

Bloque III

Redes de Computadores

Sistemas Telemáticos
2010-2011

Rafael Sebastian
Departamento de Informática
Escuela Técnica Superior de Ingenierías
Universitat de València





Índice de contenido

- Conceptos de redes
- Redes de área local (LAN)
- **Redes de área amplia (WAN)**
- Enrutamiento
- Protocolo de red: IP
- Protocolo de transporte: TCP
- Aplicaciones



Objetivos sección

- ☑ Describir los principios de funcionamiento de una red de área amplia (WAN)
- ☑ Tecnologías y estándares a nivel físico en redes WAN
- ☑ Conexiones punto a punto
- ☑ Tecnologías ADSL, Frame Relay y RDSI



Conceptos de redes

- **Generalidades**
- Líneas punto a punto (PPP)
- RDSI
- Frame Relay
- ADSL



Que es una WAN?

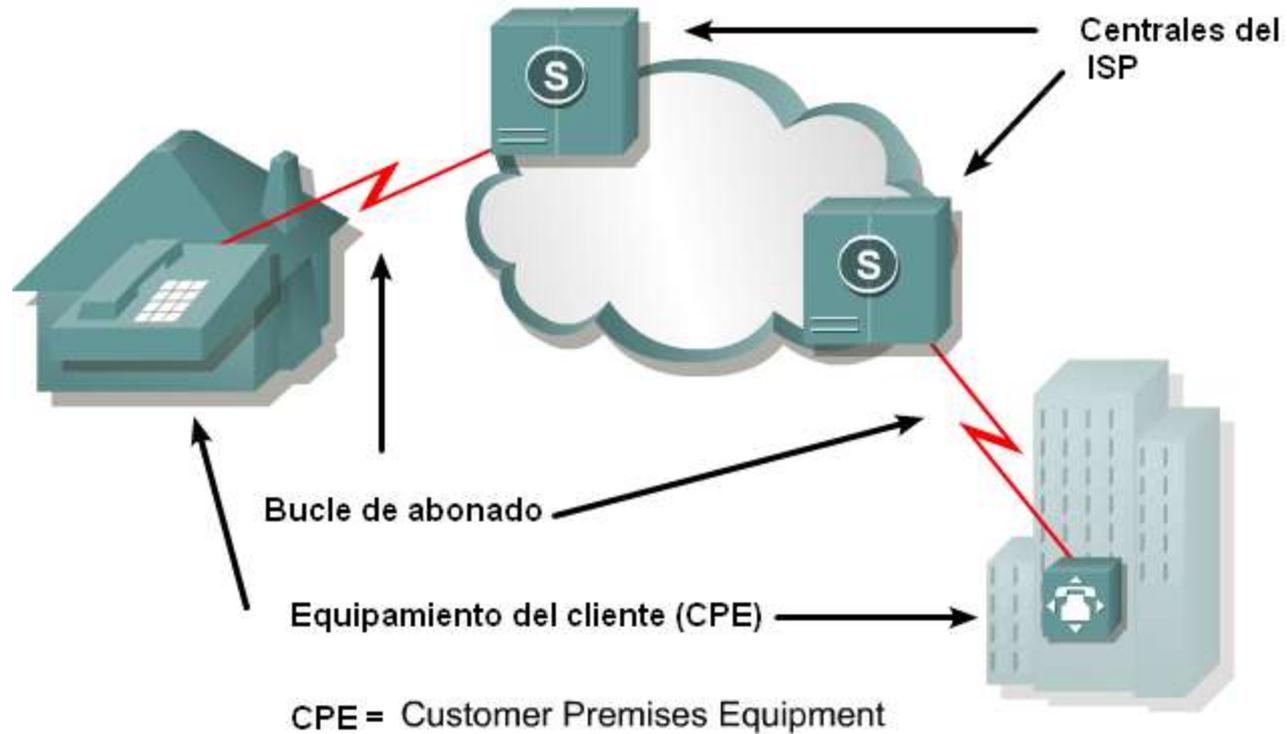
■ WAN:

- Red de comunicación de datos que opera más allá del alcance geográfico de una LAN
- es necesario suscribirse a un proveedor externo de servicios, como una compañía operadora local (ISP) para utilizar los servicios de red de una portadora WAN
- Tradicionalmente las tecnologías utilizadas para redes WAN han sido diferentes a las utilizadas para otras redes como LAN



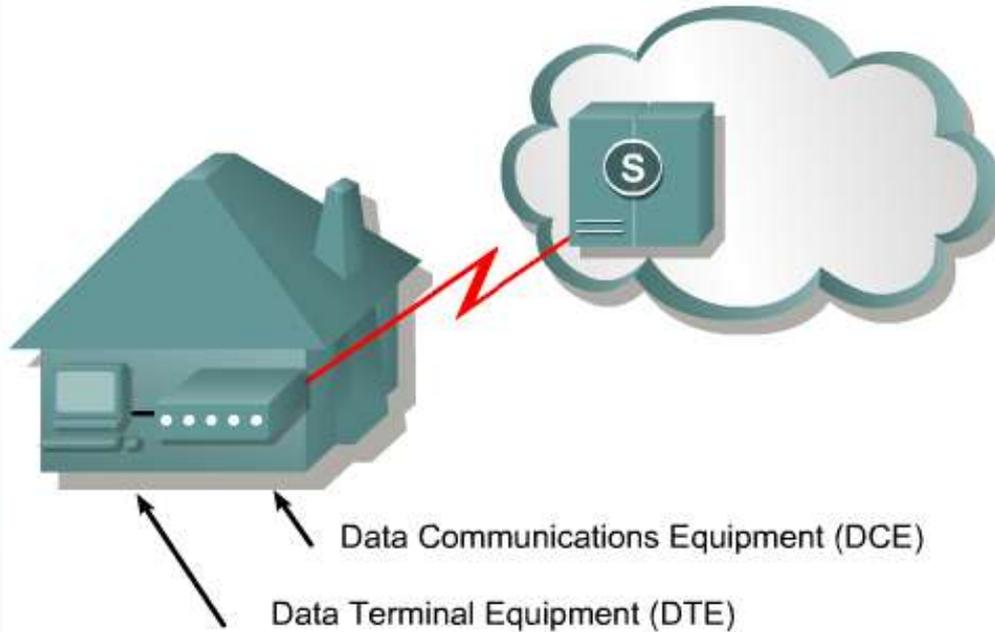
Componentes tecnológicos

Esquema global

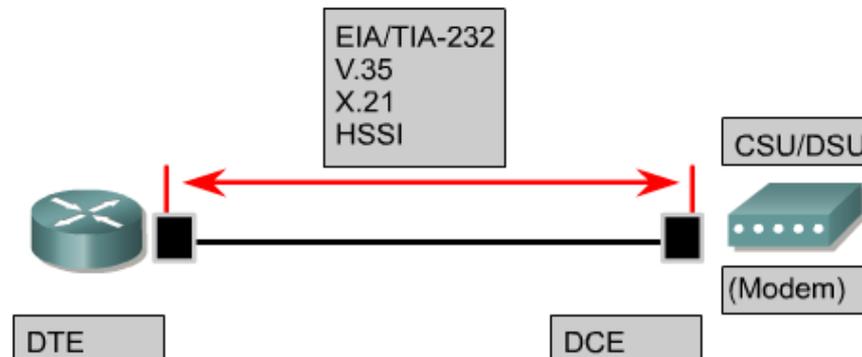




Componentes tecnológicos



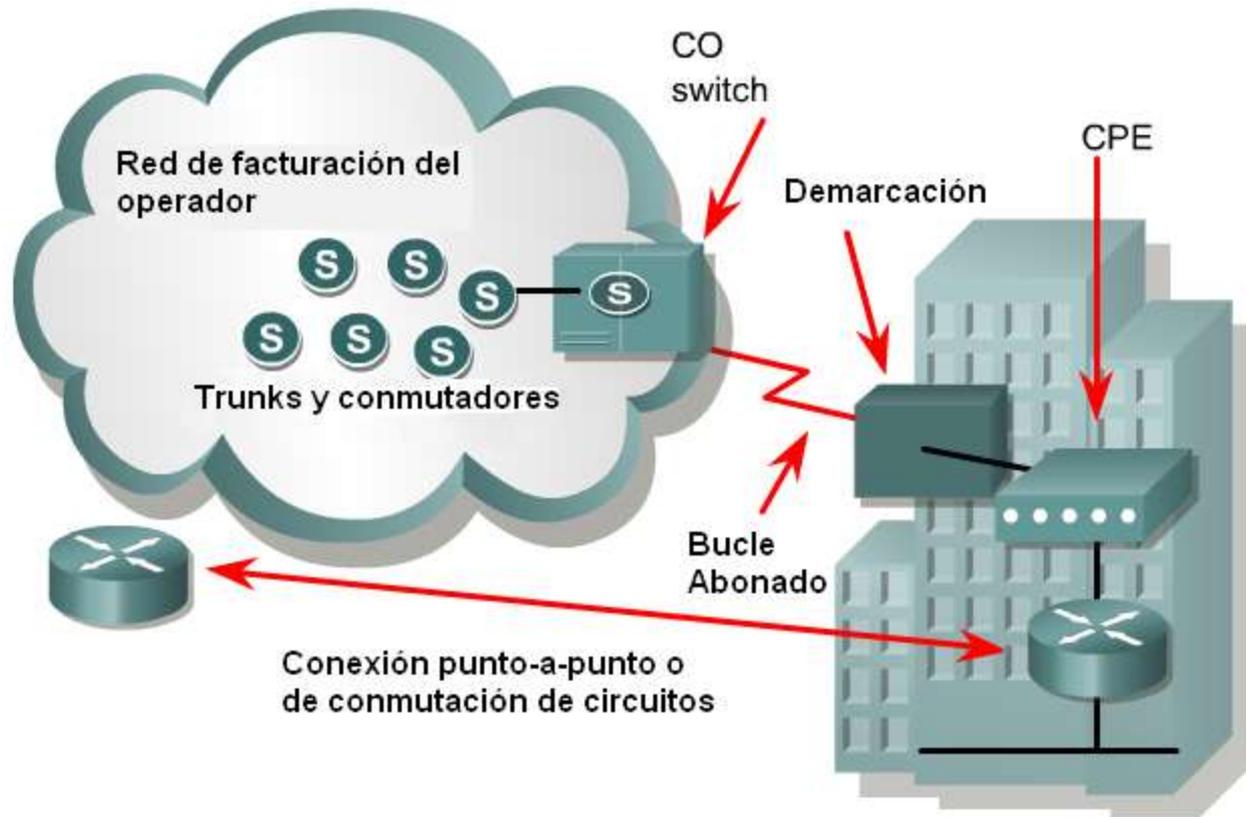
Esquema cliente





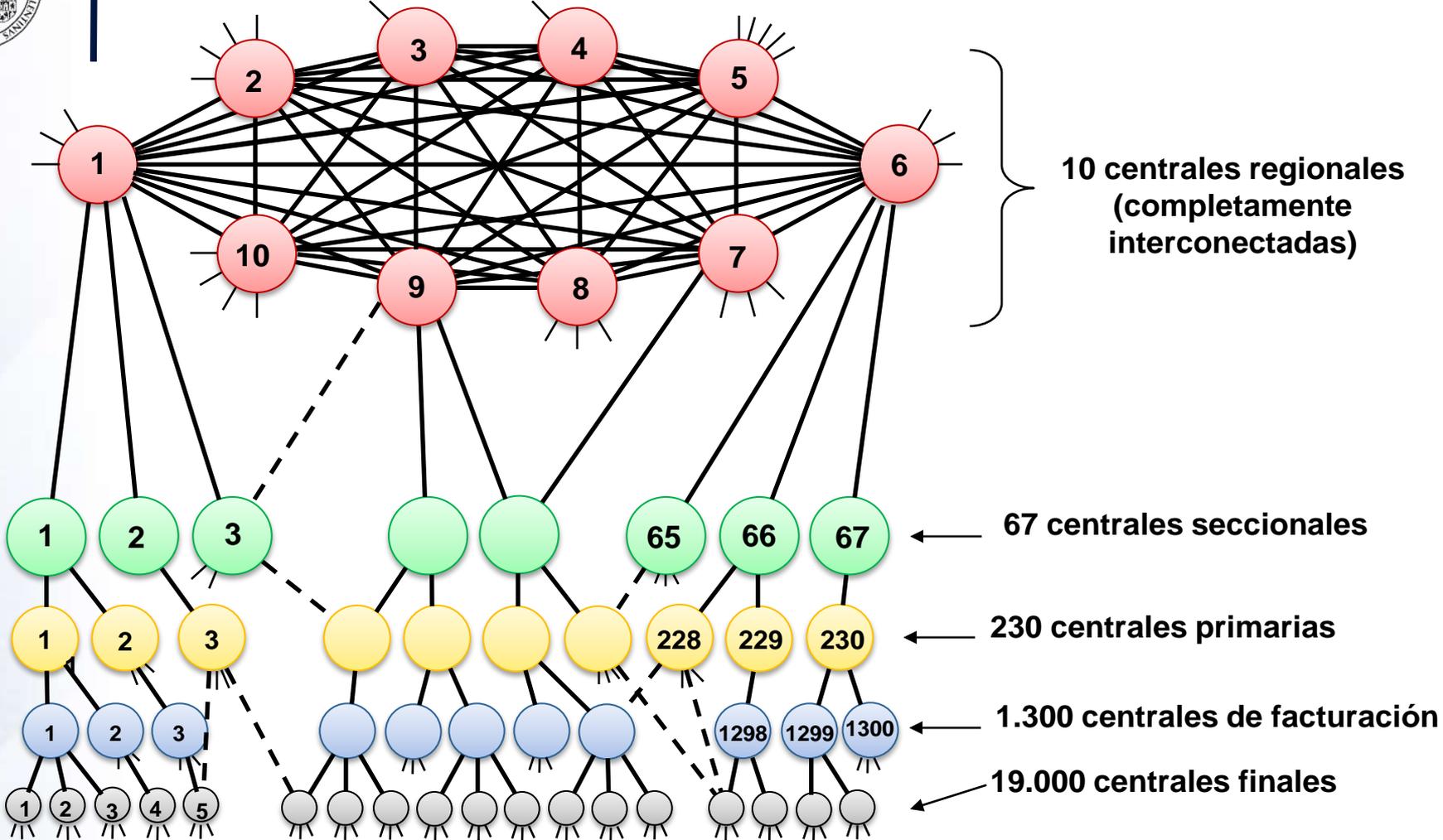
Componentes tecnológicos

Esquema proveedor de servicios





Esquema jerárquico (telefonía)



200 millones de teléfonos



Estándares WAN: Capa física

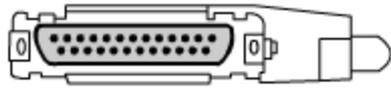
| Tecnologías WAN | | | | | |
|---|-----|-------------|--|---|--|
| HDLC | PPP | Frame Relay | ISDN BRI | Módem DSL | Módem por cable |
| EIA/TIA-232 EIA/TIA-449 X.21 V.24 V.35 Interfaz serial de alta velocidad (HSSI) | | | RJ-45 Nota: Las salidas de pin de BRI RDSI se diferencian de las salidas de pin para Ethernet | RJ-11 Nota: Funciona a través de la línea telefónica | F Nota: Funciona a través de la línea de TV por cable |

- La implementación de la capa física varía
- Las especificaciones del cable definen la velocidad del enlace



Estándares WAN: Capa física

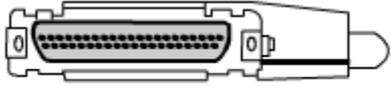
EIA/TIA-232



EIA/TIA-232

Permite velocidades de hasta 64 Kbps. El conector que se utiliza tiene 25 pins. Se conoce también como RS-232, y está diseñado para cortas distancias.

