- **Sección:** unión directa entre dos equipos cualesquiera.
- **Línea:** multiplexa/desmultiplexa dos ADMs (Multiplexores) contiguos
- **Ruta:** unión entre dos equipos finales (principio-fin de un circuito)



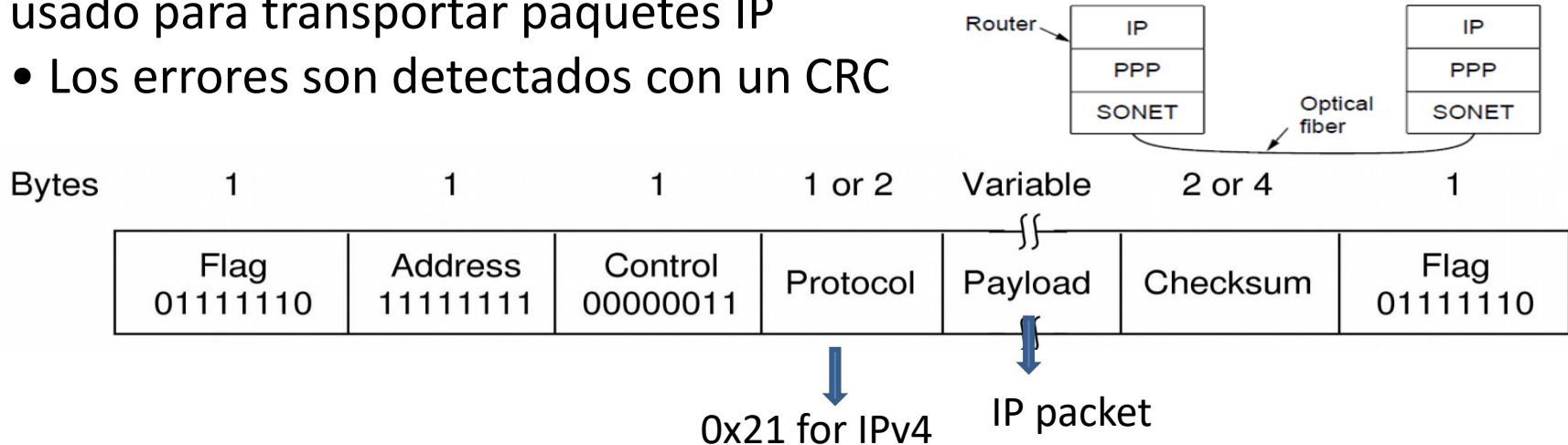
ADM: Add-Drop Multiplexor

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

Usa PPP (protocolo de punto a punto) es un método general para la entrega de paquetes a través de enlaces de datos (Capa 2)

- Entramado usa banderas (0x7E) y bytes de relleno
- “Modo no numerado” (connectionless unacknowledged service) es usado para transportar paquetes IP
- Los errores son detectados con un CRC

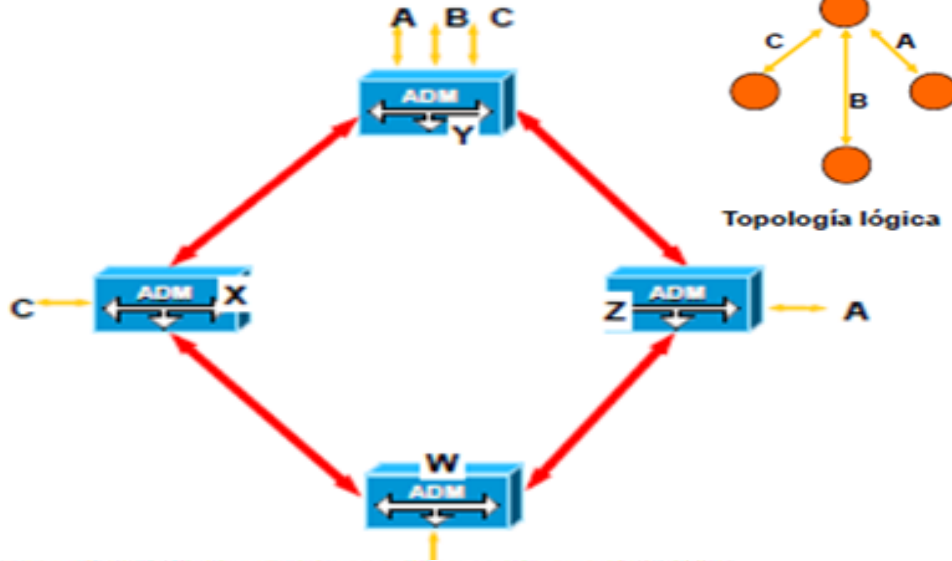


TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

Anillo con 3 rutas STM1

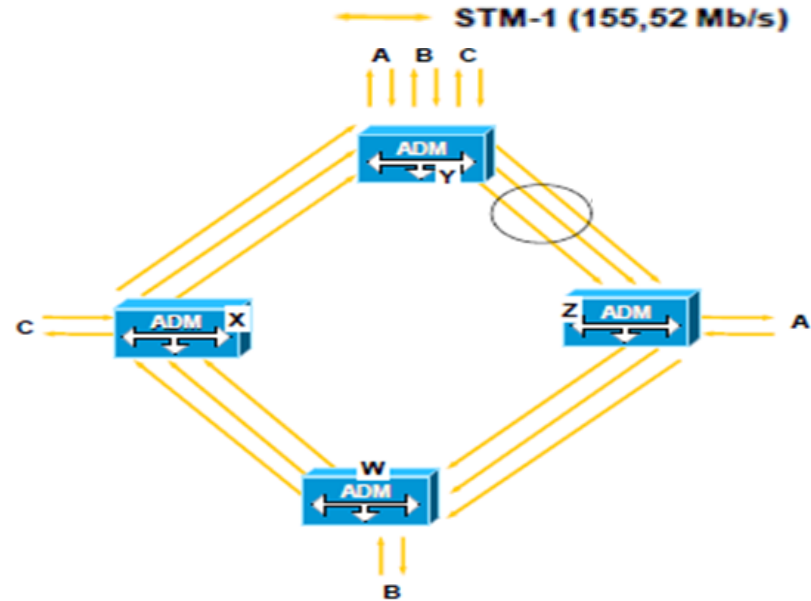
— STM-1 (155,52 Mb/s)
— STM-4 /622,08 Mb/s



En el STM4, quedaria libre para un STM1.

Destacar que las rutas son asimétricas, completando el anillo:

• desde "A-adm Y- adm Z- A"



Con una sola fibra en el anillo se tiene comunicación full dúplex

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

SONET/SDH

Funcionamiento normal



Recuperación de averías en anillos SDH (doble anillo)