EIA/TIA-449/530



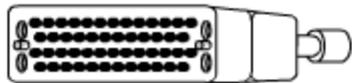
EIA/TIA-449



EIA-530

Similar a RS-232, pero ahora alcanzamos velocidades de hasta 2 Mbps. Utiliza 36 pines y permite distancias medias, superiores a RS-232.

V-35

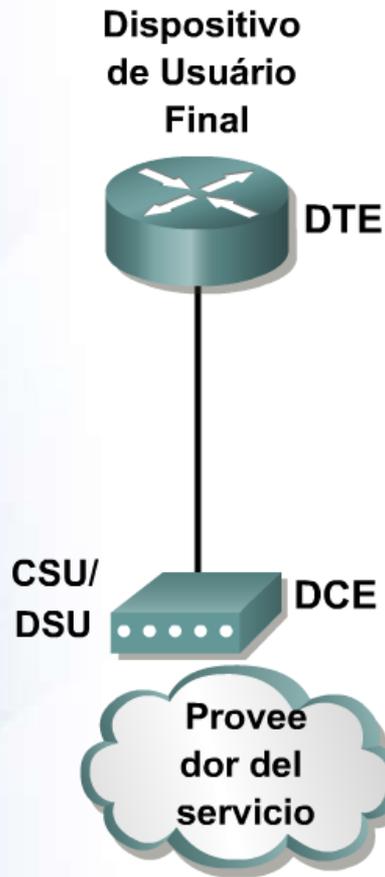


V.35

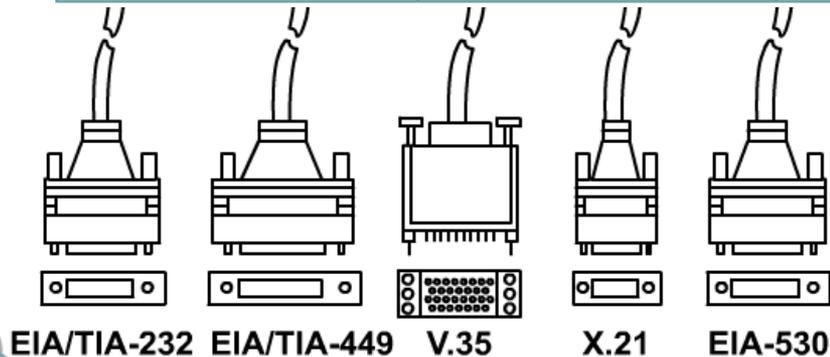
Estándar del ITU-T para comunicación síncrona entre un equipo de la red de acceso y la red de conmutación de paquetes. Utiliza conectores de 34 pins y alcanza velocidades de hasta 48 Kbps.



Resumen WAN: Capa física



| Datos (bps) | Distancia (Metros) EIA/TIA-232 | Distancia (Metros) EIA/TIA-449 |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2400 | 60 | 1250 |
| 4800 | 30 | 625 |
| 9600 | 15 | 312 |
| 19,200 | 15 | 156 |
| 38,400 | 15 | 78 |
| 115,200 | 3.7 | — |
| T1 (1.544 Mbps) | — | 15 |



Conexiones de red en CSU/DSU



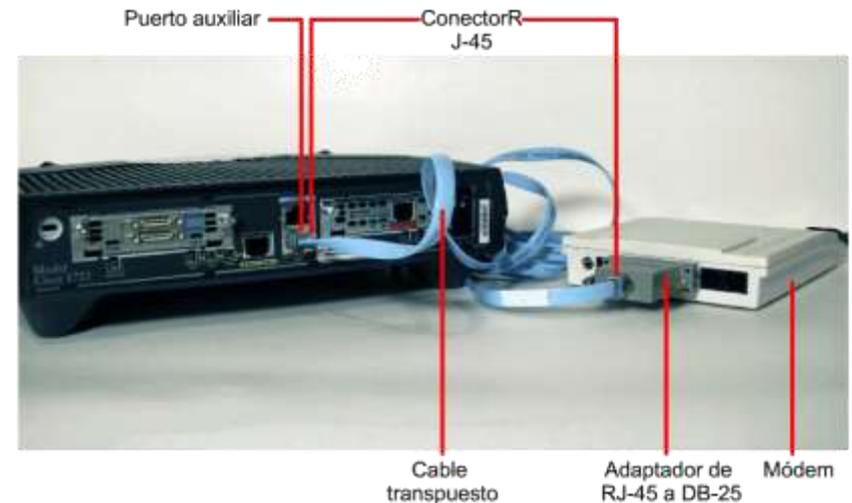
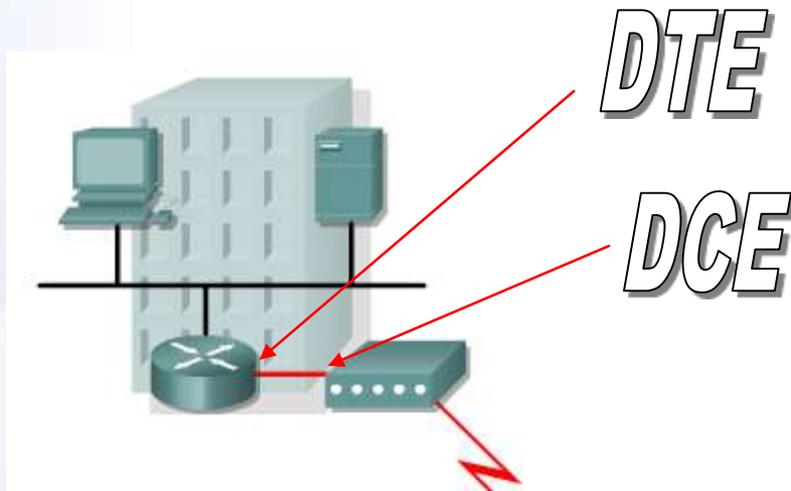
Estándares WAN: Capa física

Conexión Serie: Router - Modem

- **DCE**: data circuit equipment.
- **DTE**: data terminal equipment.

Los DCE son las interfaces que generan las señal de reloj (clock rate) y se configuran en la parte de la operadora.

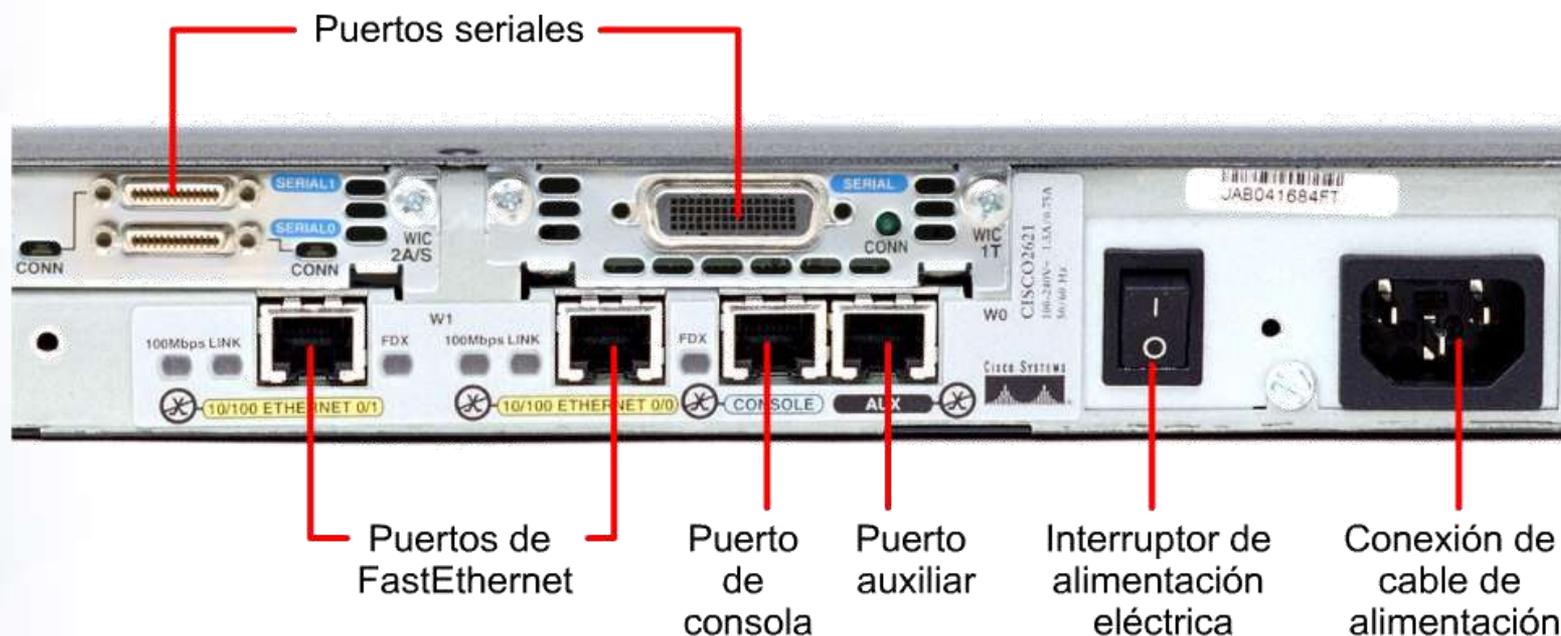
Físicamente, las interfaces DCE son hembra, p.ej V.35 hembra y los DTE macho.





Estándares WAN: Capa física

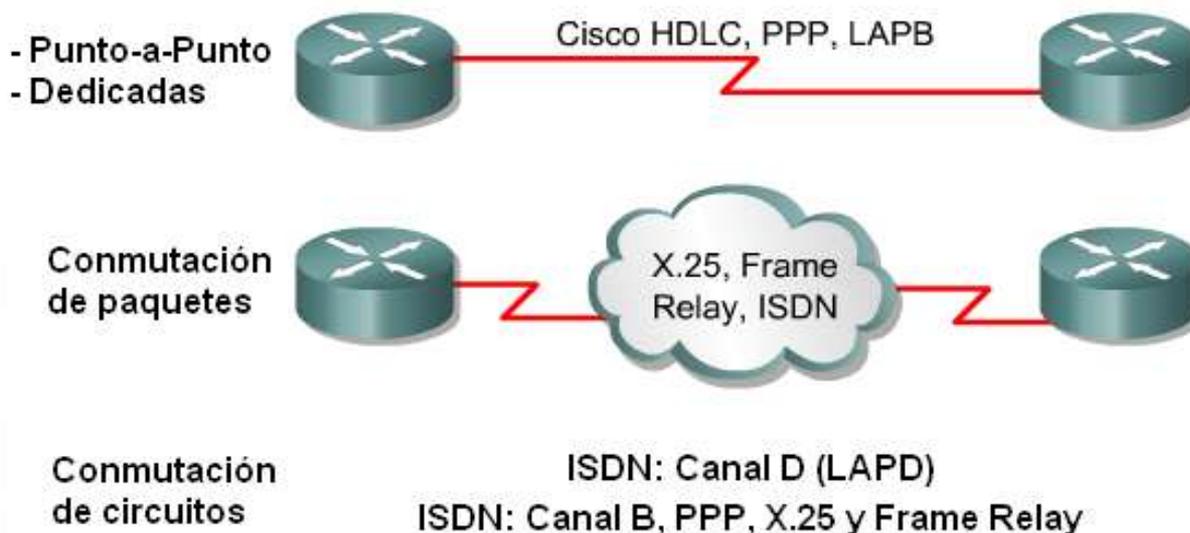
Conexiones físicas: Router





Estándares WAN: Capa de enlace

- Existen diferentes tecnologías disponibles en la capa de enlace
- Todas ellas dependen de un operador o ISP, y ofrecen diferentes funcionalidades

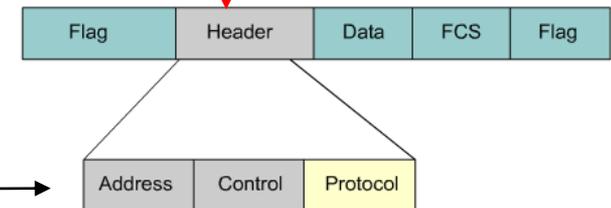
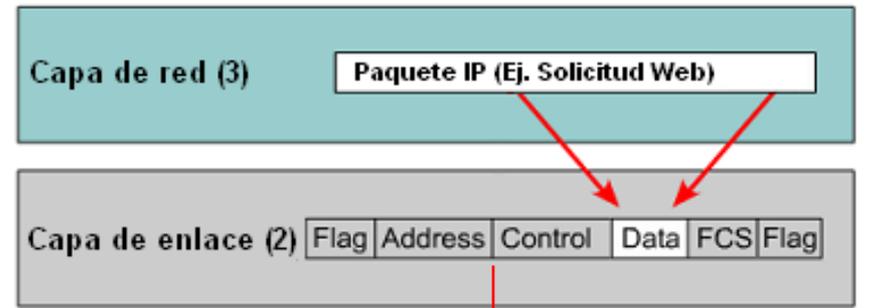




Encapsulación WAN

- Cuando los datos pasan de una capa superior a una inferior sufren un proceso de encapsulación en el que se añaden nuevas cabeceras con información asociada
- Existen diferentes protocolos a nivel de capa de enlace, seleccionables según el tipo de tecnología WAN

- **Address:** Dirección de próximo salto.
- **Protocol:** Protocolo usado en capa 3.
- **Control:** Tramas de '*Setup*', '*Datos*' o '*supervisión*' de la red.