Avería



Los ADMs realizan un bucle y cierran el anillo en 50 ms

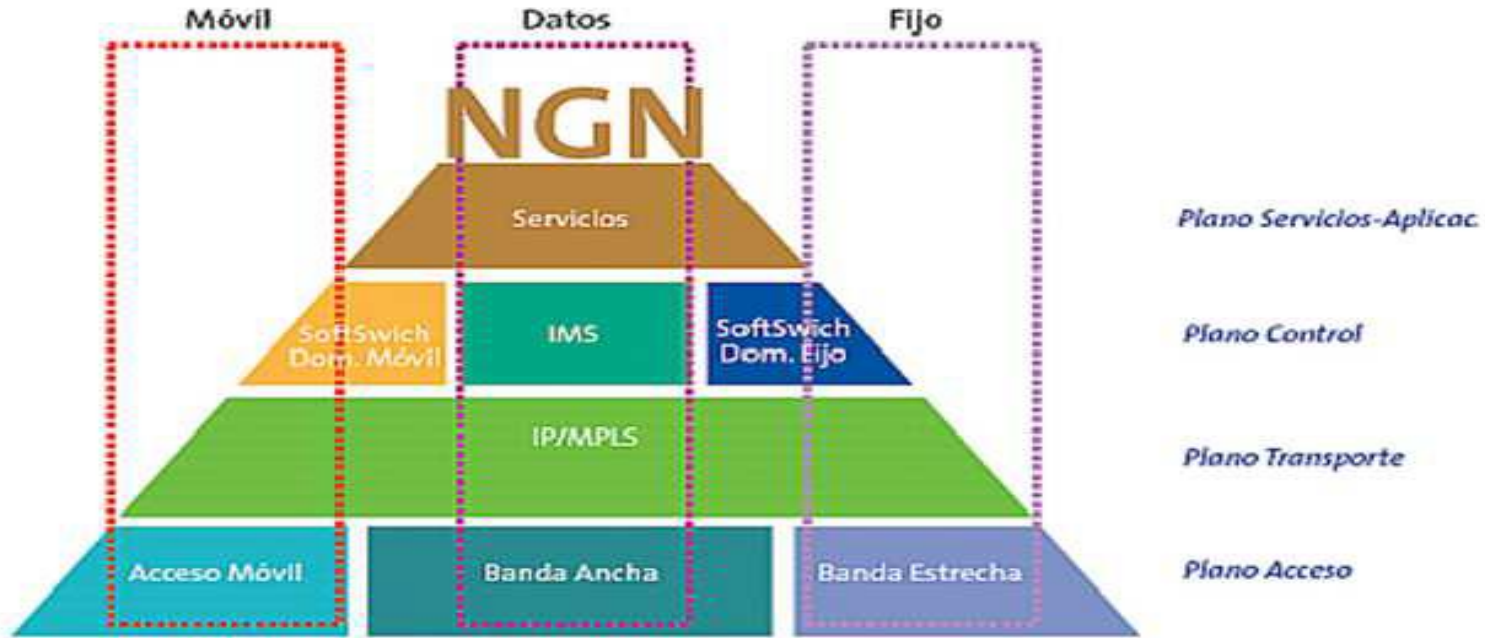
TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Next Generation Networks (NGN)

- Es un término que se refiere a la evolución de la actual infraestructura de redes de telecomunicación y acceso telefónico con el objetivo de lograr la congruencia de los nuevos servicios multimedia (voz, datos, video...) en los próximos 5-10 años.
- La idea principal es el transporte de paquetes encapsulados a través de Internet. Las nuevas redes serán construidas a partir del protocolo IP (“all-IP”)
- Arquitectura de red horizontal basada en una división de los planos de transporte, control y aplicación
- El plano de transporte estará basado MPLS
- Usa interfaces abiertas y protocolos estándares
- Soporta de servicios de diferente naturaleza: real time/non real time, streaming, servicios multimedia (voz, video, texto)
- Calidad de servicios garantizada extremo a extremo, Seguridad y Movilidad

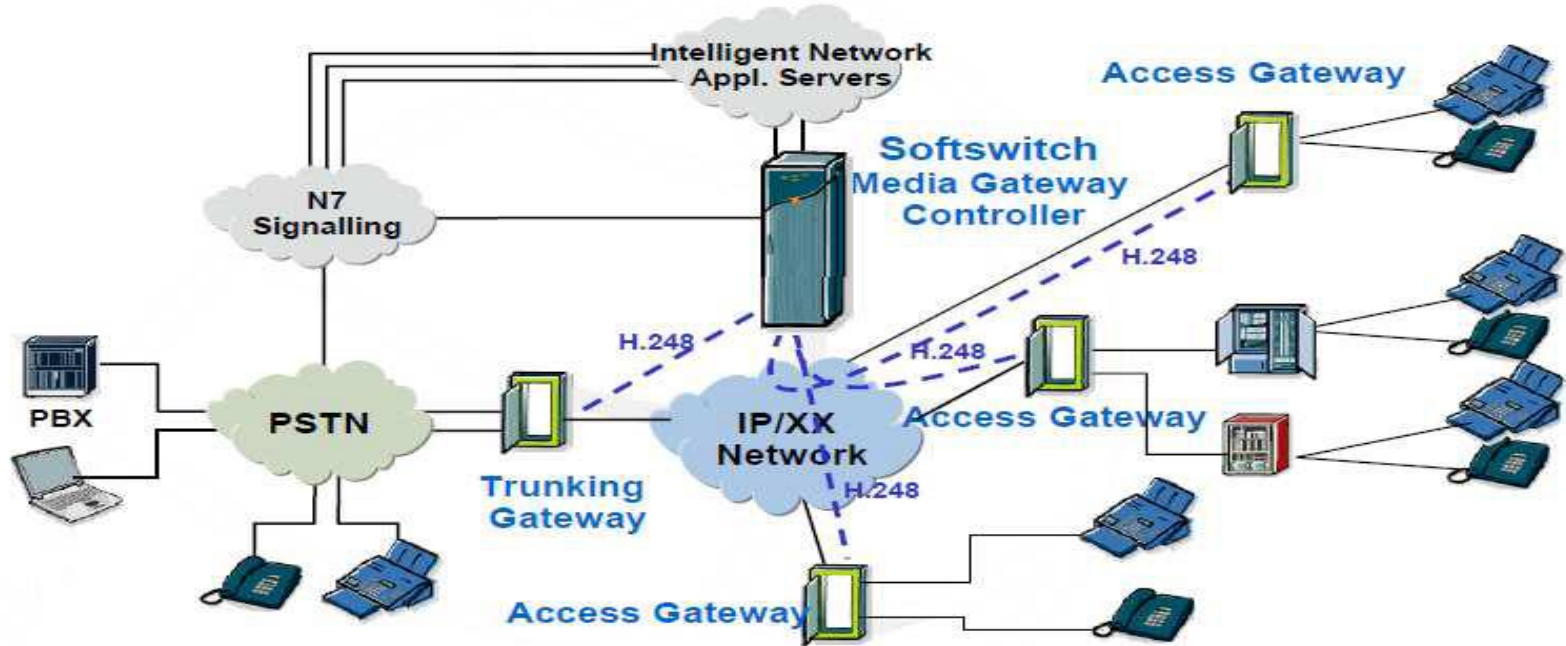
TECNOLOGIAS EN REDES WAN

NGN



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

NGN: Arquitectura y Elementos de Red



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

NGN: Elementos

Pasarela de Acceso - Access Gateway: Equipos que permiten la conexión de líneas de abonado a la red de paquetes. Es decir, convierten los flujos de tráfico de acceso analógico (POTS) o los mecanismos de acceso de 2Mb/s en paquetes.

Pasarela de Enlaces – Trunking Gateway: Equipos que permiten trabajar conjuntamente las redes telefónicas clásica TDM y de paquetes, convirtiendo flujos de circuitos/enlaces TDM (64kbps) en paquetes de datos, y viceversa.

Pasarela de Señalización (SG) Signaling Gateway: Equipos que proporcionan la conversión de señalización entre la red NGN y otras redes. (Ej: STP en SS7).

Redes de Paquetes – Packet Network: La información es empaquetada en unidades de tamaño variable con cabeceras de control que permiten el enrutamiento y entrega apropiados. (IP sobre varias posibilidades de transporte ATM, SDH, WDM...).

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

NGN: Elementos

Softswitch / MGC - Media Gateway Controller: Es el mecanismo que provee el “control de provisión de servicio” en la red. Maneja el control de las Pasarelas de Medio (Acceso y/o Enlace) vía protocolo H.248. Realiza la función de una pasarela de señalización o usa una pasarela de señalización para trabajar conjuntamente con la red de señalización RTPC N7. Provee conexión a los servidores de Red inteligente/aplicaciones para proveer los mismos servicios que los disponibles para los abonados TDM.

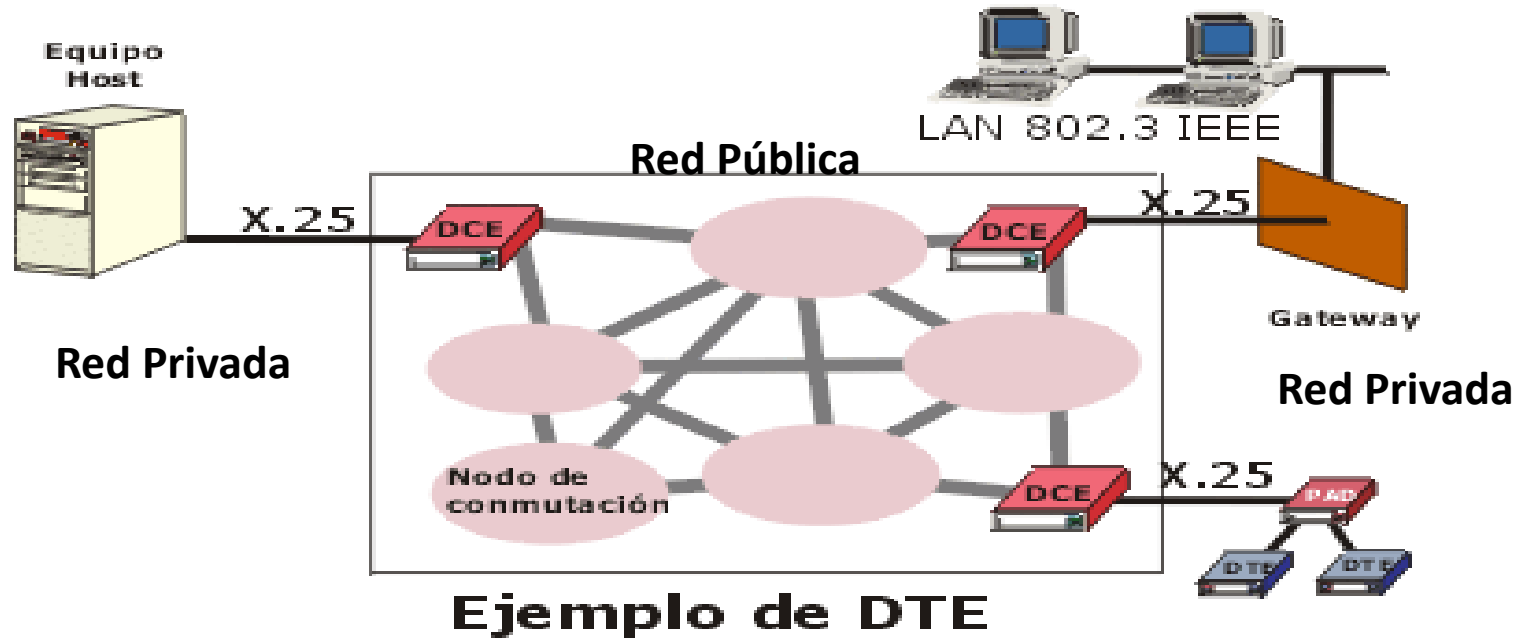
Protocolo H.248: Protocolo estándar definido por la UIT-T (MEGACO) para la gestión de sesiones y señalización.

MPLS: Protocolo que asigna etiquetas a los paquetes para permitir a los enrutadores tratar y enviar los flujos en los caminos de la red, de acuerdo a las prioridades de cada categoría.

CAC - Media Gateway Controller: Para aceptar o rechazar el tráfico entrante en la red y que cumpla Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA).

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Conmutación de paquetes: X.25



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

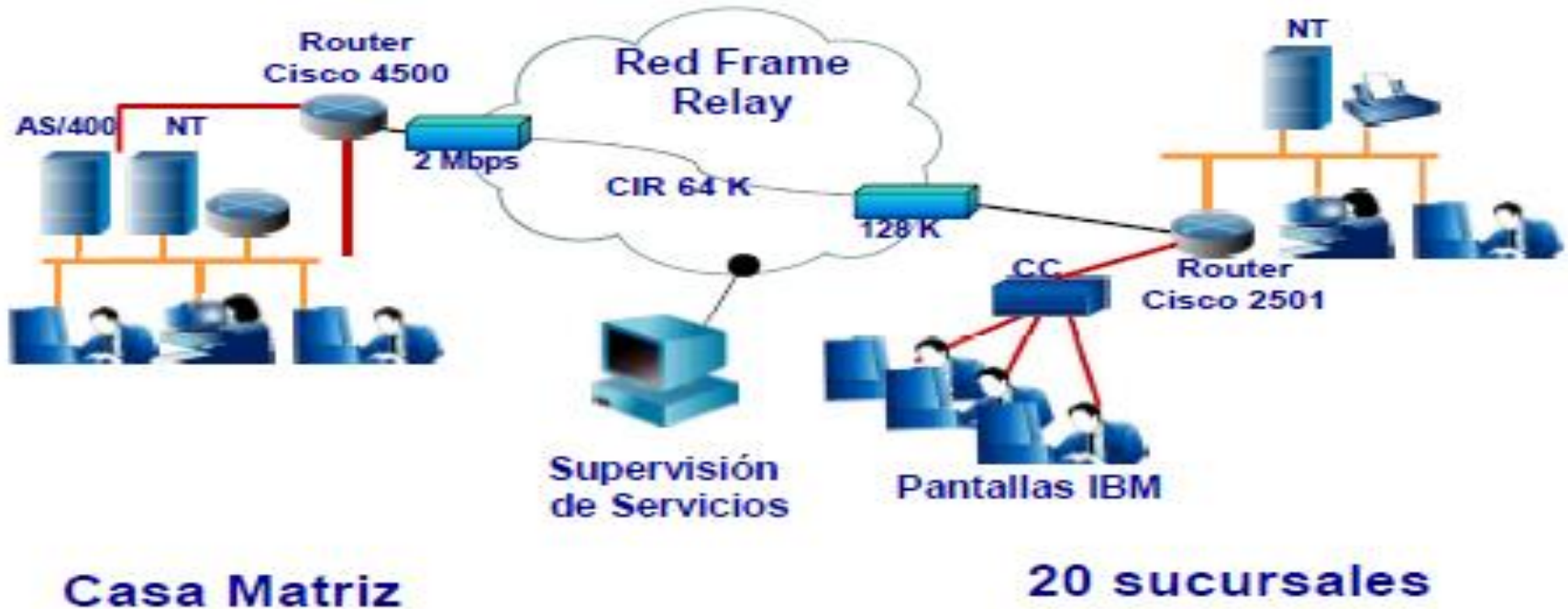
X.25

Características:

- En uso comercial desde en 1976
- La multiplexación de circuitos virtuales tiene lugar en la capa 3.
- Tanto la capa 2 como la 3 incluyen mecanismos de control de flujo y de errores.
- Utilizado mundialmente para redes de conmutación de paquetes.
- La funcionalidad se especifica en tres niveles:
 - Capa física. X.21
 - Capa de enlace. **Link Access Protocol Balanced**. (LAPB)
 - Capa o nivel de paquete. Circuito Virtual
- Eficiente en circuitos poco confiables (analógicos).
- **Solo para Datos** (vel. desde 9,6 Kbps a 64 Kbps)