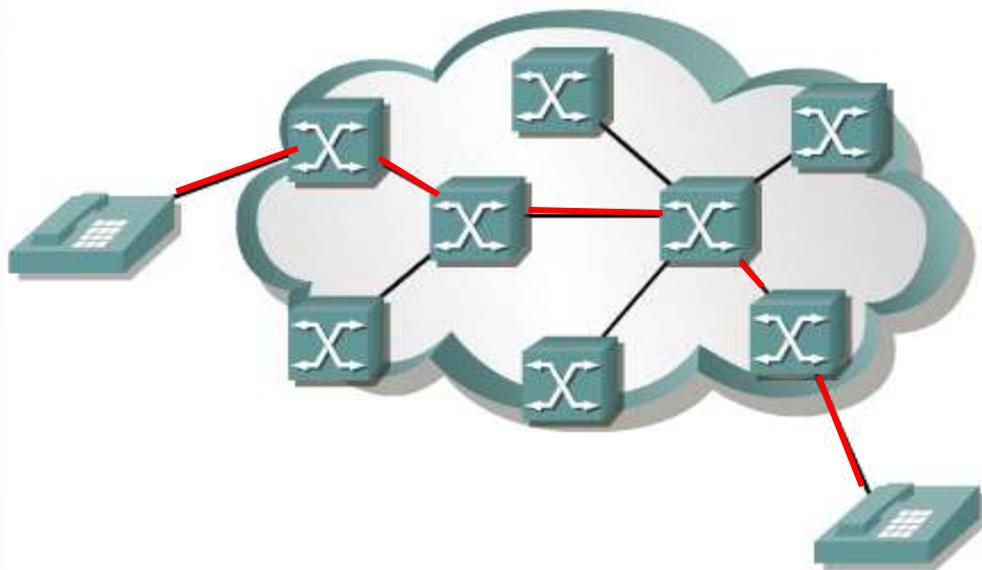




Conmutación de circuitos vs. paquetes

Conmutación de circuitos

- En la conmutación de circuitos se establece un circuito de forma permanente entre el origen y el destino.
- Además este circuito queda establecido y con un ancho de banda reservado en todo momento.
- Este sistema que normalmente se basa en TDM desaprovecha recursos



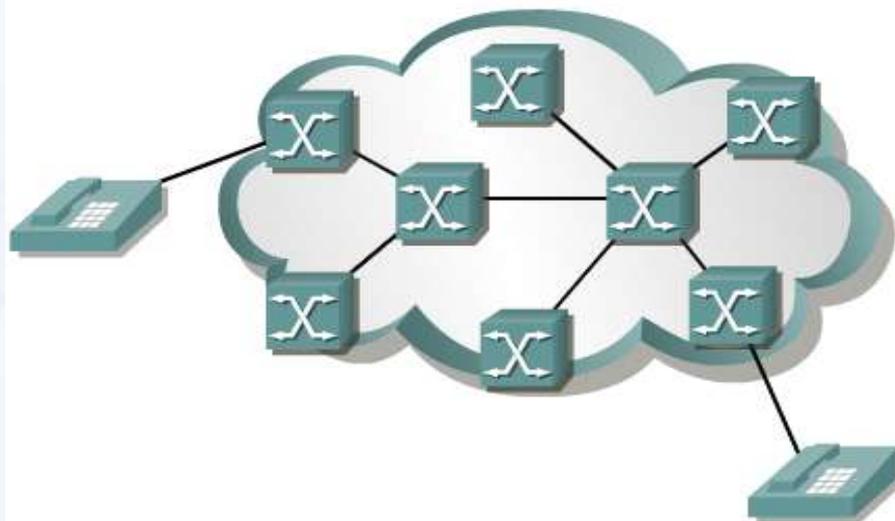
1. Establecimiento circuito
2. Intercambio de datos
3. Desconexión



Conmutación de circuitos vs. paquetes

Conmutación de paquetes

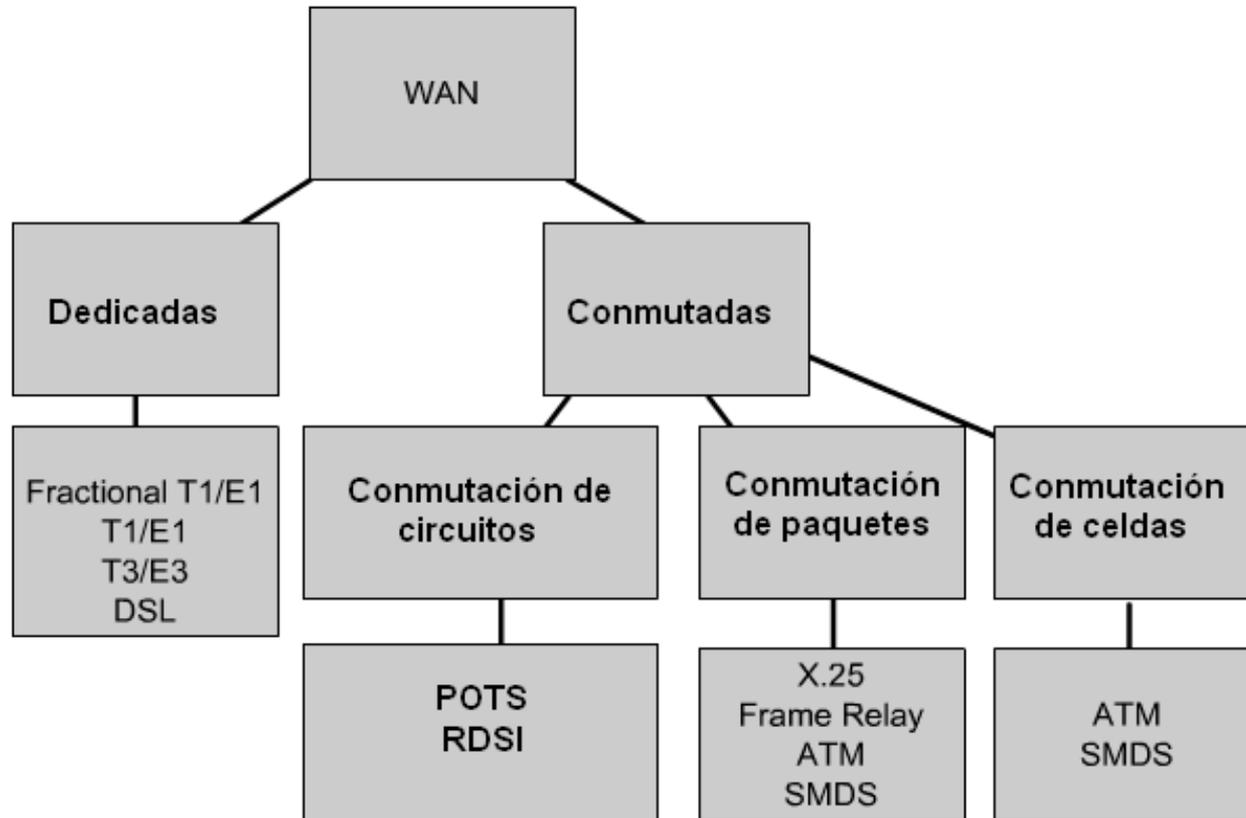
- No se establece ningún circuito previo, el origen puede enviar información en cualquier momento
- Cada nodo o salto de la red debe determinar el camino que debe seguir la información que recibe
- Es necesario añadir a cada grupo de bits (trama, paquete) un identificador



Cuando un conmutador recibe un paquete lo reenvía según su identificador, por ejemplo una dirección IP



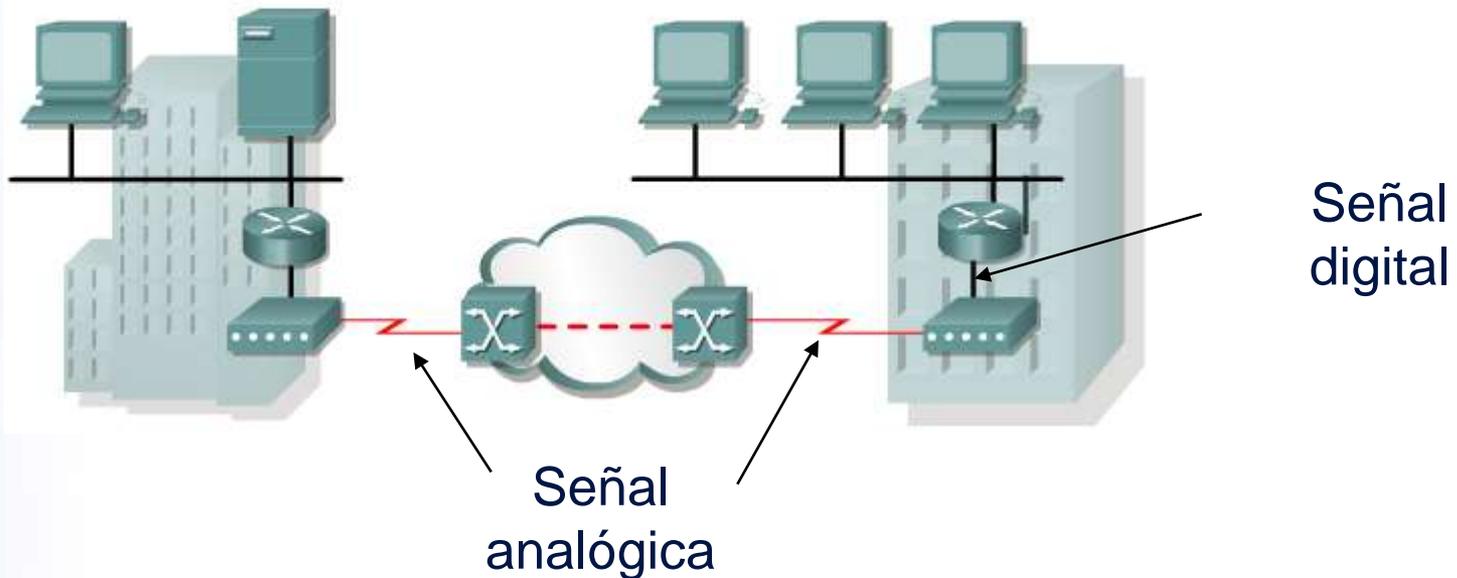
Opciones en líneas WAN





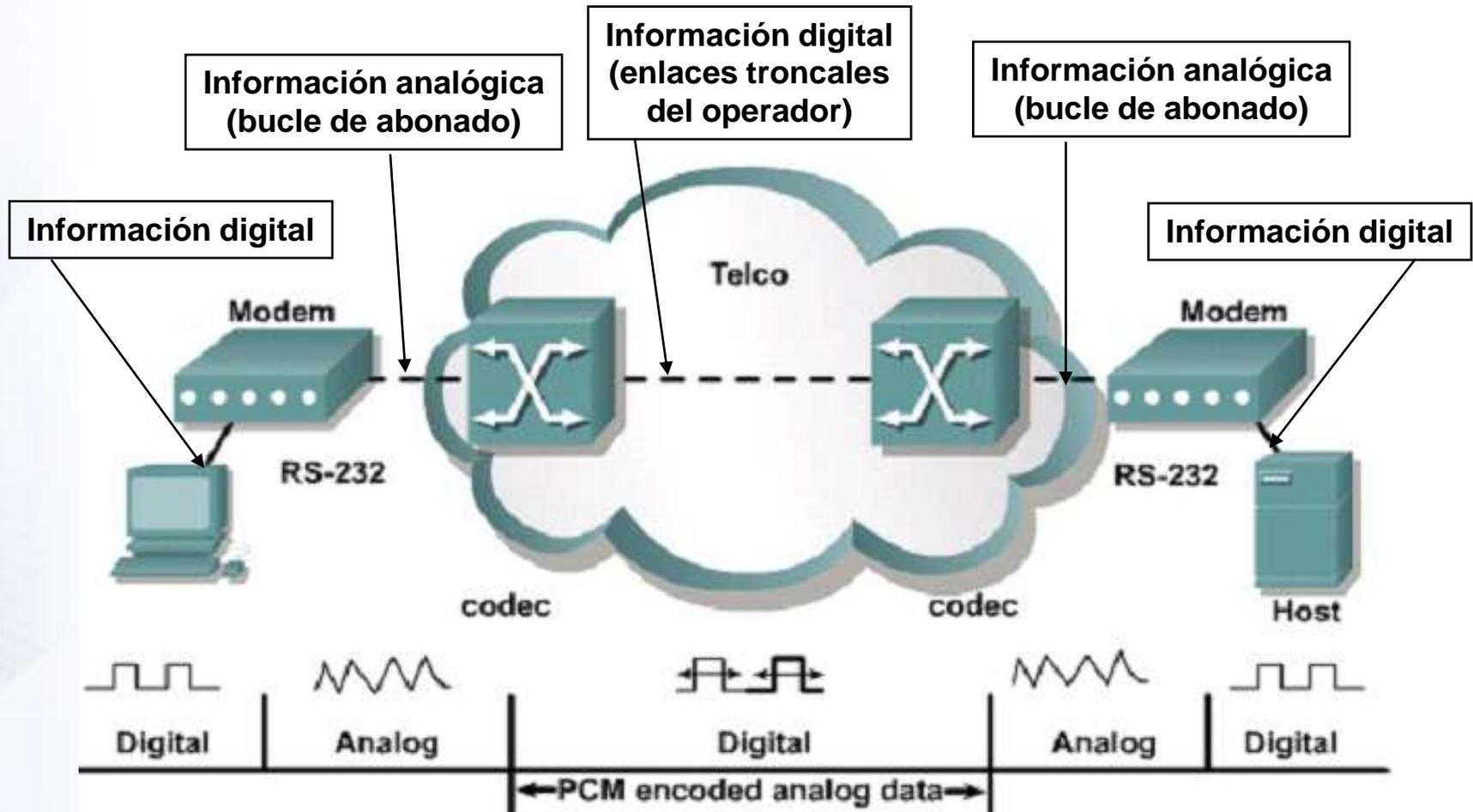
Sistemas analógicos

- Las comunicaciones se establecen utilizando el sistema de teléfono tradicional
- Es necesario un modem o conversor digital/analógico para enviar la información desde un PC a la red del operador
- Las velocidades de transmisión son bajas, y la accesibilidad muy alta