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Conmutación de paquetes: Frame Relay



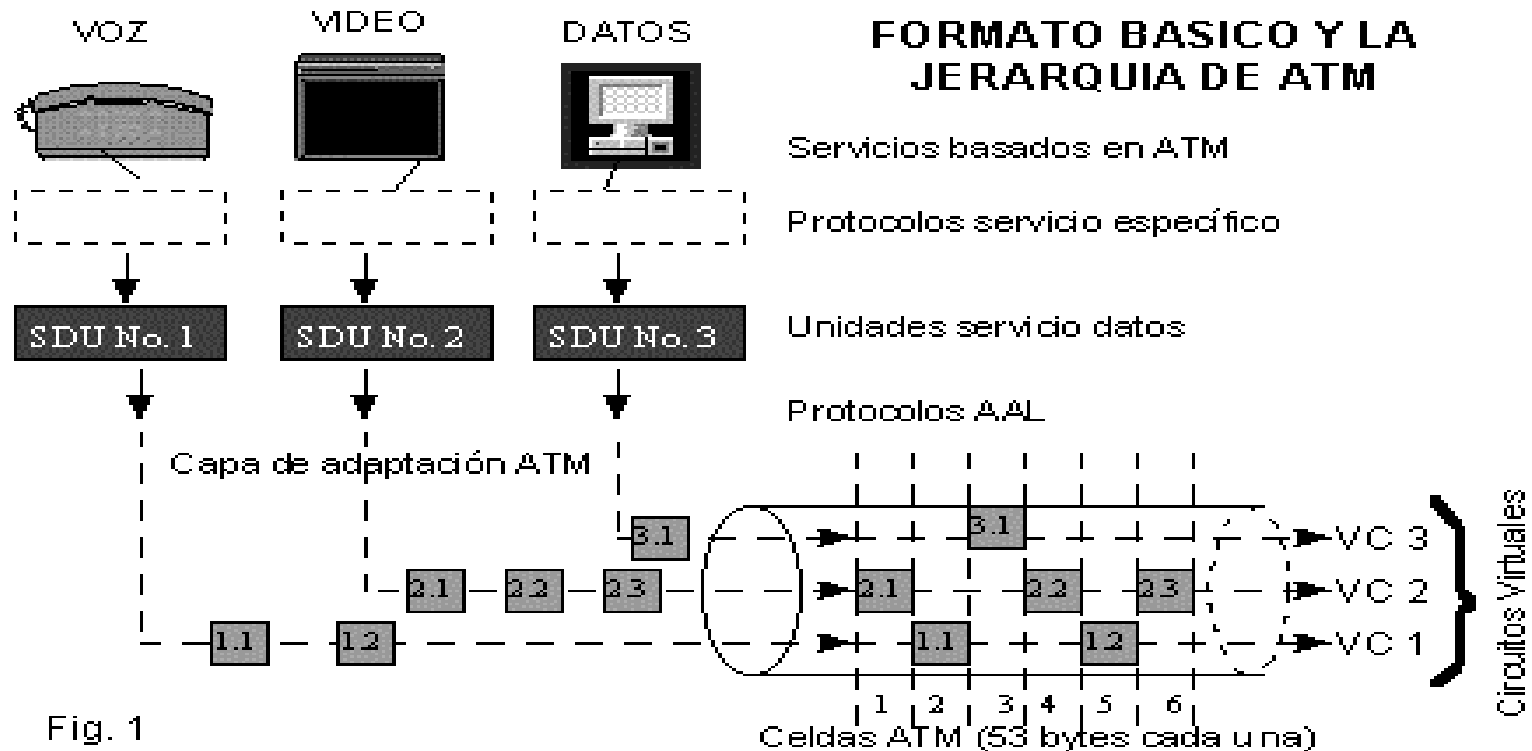
TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Frame Relay

- En uso comercial desde inicios de los 80
- Se diseñó para proporcionar un esquema de transmisión más eficiente que el proporcionado por X.25. **Solo Datos.**
- Trabaja en capa 2, no maneja funciones de control de flujo e integridad de datos, lo que lo permite velocidades mucho mayores
- Se utiliza principalmente para la interconexión de Redes LAN y WAN sobre redes publicas y privadas.
- Anchos de banda entre 64 Kbps y 2048 Kbps. Lo que ya es bajo.
- Si hay congestión se desechan paquetes.
- Garantiza un cierto ancho de banda, CIR que se acuerda con el carrier.

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Conmutación de paquetes: ATM



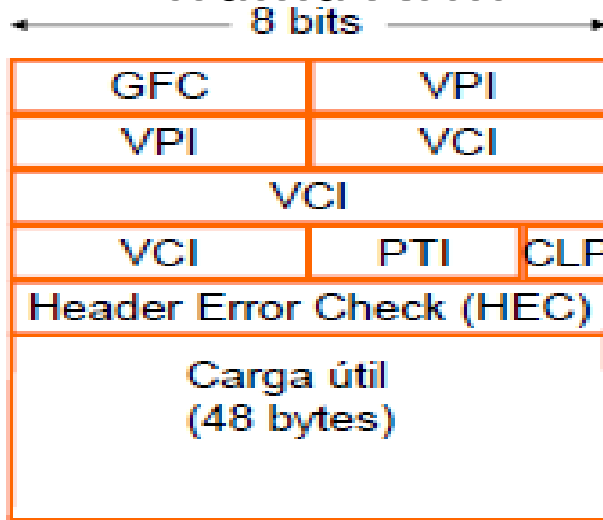
TECNOLOGIAS EN REDES WAN

El Modo de Transferencia Asíncrono (ATM)

- Pretende resolver dos problemas: mayor ancho de banda y rápida conmutación que permita tomar bits de un enlace y llevarlos velozmente a otro enlace de la misma red, trabaja en capa 2.
- Se hace público en 1988 por parte del CCITT.
- Permite la transferencia simultánea de datos y voz a través de la misma línea, es orientado a conexión pero sin acuse de recibo.
- Velocidades desde 25 Mbps a 622 Mbps (>2 Gbps en fibra óptica).
- Las Celdas o Tramas son de tamaño fijo 53 bytes (5 octetos de cabecera y campo de información de 48 octetos).
- Existen dos tipos de conexiones ATM:
 - Virtual Paths** (VP-Rutas virtuales)
 - Virtual Channel** (VC-Canal Virtual)

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

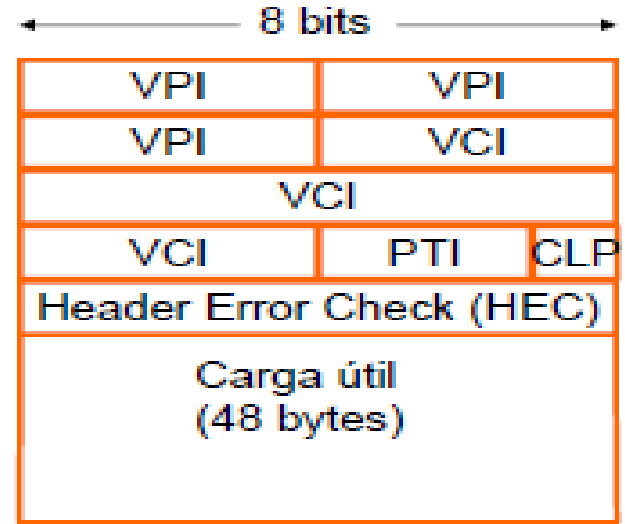
Trama ATM



Celda UNI

DTE-DCE

- GFC: Generic Flow Control. No usado
- VPI: Virtual Path Identifier. Hasta 256 (UNI) o 4096 (NNI).
- VCI: Virtual Channel Identifier. Hasta 65536.
- PTI: Payload Type Identifier. 3 bits.
- CLP: Cell Loss Priority. 1 bit.
- HEC: Es un CRC de toda la cabecera. 8 bits.



Celda NNI

DCE-DCE

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

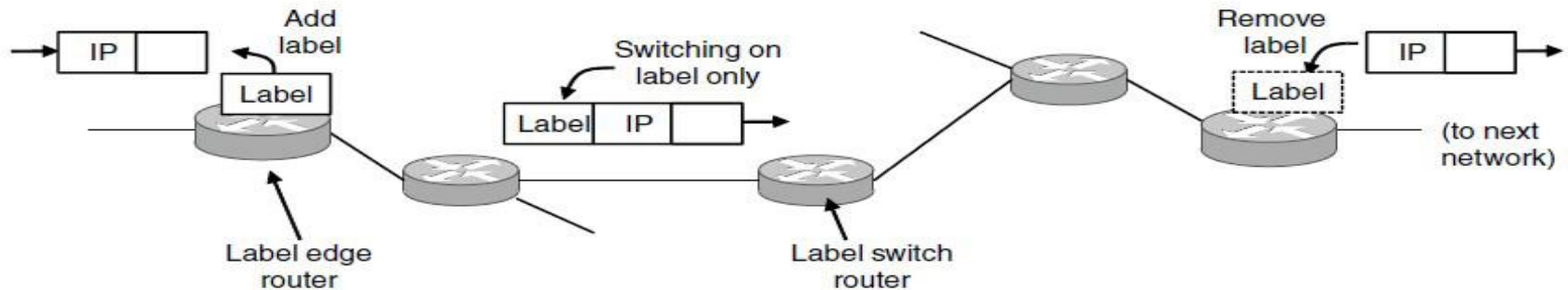
Comparación redes de conmutación de paquetes

Red	Apogeo	Velocidad típica	Paquete máximo	Protecc. errores nivel de enlace	Orientado a
X.25	1985-1996	9,6 - 64 Kb/s	128 bytes	CRC del paquete con confirmación del receptor	Solo Datos
Frame Relay	1992 -	64 - 2 Mb/s	8192 bytes	CRC del paquete	Solo Datos
ATM	1996 -	34 - 155 Mb/s	53 bytes	CRC de cabecera solamente	Datos, voz y vídeo

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

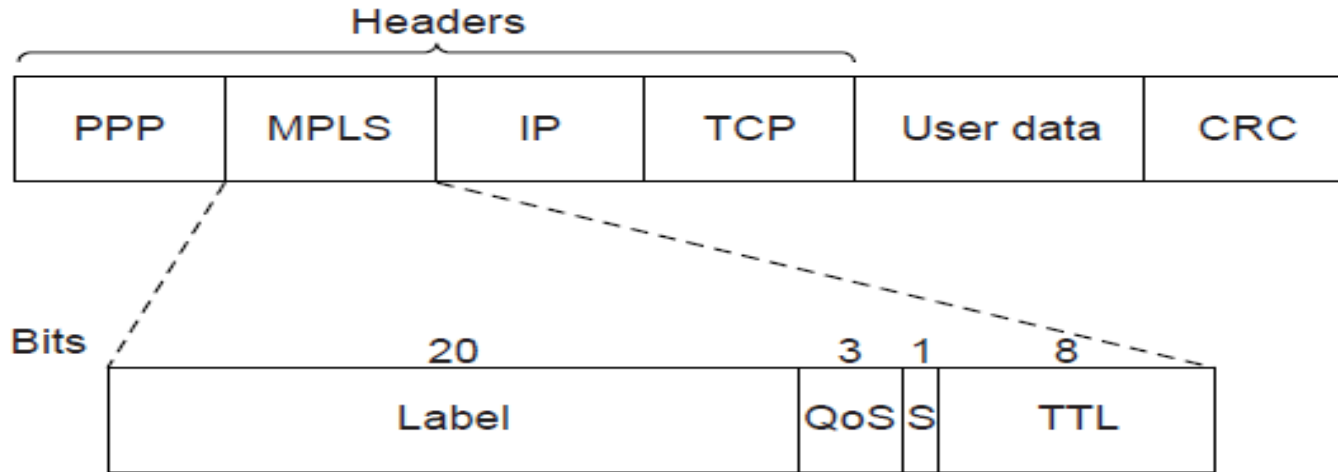
- La etiqueta agregada basada en la dirección IP entrando a una red MPLS (ejemplo, ISP) y es removida cuando la abandona
- El reenvío solo usa la etiqueta dentro de la red MPLS



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

MPLS

- Conmutación por etiquetas
- Envía paquetes a través de rutas establecidas; ISPs pueden usarlo para QoS
- La ruta es indicada con una etiqueta debajo de la capa IP



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

MPLS

- Es un mecanismo para enviar y entregar de datos estándar creado por la IETF y definido en el RFC 3031.
- Opera entre la capa de enlace de datos (2) y la capa de red OSI (3).
- Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes.
- Ha reemplazando rápidamente A Frame Relay y ATM.
- Es una red de alta fiabilidad y mayor rendimiento, reduciendo los costos generales mediante una mayor eficiencia de la red.
- Su capacidad para dar prioridad a los paquetes que transportan tráfico de voz hace que sea la solución perfecta para llevar VoIP.
- Surge al combinar los algoritmos de re-envío usados en ATM e IP.

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

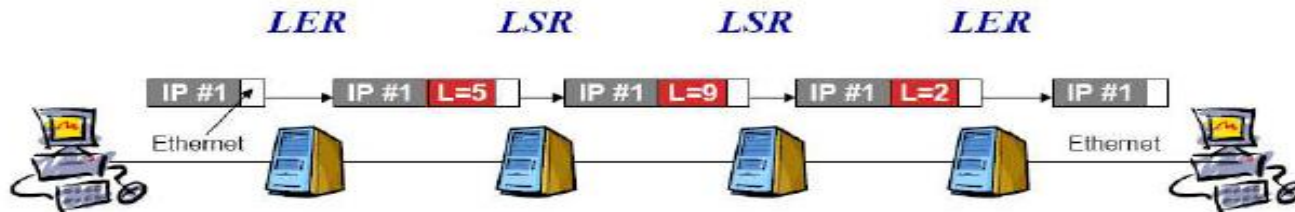
MPLS - Componentes

Label Edge Router – LER

- Son routers residentes al borde de la red MPLS.
- Su función es asignar y remover las etiquetas de los paquetes.
- Soportan múltiples Gateways conectados a redes no similares (tales como Frame relay, ATM y Ethernet).

Label Switching Router – LSR

- Son routers de alta velocidad en el core de una red MPLS.
- Switches ATM pueden ser usados como LSRs sin cambiar su hardware. Capa de switching es equivalente a switcheo VP/VC (Virtual path/circuit).