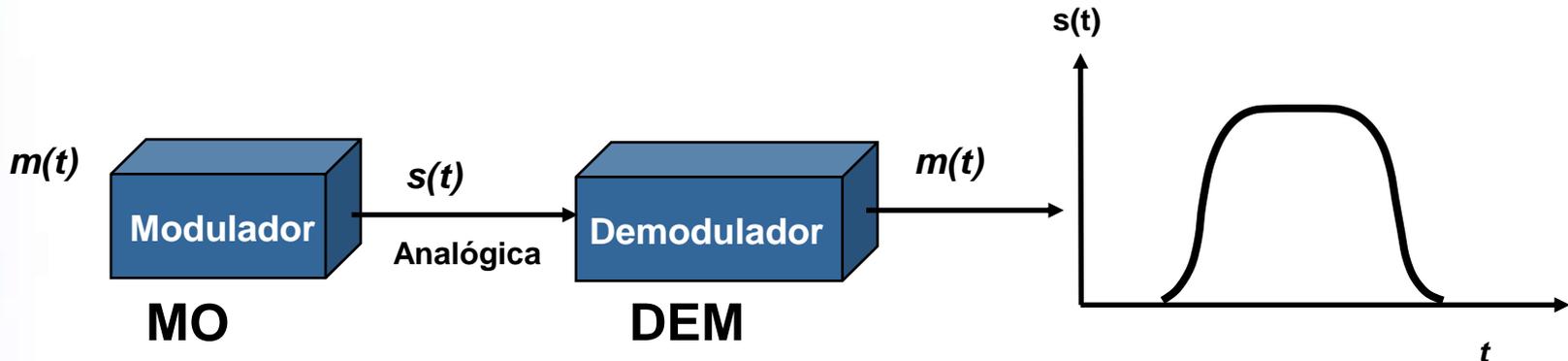
Funcionamiento de la red telefónica





PCM, Codificación telefónica (I)

- Se implantó en los años 60 para simplificar la multiplexación de conversaciones y la amplificación de señales
- La señal se muestrea 8.000 veces por segundo (una vez cada 125 μ s) para extraer frecuencias de 0 a 4 KHz (Teorema de Nyquist)
- Cada muestra genera un byte de información.



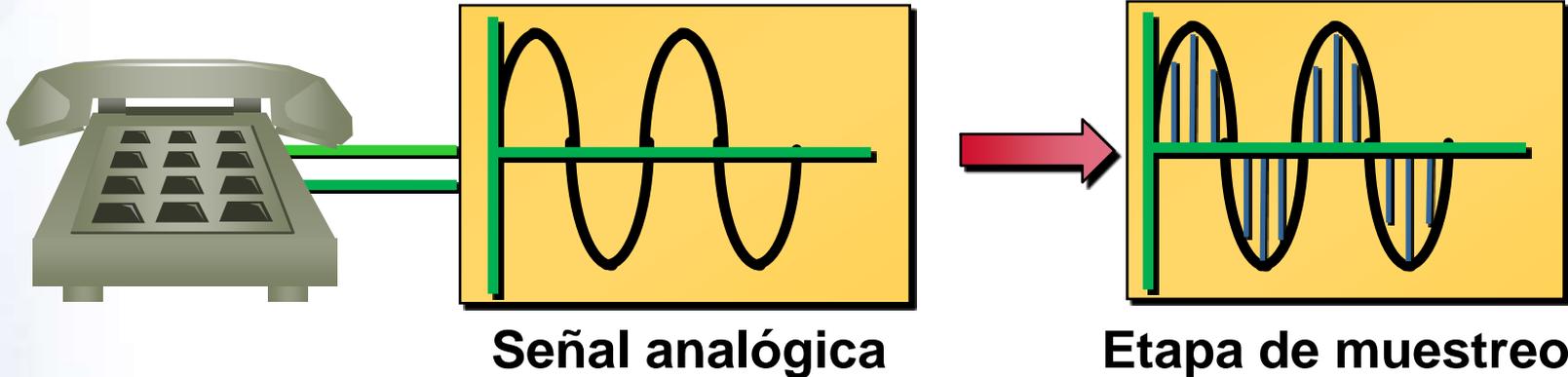
**Modulación en una señal analógica
8000 muestras x 8 bits = 64Kbps**



PCM, Codificación telefónica (II)

Ancho de banda voz:
300 Hz a 3400 Hz

Frecuencia de muestreo 8 KHz
(8.000 muestras/s)

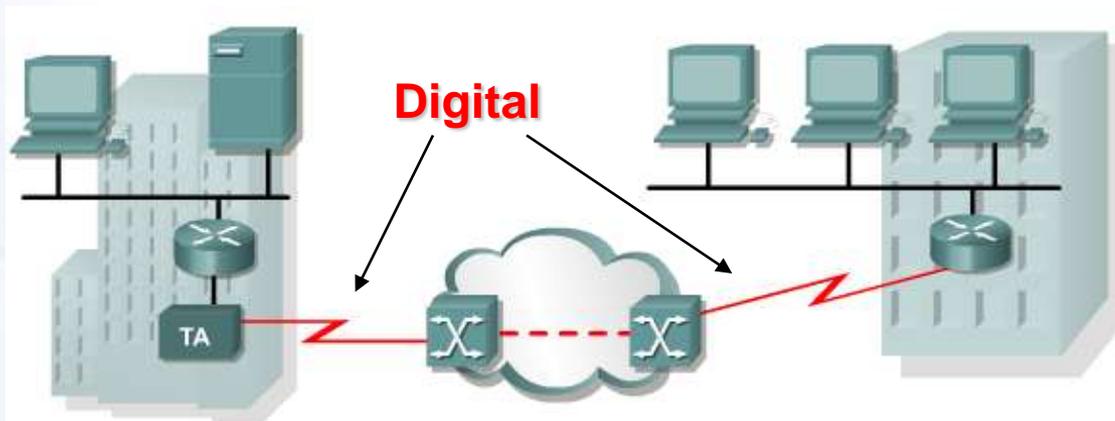
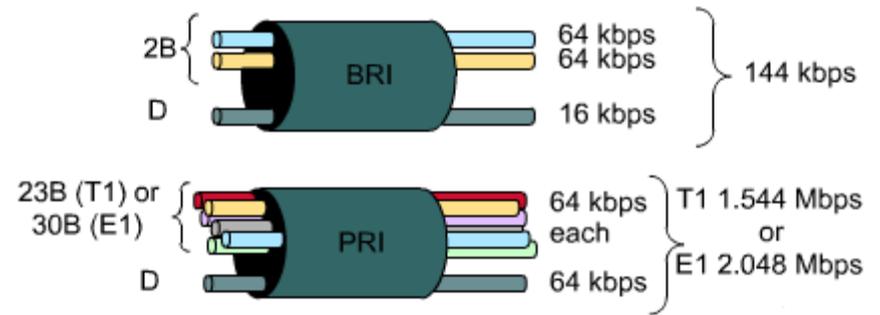


Rango capturado= 0-4 KHz
(Teorema de muestreo de Nyquist)



Sistemas digitales, RDSI

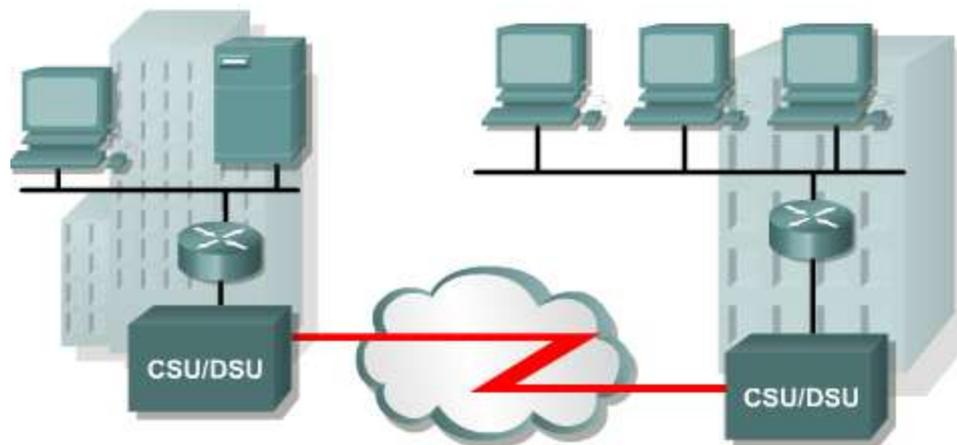
- Enviamos los datos desde el origen en formato digital
- Podemos escoger entre un Básico RDSI o un Primario RDSI
- La conexión debe establecerse en cada ocasión





Líneas dedicadas

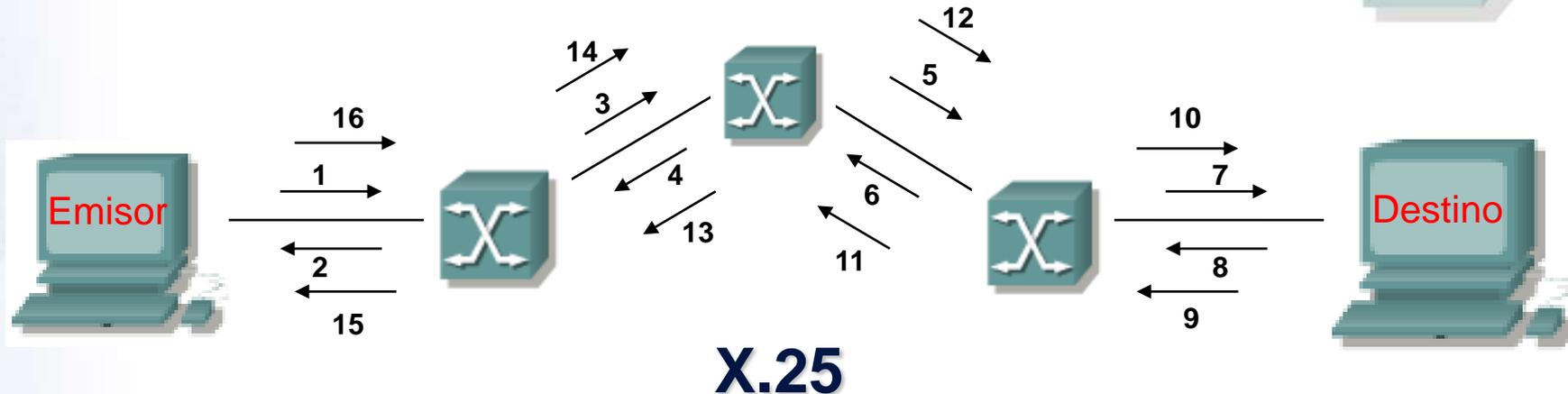
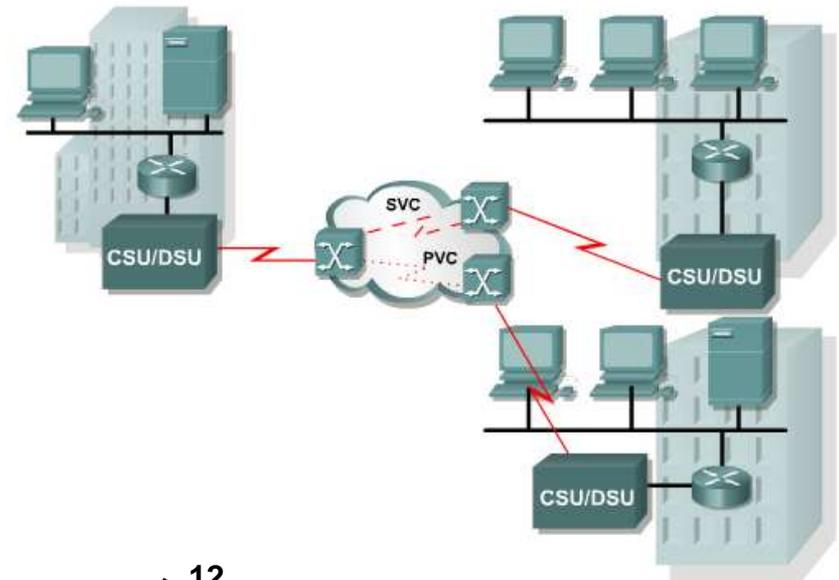
- Se utilizan cuando se hace un uso intensivo de la red WAN.
- La línea siempre se encuentra establecida
- Permite los anchos de banda más elevados (orden de Gbps)
- Son muy costosas puesto que las líneas se alquilan y se encuentran disponibles con el ancho de banda pactado en todo momento





Tecnología X.25

- Fue el primer estándar de conmutación de paquetes
- Utiliza un protocolo muy pesado pensado para redes con muchos errores
- Hoy en día no es interesante

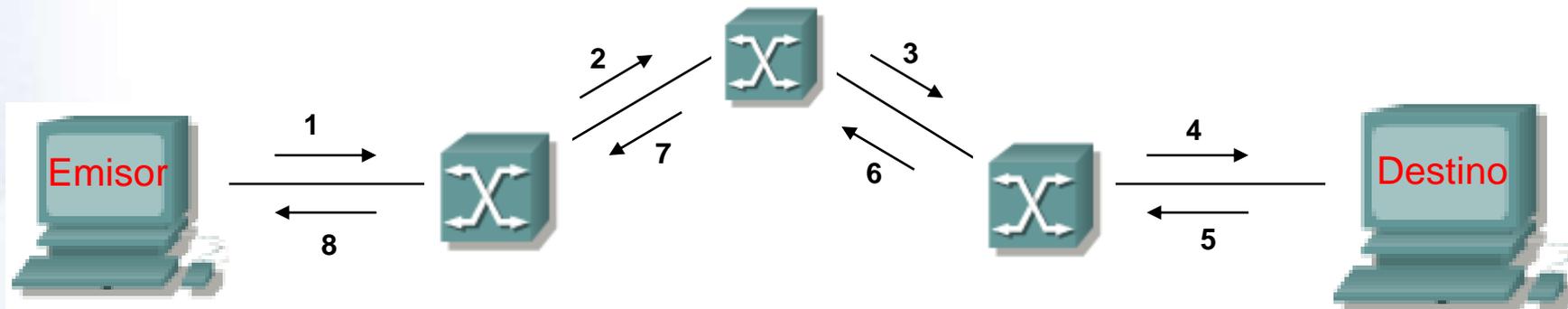
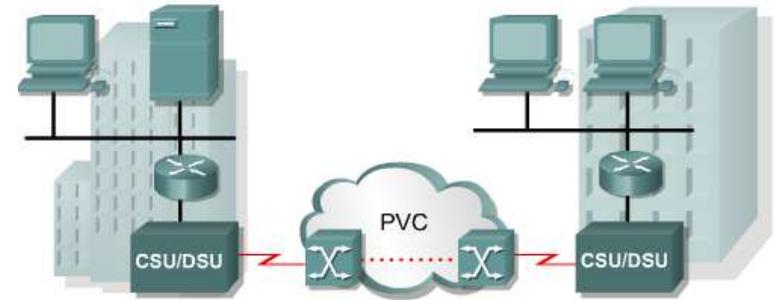


X.25



Frame Relay

- Evolución a X.25 en la tecnología de conmutación de paquetes
- Versión mucho más ligera que X.25, consiguiendo de este modo mejores prestaciones. F.R. solo trabaja en la capa física y la capa de enlace.
- Se utilizan exclusivamente circuitos permanentes (PVCs).

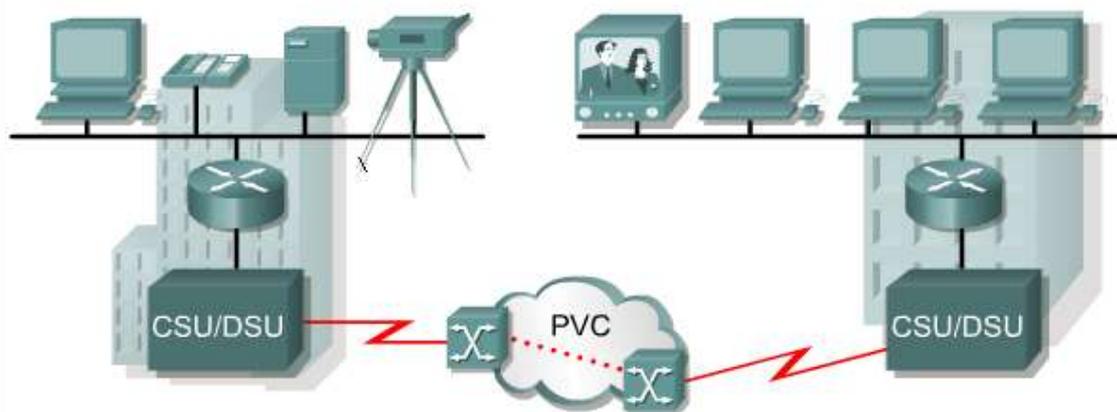


Frame Relay



ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- Servicio de conmutación de *celdas* (paquetes pequeños y todos del mismo tamaño). Adaptado para tráfico a ráfagas.
- Una celda = 53 bytes (5 de cabecera y 48 de datos).
- A nivel físico utiliza SONET/SDH (155,52 Mb/s)
- Gran control sobre tipos de tráfico, posibilidad de negociar prácticamente todos los parámetros de QoS, prioridades, etc.

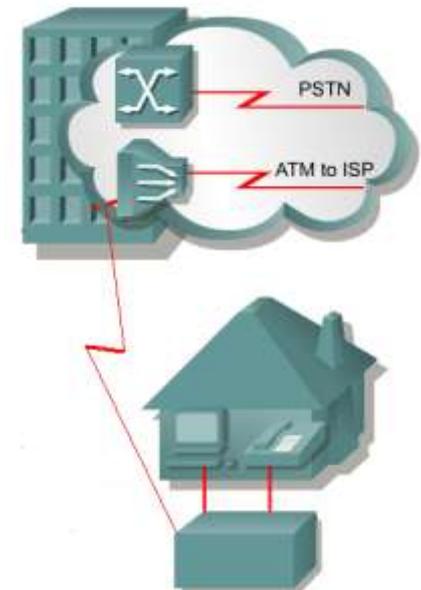




DSL (Digital Subscriber Line)

- Las tecnologías DSL permiten servicios de banda ancha sobre el par trenzado de cobre tradicional del teléfono
- Además DSL está diseñado para permitir el funcionamiento simultáneo del teléfono convencional y la transmisión de datos sobre el mismo par de cables
- Existe una gran variedad de servicios DSL que varían en sus anchos de banda de subida y bajada
- El tráfico DSL que llega a la operadora es reenviado a la red ATM de esta utilizando un DSLAM

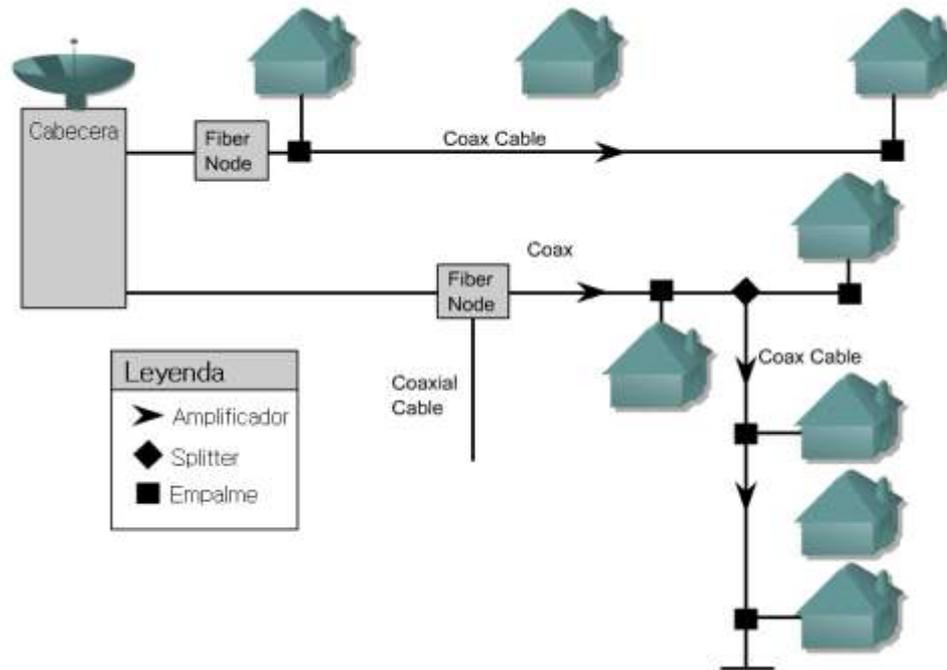
| Servicio | Download | Upload |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| ADSL | 1.544 Mbps - 8.192 Mbps | 16 kbps - 640 kbps |
| SDSL | 1.544 Mbps - 2.048 Mbps | 1.544 Mbps - 2.048 Mbps |
| HDSL | 1.544 Mbps - 2.048 Mbps | 1.544 Mbps - 2.048 Mbps |
| IDSL | 144 kbps | 144 kbps |
| RADSL | 64 kbps - 8.192 Mbps | 16 Mbps - 768 Mbps |
| CDSL | 1 Mbps | 16 kbps - 160 kbps |





Cable Modem (CATV)

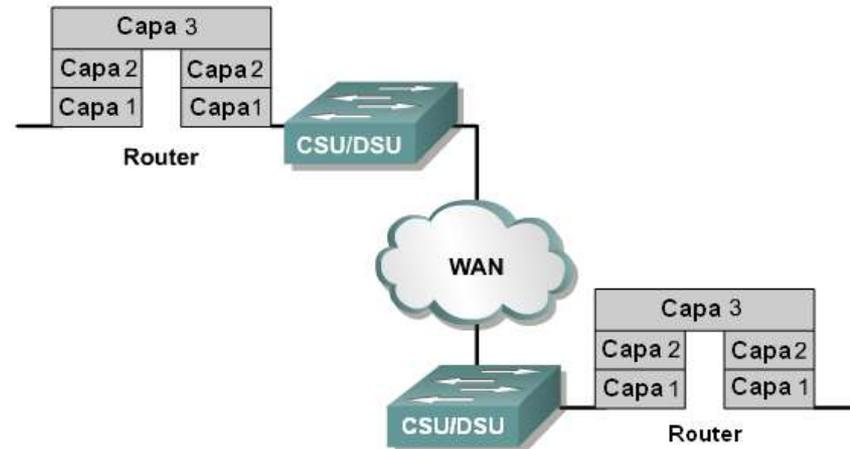
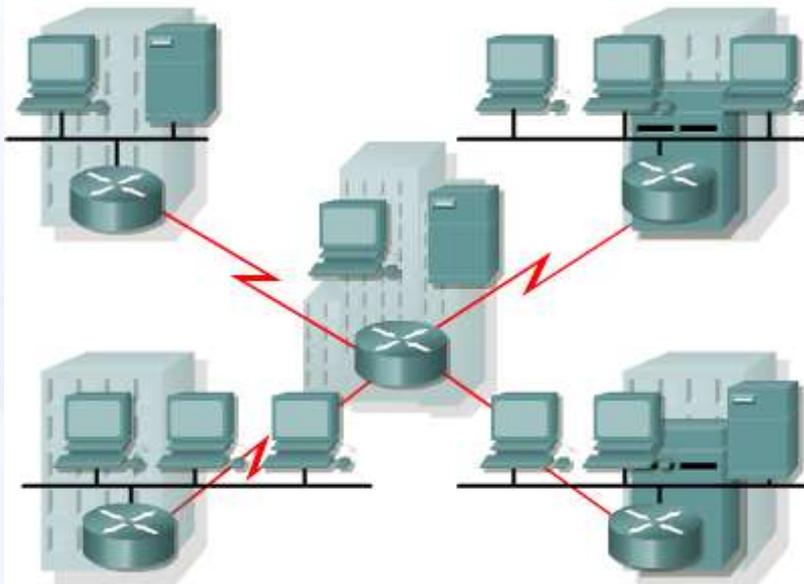
- Reutilizan el cable coaxial existente en muchas redes de televisión por cable
- El cable coaxial permite alcanzar mayores velocidades que el cable telefónico





Comunicaciones WAN

- WAN: conjunto de redes LAN interconectadas a la red WAN mediante routers
- Las redes WAN operan en las tres capas inferiores del modelo de referencia OSI





Diseño de redes WAN

- A la hora de diseñar una red WAN debemos de tener en cuenta una serie de datos en cuanto al tráfico, ya que determinarán la estructura de la red:
 - Conectividad y volumen de flujos de datos
 - Servicios orientados o no orientados a conexión
 - Tipo de protocolo
 - Tolerancia de tráfico a la latencia, variabilidad a los errores
 - Tamaño medio de los paquetes en la red

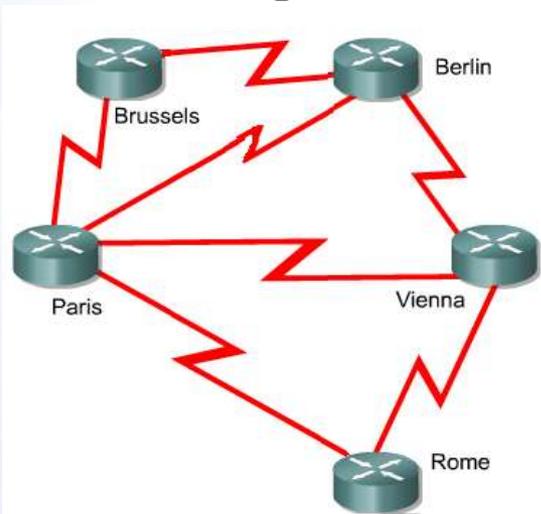
| Tráfico | Latencia | Jitter | Ancho de banda |
|------------------------|----------|--------|----------------|
| Voz | Low | Low | Medium |
| Transacciones de datos | Medium | Medium | Medium |
| e-mail | High | High | High |
| Transf. de ficheros | High | High | High |
| Batch data | High | High | High |
| Administración de red | High | High | Low |
| Videoconferencia | Low | Low | High |