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

MPLS

Ventajas

- Mejora desempeño de re-envío de paquetes en la red
- Soporta QoS y CoS (clases de servicio) para diferentes servicios
- Soporta escalabilidad de la red
- Integra IP y ATM en la red
- Construye redes inter-operables

Desventajas

- Se agrega una capa adicional
- Los routers deben entender MPLS

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

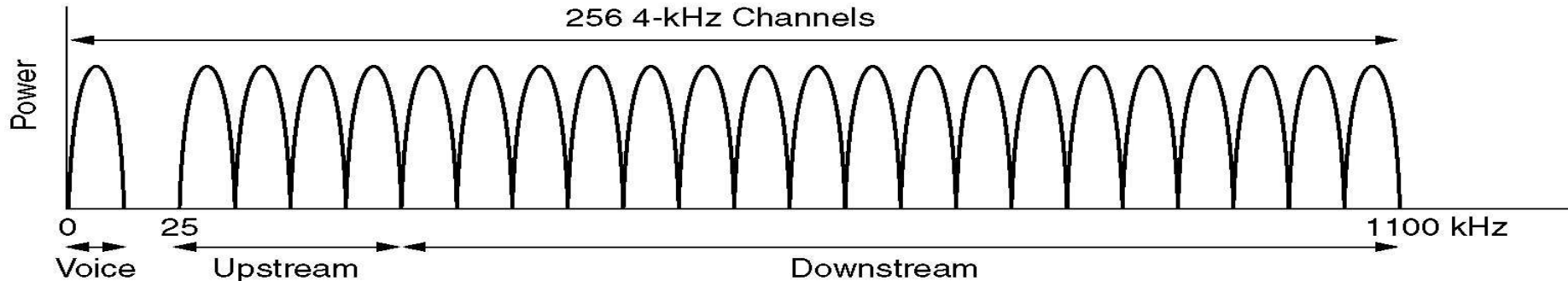
General Multiprotocol Label Switching (GMPLS)

- Es la versión extendida de MPLS para abarcar la división en el tiempo, (por ejemplo, SONET/SDH, PDH, G.709), longitudes de onda (landas) y conmutación espacial.
- Enfocado al plano de control de las distintas capas ya que cada una de ellas pueden usar físicamente diferentes tipos de datos. Permite cubrir la señalización y la parte de enrutamiento.
- Difiere del tradicional MPLS en que soporta múltiples tipos de conmutación.
- En esta arquitectura los routers de conmutación por etiquetas LSR reconocen los límites de las celdas y procesan sus cabeceras.

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL):

- Es un método para aprovechar el cable telefónico del abonado que permite enviar señales de banda ancha para incrementar de forma importante el ancho de banda total para el envío y recepción de datos del usuario.
- Utiliza técnicas de multiplexación de frecuencias (FDM), para enviar por el mismo canal señales de voz, y canales ascendentes y descendentes de datos.
- Los anchos de banda up y down no son iguales.

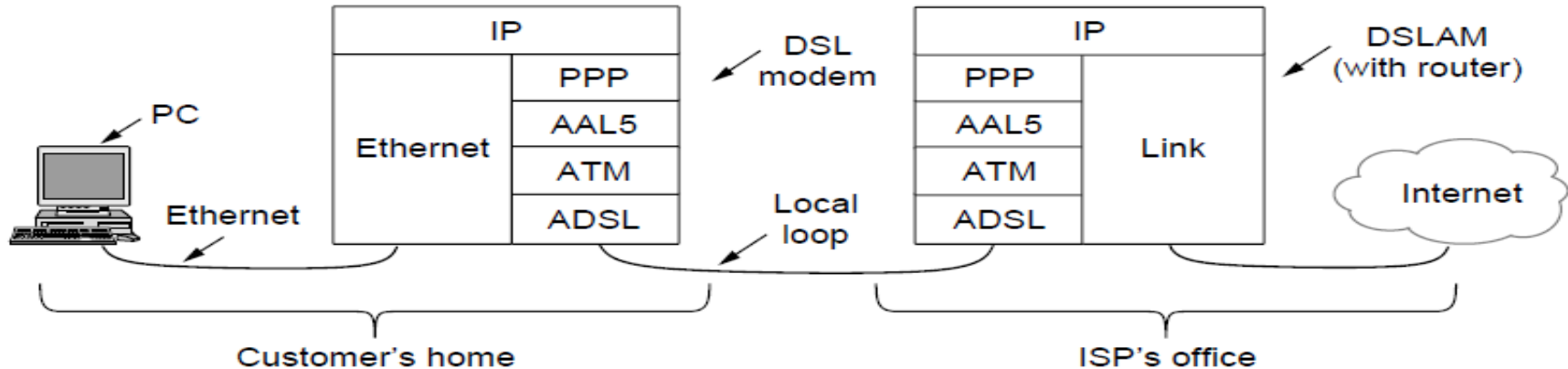


TECNOLOGIAS EN REDES WAN

ADSL:

Ampliamente utilizada por los lazos locales de banda ancha de internet

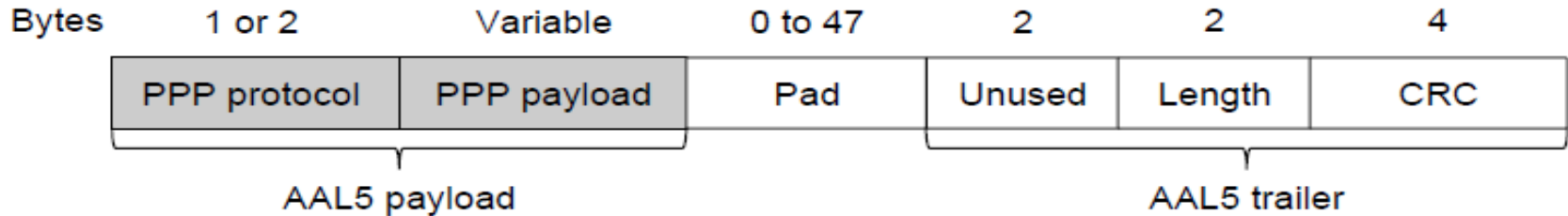
- ADSL utiliza un modem (cliente) y un router o DSLAM (ISP)
- Paquetes IP son enviados sobre PPP y AAL5/ATM



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

ADSL:

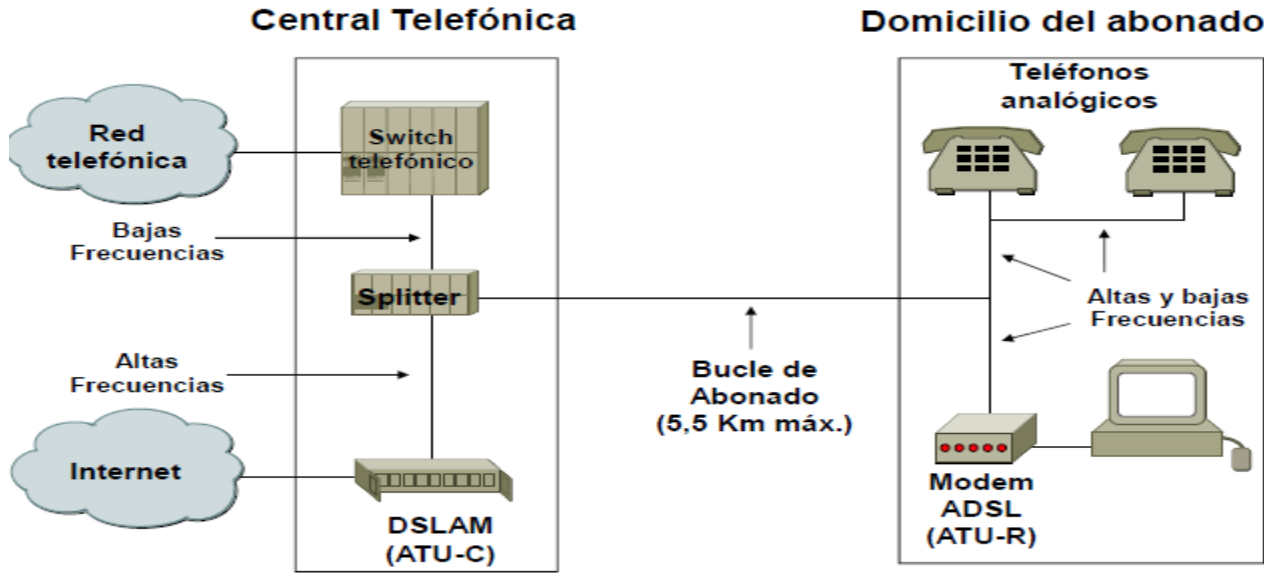
- Los datos usan PPP y son enviados en tramas AAL5 sobre celdas ATM
- ATM utiliza celdas fijas cortas (53 bytes) cada una tiene un identificador de circuito virtual
- AAL5 es un formato para enviar paquetes sobre ATM
- La trama PPP se convierte en una trama AAL5 (PPPoA)



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

ADSL G.Lite o 'splitterless'

- En ADSL se instala en el usuario un filtro de frecuencias o splitter
- ADSL G.Lite suprime el splitter. También se llama ADSL Universal.
- Sin splitter hay más interferencias en altas frecuencias.
- Es más caro y menos eficiente, pero es más barata la instalación.