Necesidades según aplicaciones

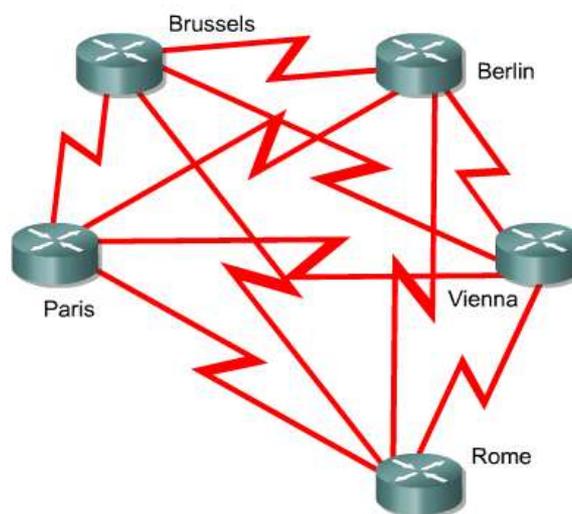


Topologías de interconexión

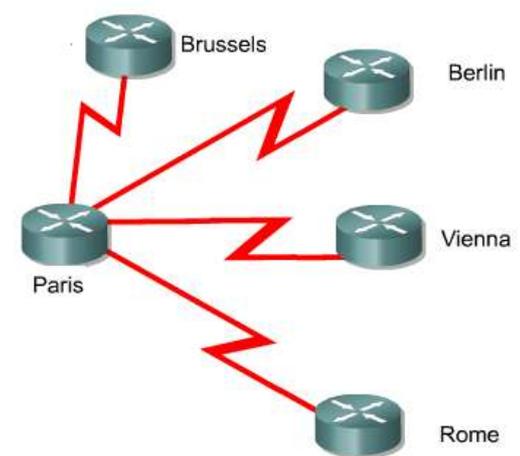
Topología de malla parcial



Topología de Malla completa



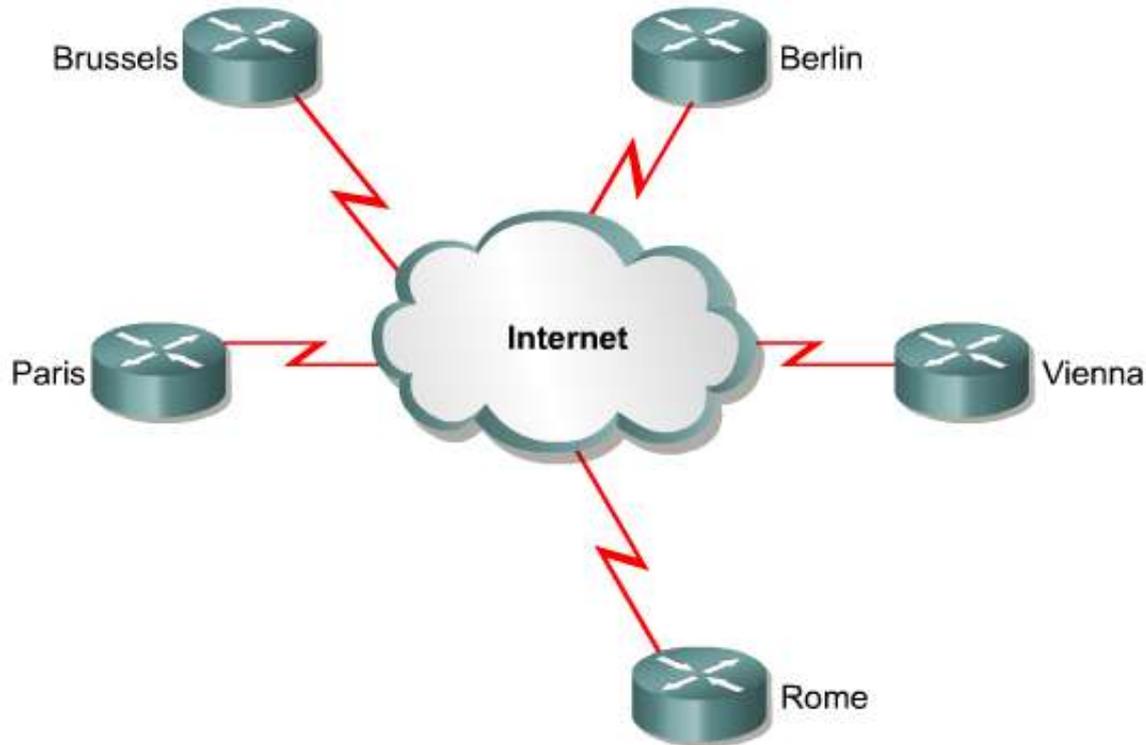
Topología de estrella





Otras configuraciones WAN

- Una posibilidad para interconectar las distintas sucursales de una empresa es utilizar Internet





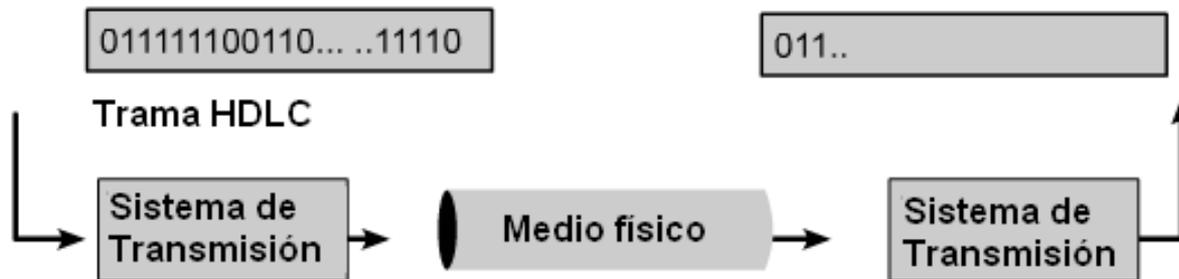
Conceptos de redes

- Generalidades
- **Líneas punto a punto (PPP)**
- RDSI
- Frame Relay
- ADSL



Comunicaciones 'serie'

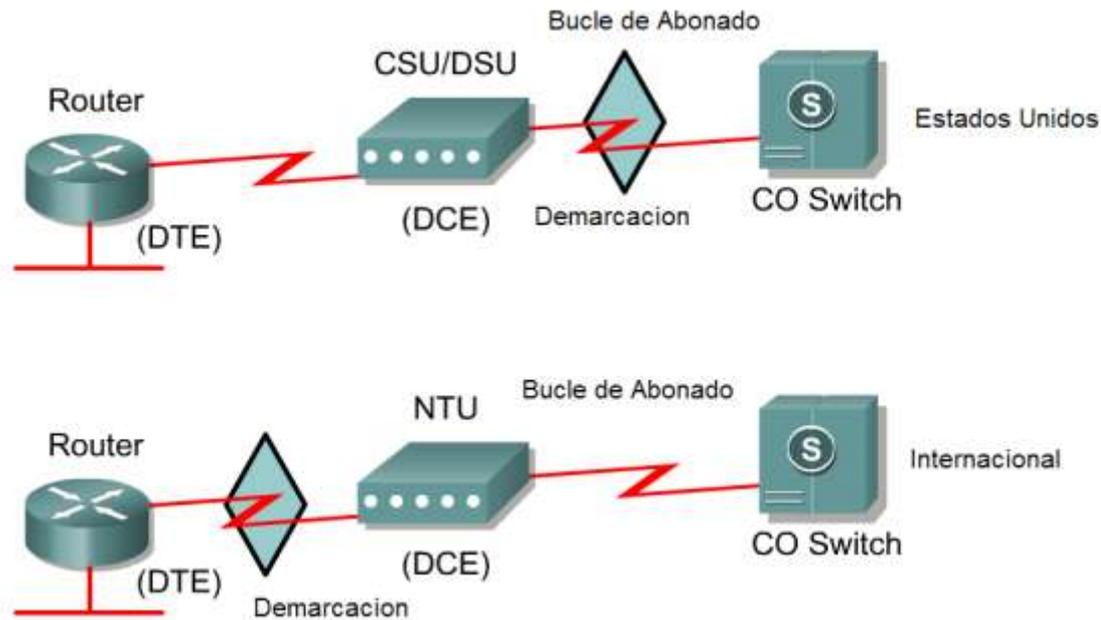
- Las tecnologías WAN se basan en transmisiones serie de tramas a través del medio físico
- Las tramas se envían una tras otra (no simultáneamente) tras ser procesadas por la capa física y por el medio físico
- El procesamiento de la capa física es básicamente un código de señalización y de codificación (NRZ-L, HDB3 o AMI)
- Algunos estándares serie: RS-232, V.35 y HSSI





Punto de demarcación

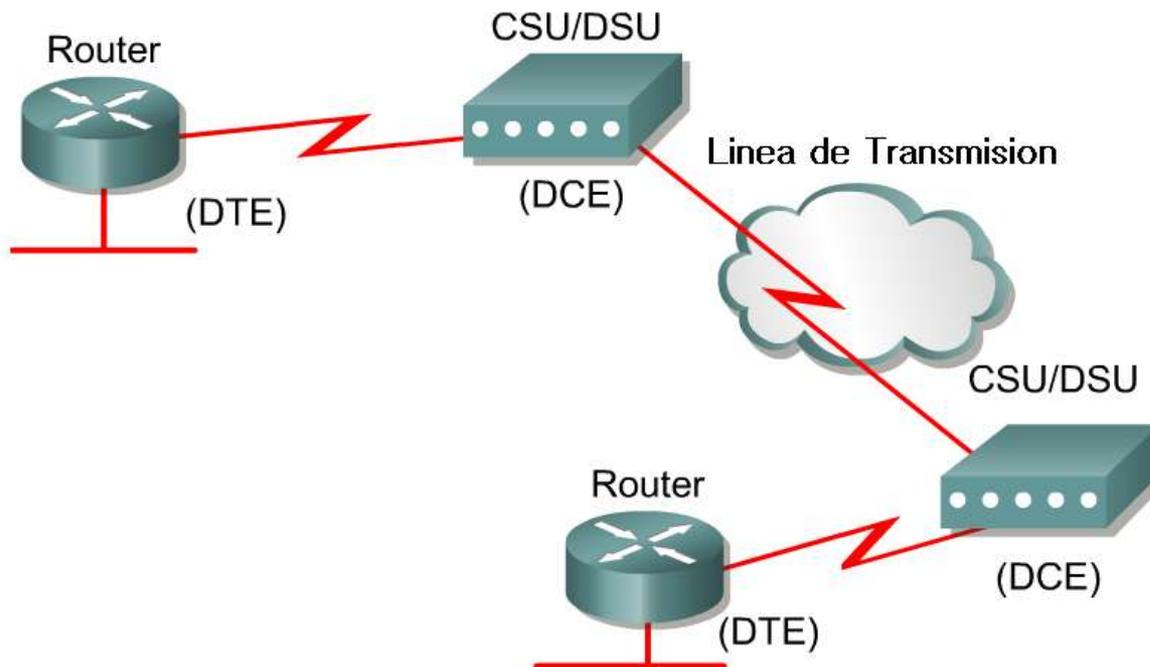
- Dependiendo del país en que nos encontremos el “Punto de Demarcación” puede cambiar
- En USA el cliente debe adquirir el CSU/DSU (señal de reloj)





Conexiones serie

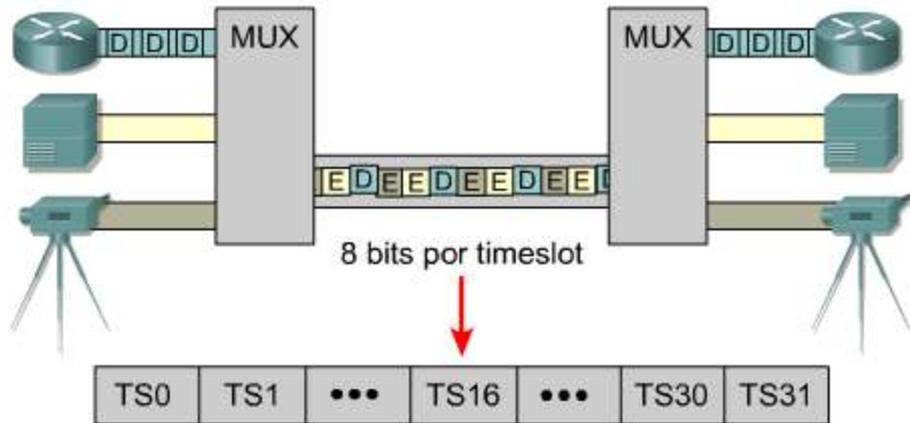
- En las conexiones serie un equipo genera la señal de reloj (DCE) y el otro se adapta a esta (DTE)
- Normalmente el equipo del cliente se comporta como DTE





TDM, Multiplexación por división de tiempo

- TDM (Time-Division Multiplexing), permite transmitir información de diversas fuentes de datos utilizando un mismo canal físico
- TDM es un concepto asociado a la capa física de modo que no depende de la naturaleza de la información que se vaya a multiplexar

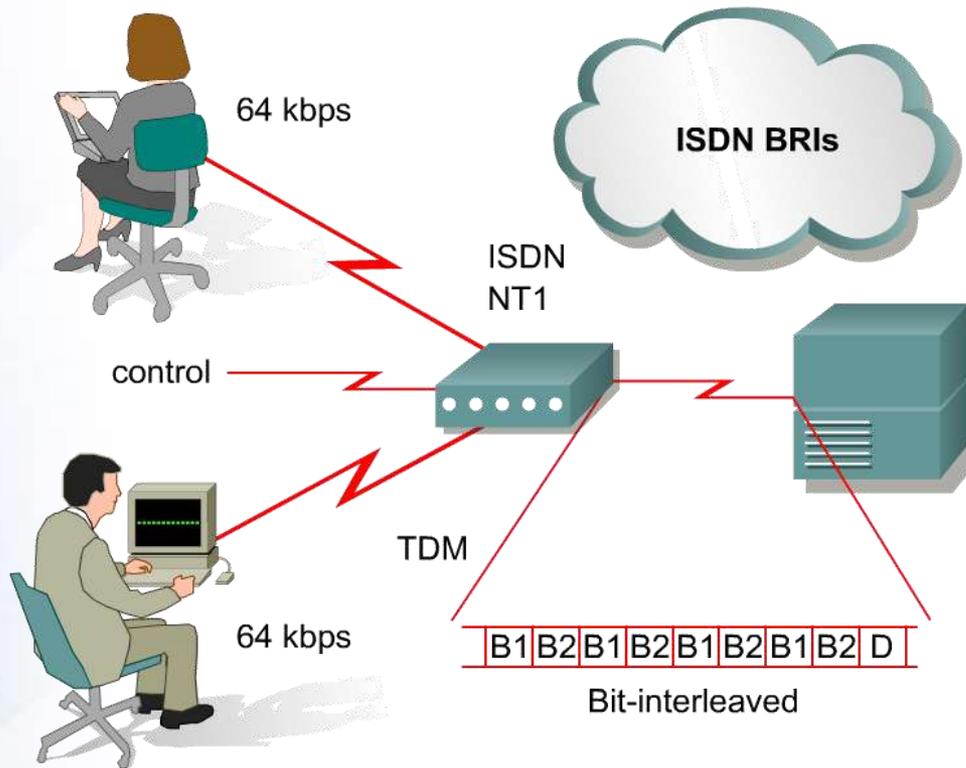


Los 'Timeslots' siempre se van sucediendo aunque no halla información que transmitir.