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

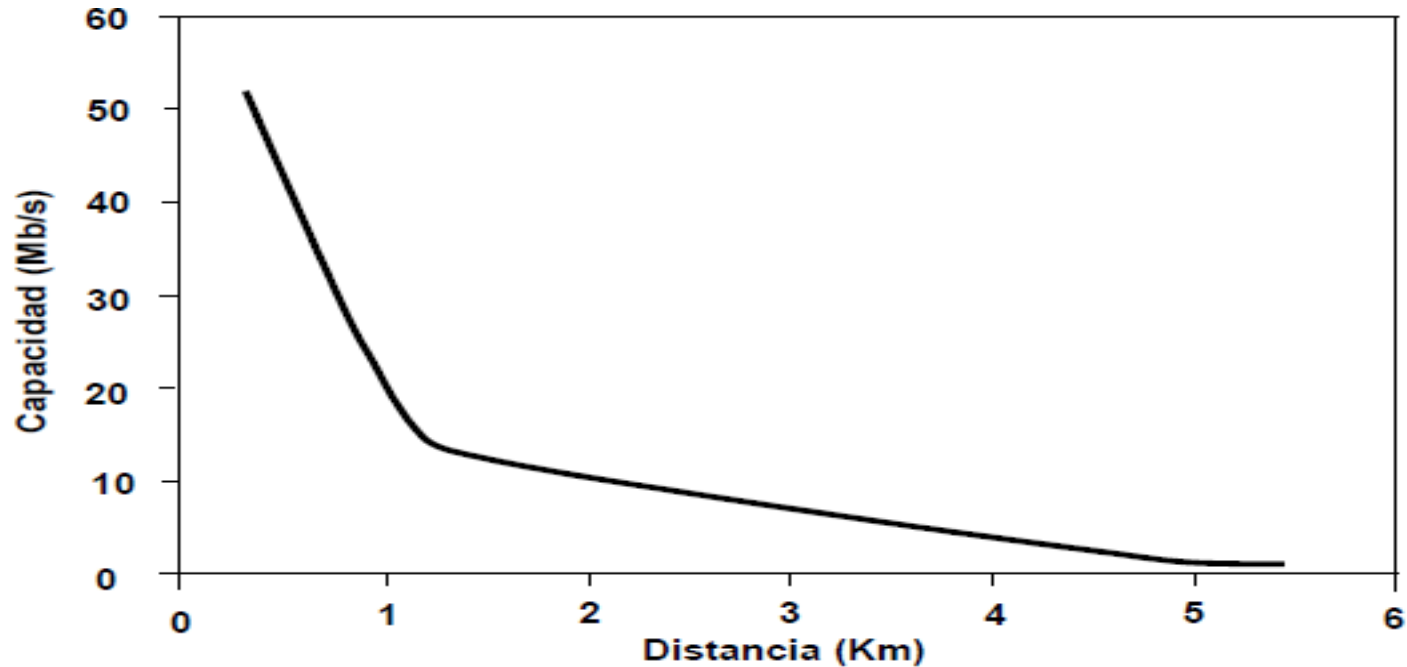
VDSL (Very high speed DSL)

- Es el 'super-ADSL'. Permite capacidades muy grandes en distancias muy cortas.
- Las distancias y caudales en sentido descendente son:

300m	51,84 – 55,2 Mb/s
1000m	25,92 – 27,6 Mb/s
1500m	12,96 – 13,8 Mb/s
- En ascendente se barajan tres alternativas:
 - 1,6 a 2,3 Mbps/s
 - 19,2 Mbps
 - Igual que en descendente (simétrico).

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Comparación ADSL - VDSL



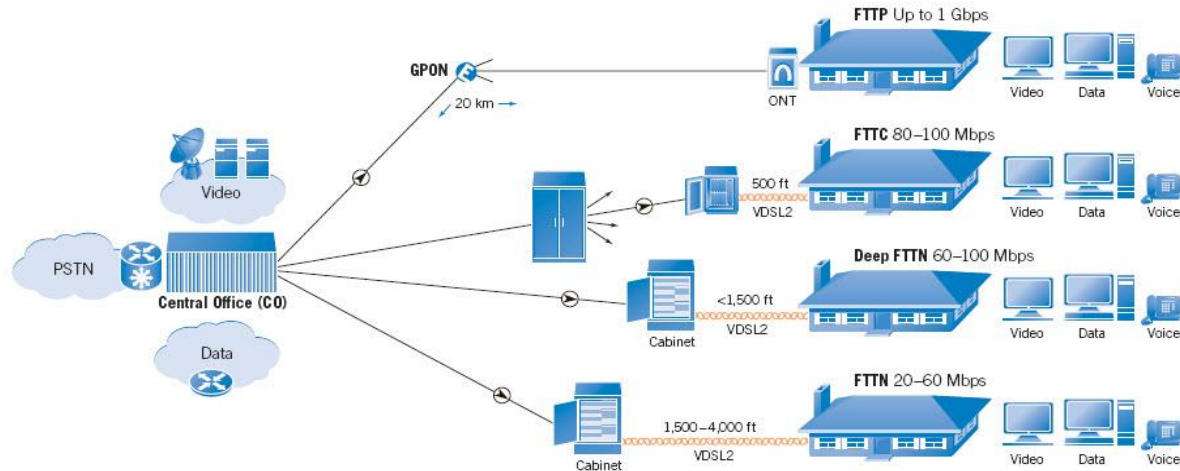
Ámbito de ADSL

Ámbito de VDSL

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Fiber to the X (FTTX)

- Es un termino genérico utilizado en las redes de fibras ópticas para indicar que es usada en lazos locales o ultimas millas para conectar a los clientes.
- Se divide en dos grupos:
 - El transporte sobre fibra al edificio del cliente **FTTP/H/B** (hogar, Edificio).
 - El transporte sobre fibra al armario final **FTTC/N** (gabinete, nodo), en este caso la ultima milla termina sobre cobre.



TECNOLOGIAS EN REDES WAN

Fiber to the X (FTTX): Distribución de Redes Ópticas

Fibra Directa: Es la mas simple la fibra va desde el proveedor al cliente. Todo el ancho de banda se asigna al clientes. Es costosa.

Fibra Compartida: Es el esquema mas común. Múltiples clientes comparten una fibra y solo al estar cerca de sus facilidades se le entrega el ancho de banda correspondiente, sobre fibra o cobre.