TDM es independiente del protocolo (PPP, HDLC, ...)



TDM, Multiplexación por división de tiempo



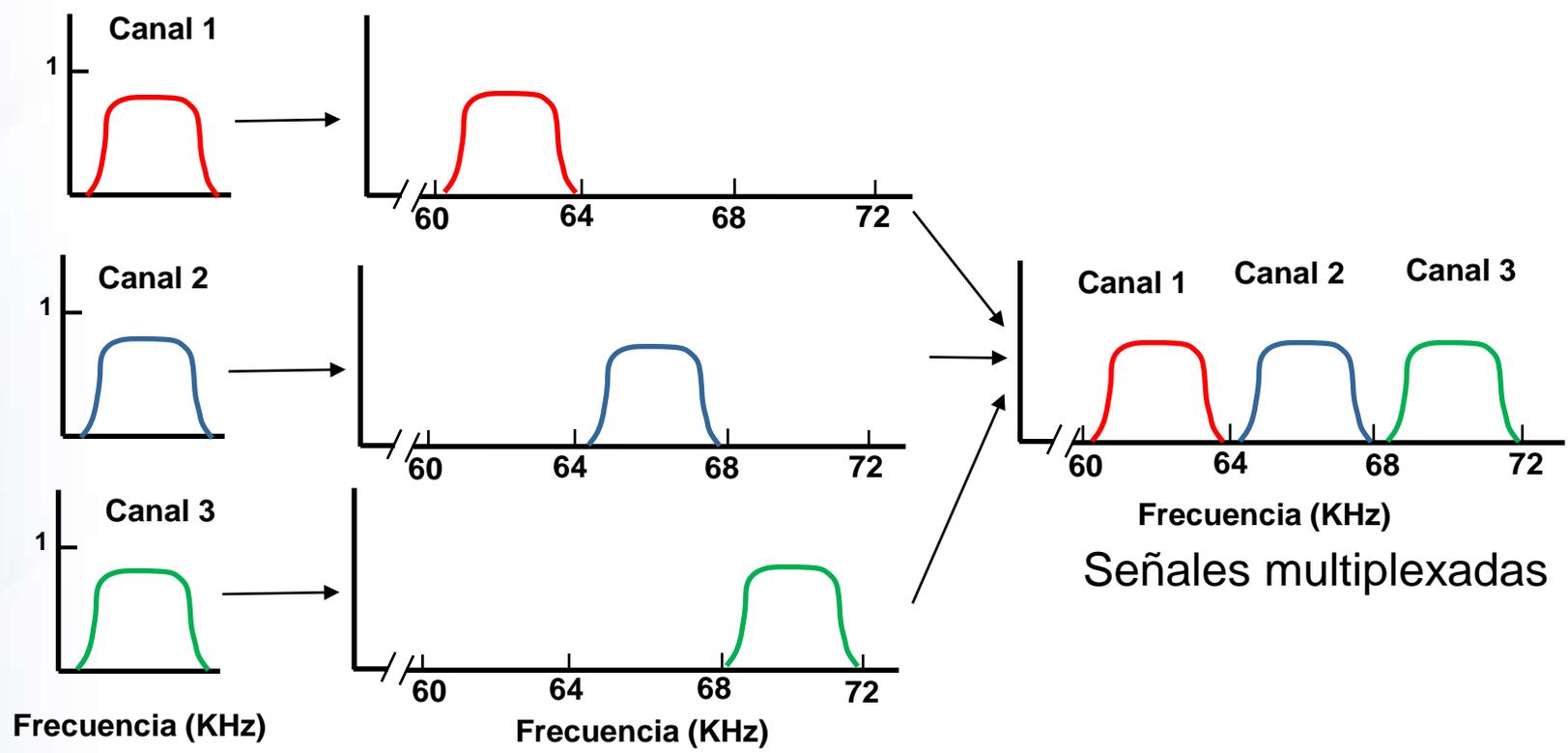
En RDSI se utiliza TDM, de modo que se puede enviar información de dos canales de datos y un canal de señalización por el mismo cable.



FDM, Multiplex. por división de frecuencias

Señales originales

Señales desplazadas en frecuencia





Sist Telefónico: TDM y FDM

■ FDM: Frequency Division Multiplexing

- No se utiliza: costosos equipos, no se adapta al proceso digital

■ TDM: Time Division Multiplexing

- 30 canales de voz más 2 de señalización = línea **E1** (2,048 Mb/s) $32 \times 8 = 256$, $256 \times 8.000 = 2.048.000$
- $4 * E1$ más info. control (256 Kb/s) = **E2** (8,448 Mb/s), y así sucesivamente: $4 E2 = E3 = 139,264$ Mb/s; $4 E3 = E4 = 565,148$ Mb/s
- En Estados Unidos se usa otro sistema de agrupamiento
- En Japón se usa otro sistema.
- Estos sistemas, todos incompatibles entre sí, se llaman Jerarquía Digital Plesiócrona (**PDH**, Plesiochronous Digital Hierarchy)



Jerarquía PDH

| Nivel | Canales | Nombre | EEUU, Canadá | Japón | ITU-T |
|-------|---------|----------|--------------|--------|---------|
| 0 | 1 | E0 | 0,064 | 0,064 | 0,064 |
| 1 | 24 | T1 o DS1 | 1,544 | 1,544 | |
| 1 | 30 | E1 | | | 2,048 |
| 2 | 96 | T2 o DS2 | 6,312 | 6,312 | |
| 2 | 120 | E2 | | | 8,448 |
| 3 | 480 | E3 | | 32,064 | 34,368 |
| 3 | 672 | T3 o DS3 | 44,736 | | |
| 3 | 1440 | J3 | | 97,728 | |
| 4 | 1920 | E4 | | | 139,264 |
| 4 | 4032 | T4 o DS4 | 274,176 | | |

PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy



HDLC, protocolo de referencia

- HDLC es un estándar ISO. Deriva del SDLC desarrollado por IBM en 1972
- Es un protocolo de ventana deslizante muy completo
- Prácticamente todos los protocolos de enlace actuales son subsets de HDLC:
 - PPP: Internet
 - LAP-B: X.25
 - LAP-F: Frame Relay
 - LLC (IEEE 802.2): redes locales
 - LAPM: módems RTC (red telefónica conmutada)



Formato de trama HDLC

Bits → 8 8 8 ≥ 0 16 ó 32 8

| | | | | | |
|------------------------|-----------|----------------|-------|-----|------------------------|
| 01111110 (delimit.) | Dirección | Control | Datos | CRC | 01111110 (delimit.) |
|------------------------|-----------|----------------|-------|-----|------------------------|

- Se utiliza relleno de bits
- El campo dirección siempre vale 11111111 (dirección broadcast) salvo en líneas multipunto.
- El campo control es el que realiza todas las tareas propias del protocolo
- El CRC es normalmente de 16 bits, pero puede ser de 32



Tipos de trama HDLC

Las tramas HDLC pueden ser de tres tipos según el valor de los primeros bits del campo control

| | | | | |
|-----------------------|-----|-----------|-----|-----------|
| | 1 | 3 | 1 | 3 |
| De información | 0 | SEQ | P/F | NEXT |
| | 2 | 2 | 1 | 3 |
| De supervisión | 1 0 | ORDEN | P/F | NEXT |
| | 2 | 2 | 1 | 3 |
| No numerada | 1 1 | ORDEN 1/2 | P/F | ORDEN 2/2 |

P/F: Polling/Final (solo utilizado en líneas multipunto)

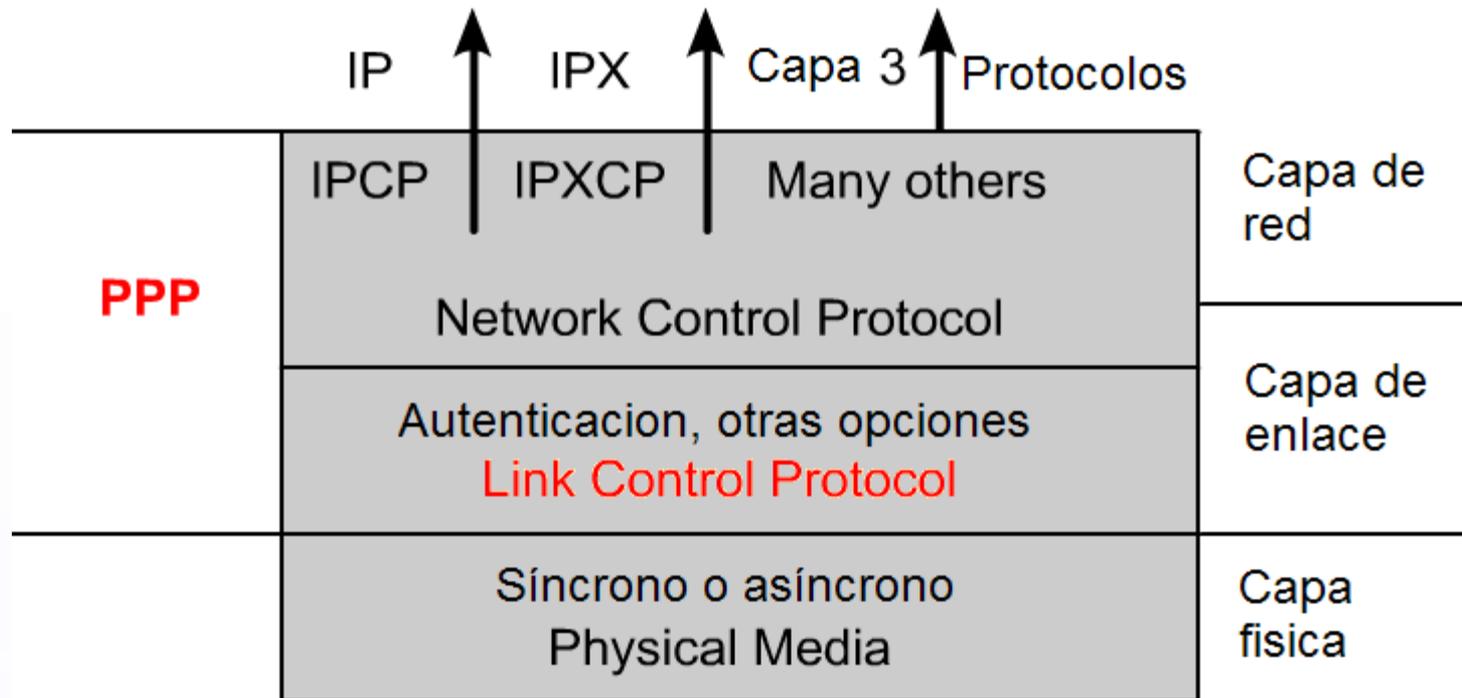


Protocolo PPP

- El protocolo de enlace 'característico' de Internet es el PPP, que se utiliza en:
 - Líneas dedicadas punto a punto
 - Conexiones RTC analógicas o digitales (RDSI)
 - Conexiones de alta velocidad sobre enlaces SONET/SDH
- Puede funcionar de forma síncrona o asíncrona (puerto COM de un PC)
- Es multiprotocolo, una comunicación soporta simultáneamente varios protocolos a nivel de red