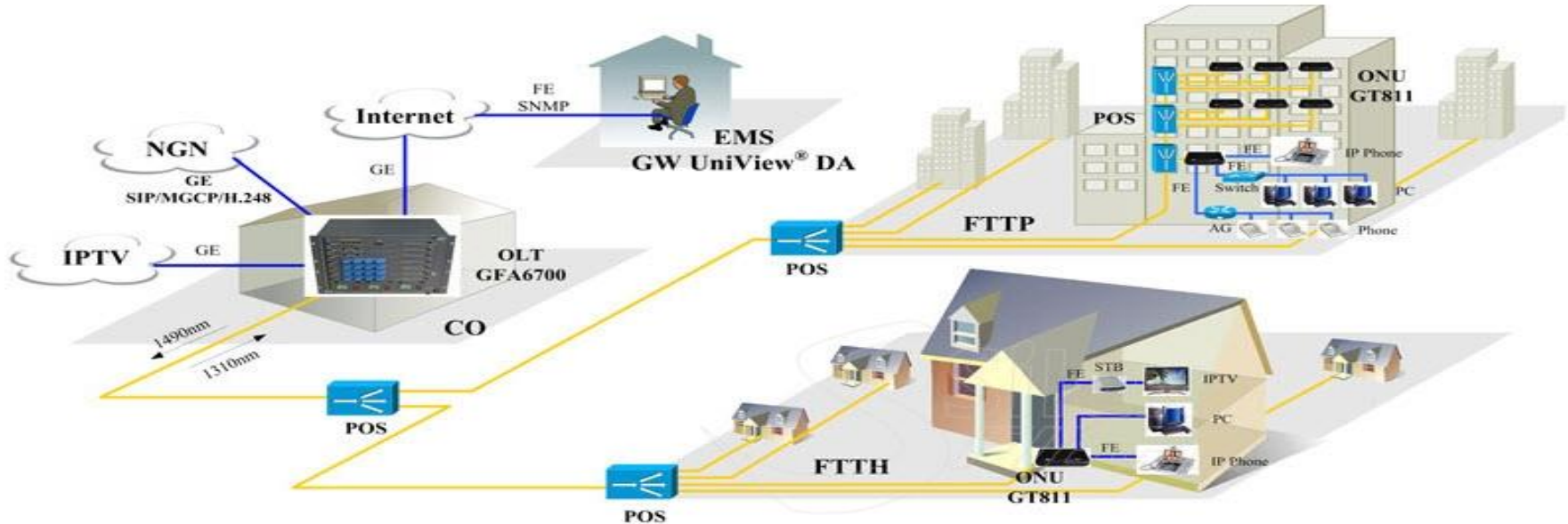
Active optical network (AON) (Red óptica activa): Es un esquema compartido que utiliza Switcheo (capa 2 y/o 3) o Routers para distribuir la data a cada cliente.

Passive optical network (PON) (Red óptica pasiva): Esquema compartido que entrega la misma data a todos los clientes.

Ethernet point-to-point (PPPoE): Servicio que se ha hecho muy popular para entregar múltiples tipos de datos a los clientes (voz, video, redes, mobiles, etc).

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

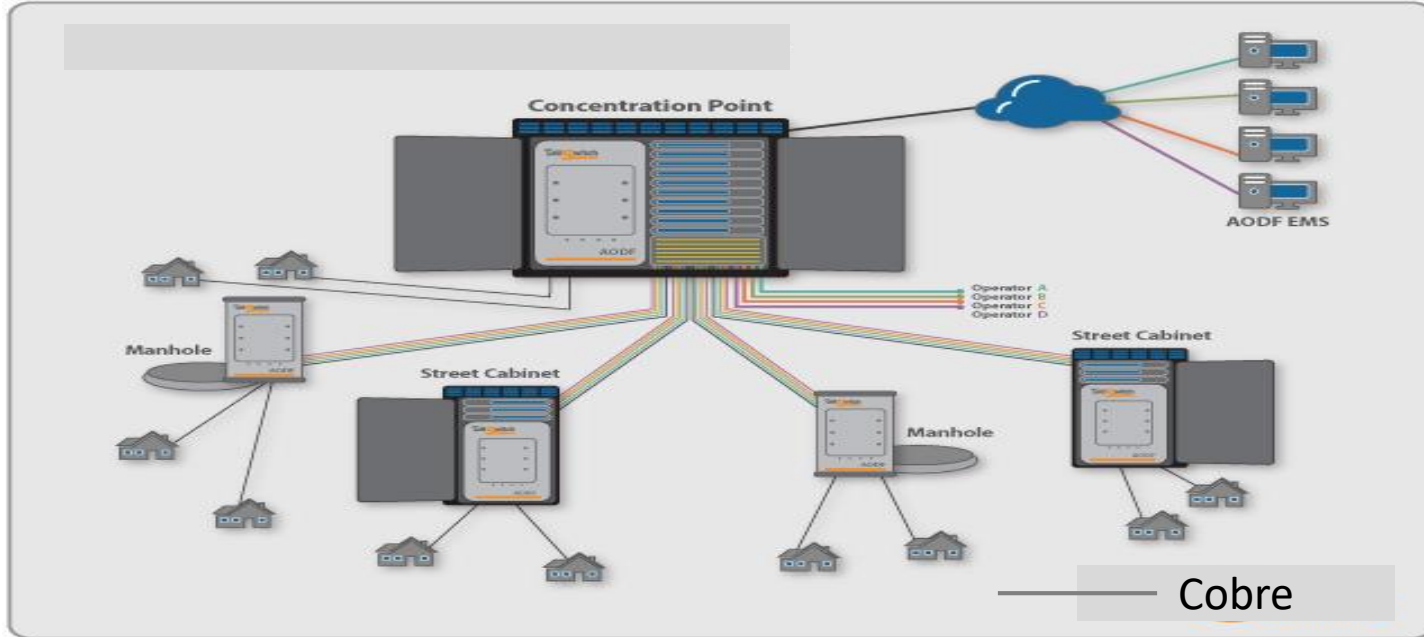
FTTP/H: Diagrama



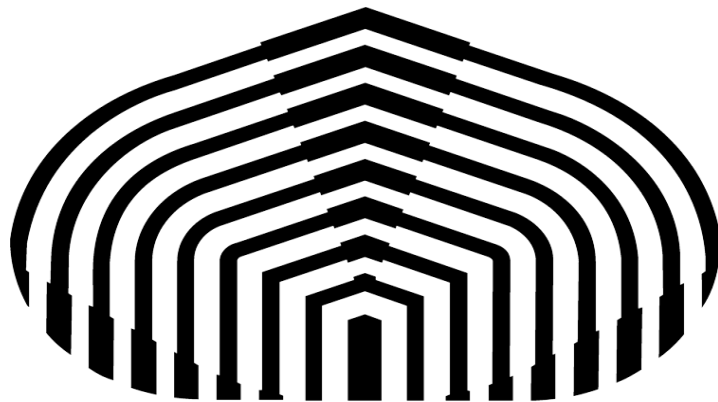
Se puede considerar lo mismo: **FTTP** (*fiber to the premises*): **FTTB** (*fiber to the building, business, or basement*-. **FTTD** (*fiber to the desktop*). **FTTO** (*fiber to the office*). **FTTE / FTTZ** (*fiber to the enclosure or fiber to the zone*). **FTTF** (*fiber to the frontage*)

TECNOLOGIAS EN REDES WAN

FTTC/N: Diagrama



Se puede considerar lo mismo: **FTTC / FTTK** (*fiber to the curb/kerb, closet, or cabinet*). **FTTN / FTTLA** (*fiber to the node, neighborhood, or last amplifier*). **FTTdp** (*Fibre To The Distribution Point*).



USB