Componentes de PPP





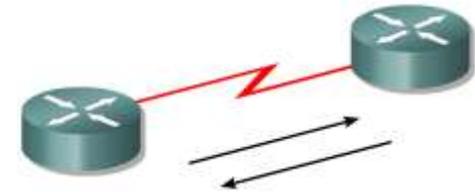
Establecimiento de sesiones PPP

PPP

Pasos generales

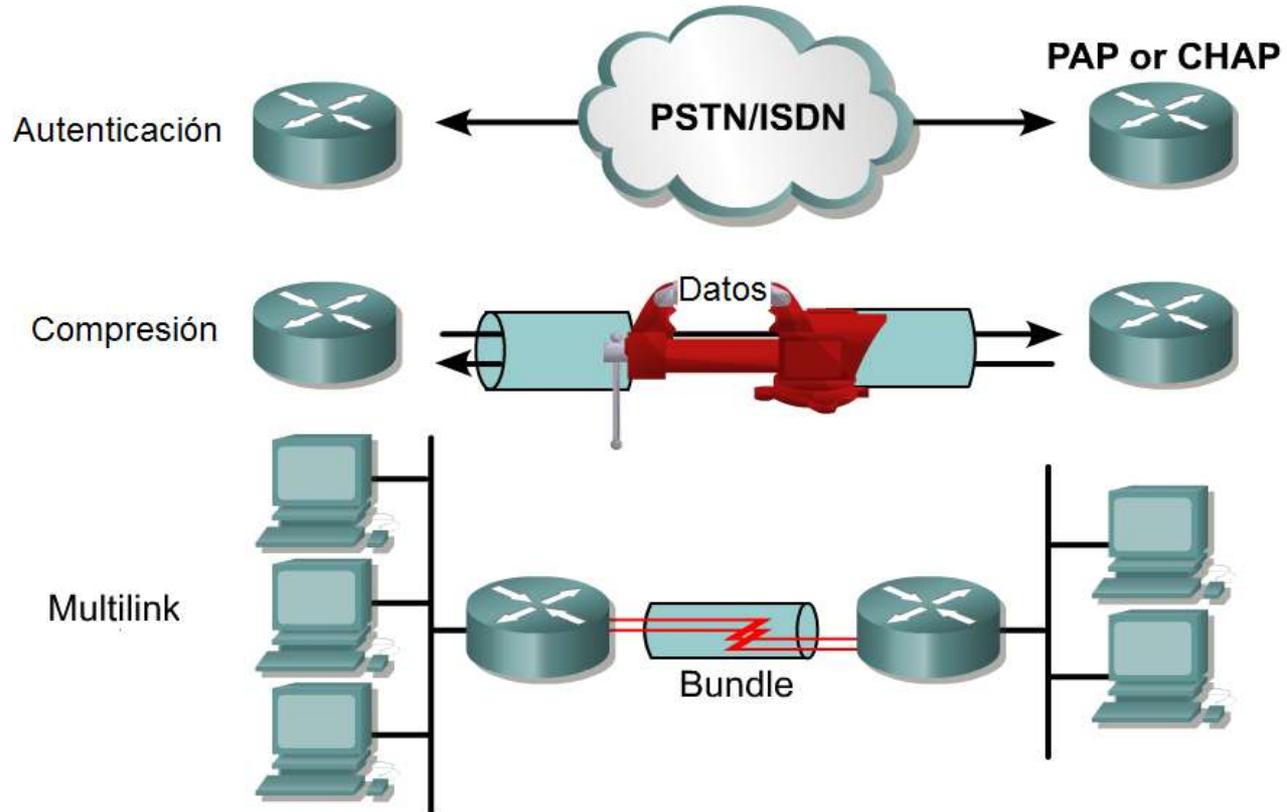
- Fase de “Establecimiento del enlace”
 - LCP en modo escucha
 - Negociación de opciones extra
 - Análisis de la calidad del enlace
 - Configuración de la capa de red
 - Establecimiento del enlace
 - Finalización de LCP
- Fase de Autenticación (opcional)
- Fase de capa de red

LCP





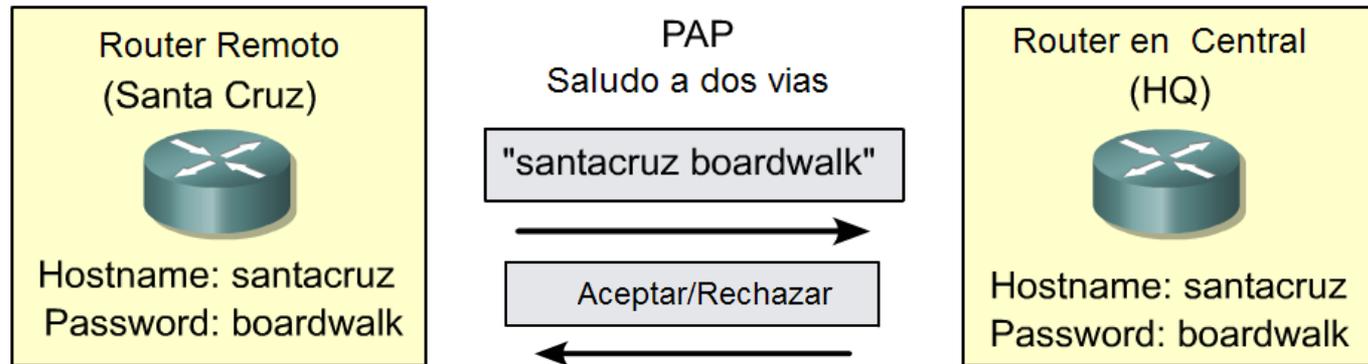
Opciones de PPP





Seguridad PPP

Password Authentication Protocol (PAP)

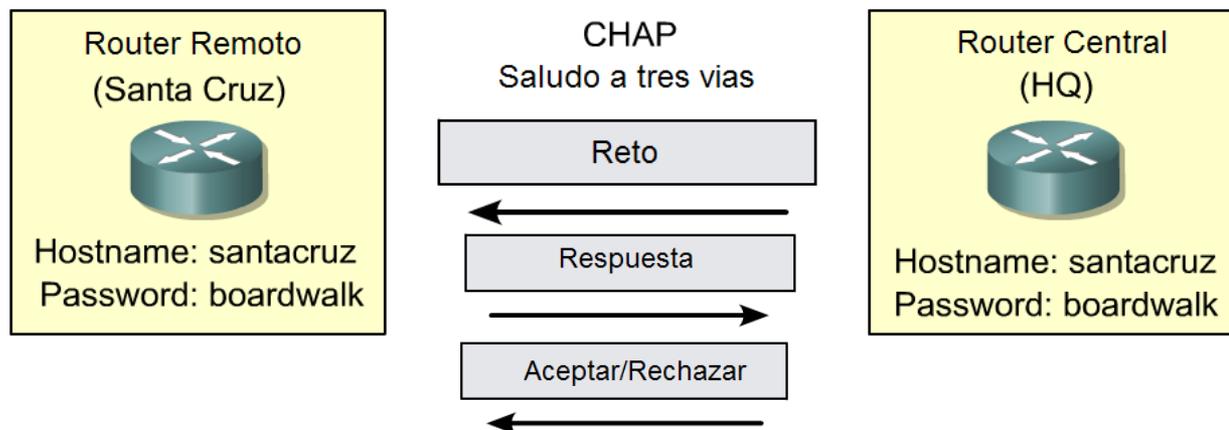


- Las contraseñas se envían en texto claro
- No se puede controlar el número de intentos fallidos
- Este sistema es poco seguro



Seguridad PPP

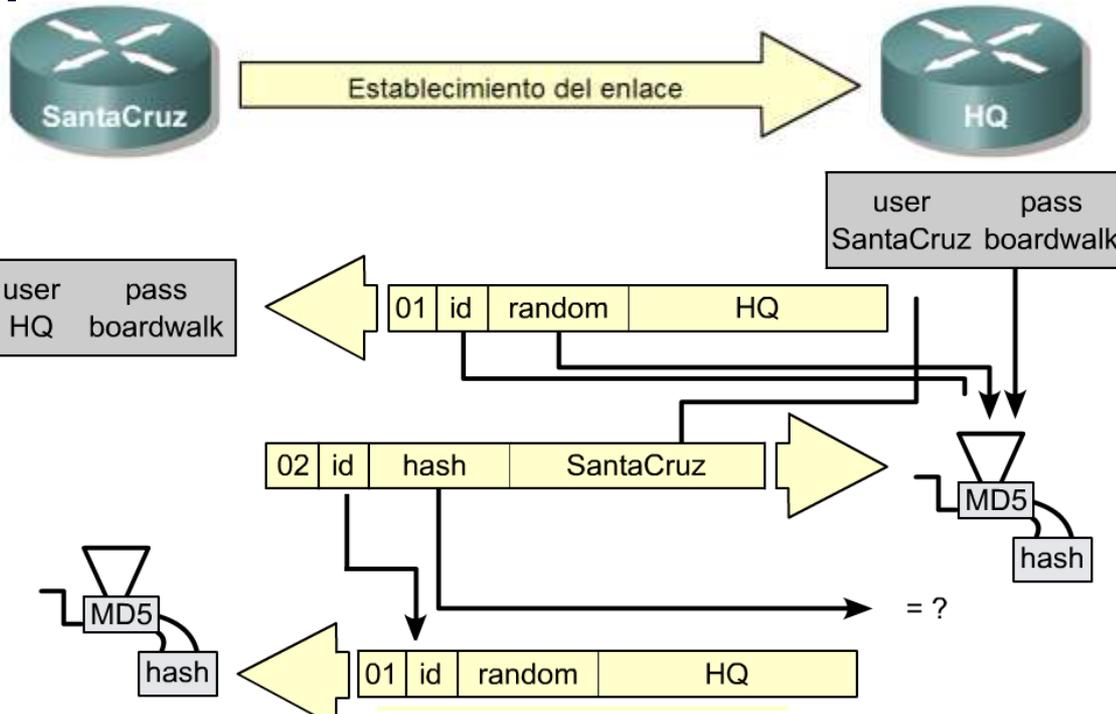
Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP)



- Las contraseñas no se envían por la red
- Se deben acordar las contraseñas a priori
- La verificación del usuario se realiza en la primera conexión y periódicamente mientras dura la sesión

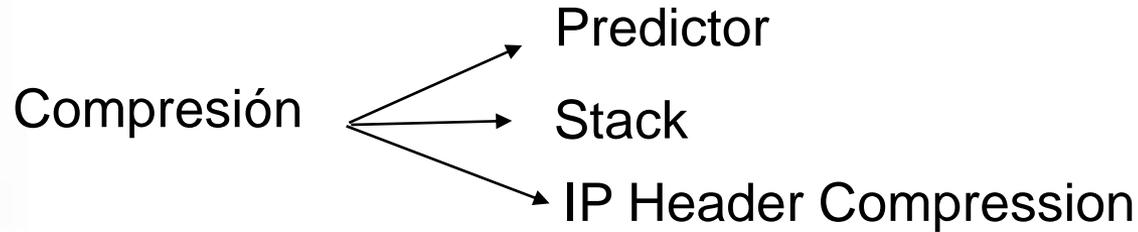


Seguridad PPP





Configuración genérica



Autenticación

- Configurar Usuario/Contraseña
- Activa la autenticación en el interfaz
- Indicar si se usa PAP o CHAP



PPP en Modems Windows

The image illustrates the steps to configure a PPP connection in Windows XP:

- Network Connections:** Shows a dial-up connection named "Ejemplo" under the "Dial-up" category.
- Connect Ejemplo:** The connection wizard dialog box, showing fields for "User name", "Password", and "Dial" number. The "Properties" button is highlighted.
- Advanced Security Settings:** The security configuration dialog box, where "Optional encryption (connect even if no encryption)" is selected under "Data encryption".
- Ejemplo Properties (Security tab):** The "Security" tab of the connection properties, where "Advanced (custom settings)" is selected under "Security options".
- Ejemplo Properties (Networking tab):** The "Networking" tab of the connection properties, where "PPP: Windows 95/98/NT4/2000. Internet" is selected as the "Type of dial-up server (or calling)".
- PPP Settings:** A sub-dialog box for PPP settings, where "Enable LCP extensions" and "Enable software compression" are checked.



Conceptos de redes

- Generalidades
- Líneas punto a punto (PPP)
- **RDSI**
- Frame Relay
- ADSL



¿Qué es RDSI?

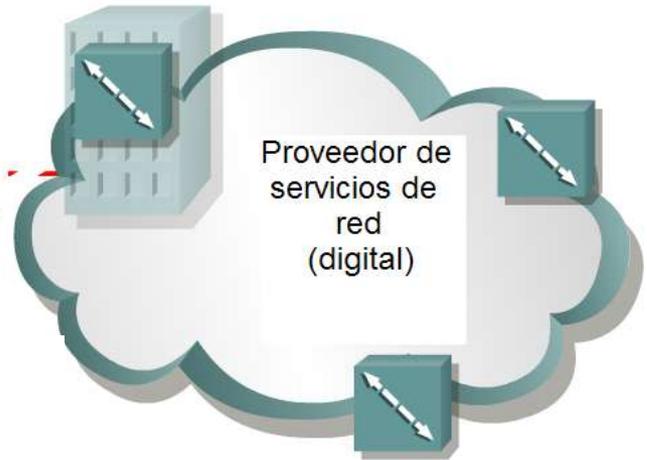
LÍNEA ANALÓGICA



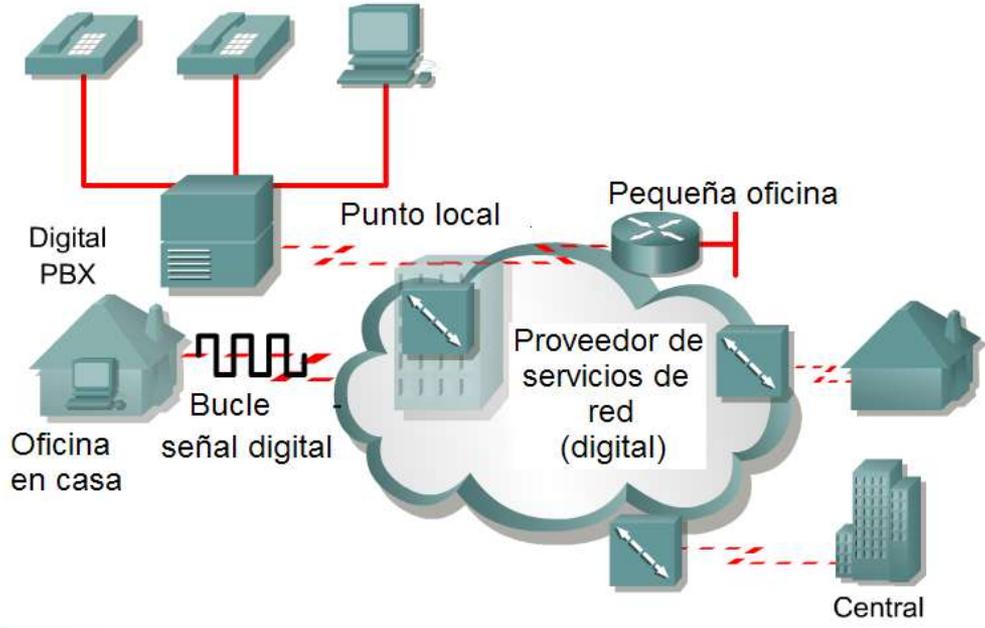
Casa

Bucle de abonado -
Señal analógica

Punto local



Proveedor de
servicios de
red
(digital)



Digital
PBX

Punto local

Pequeña oficina

Oficina
en casa

Bucle
señal digital

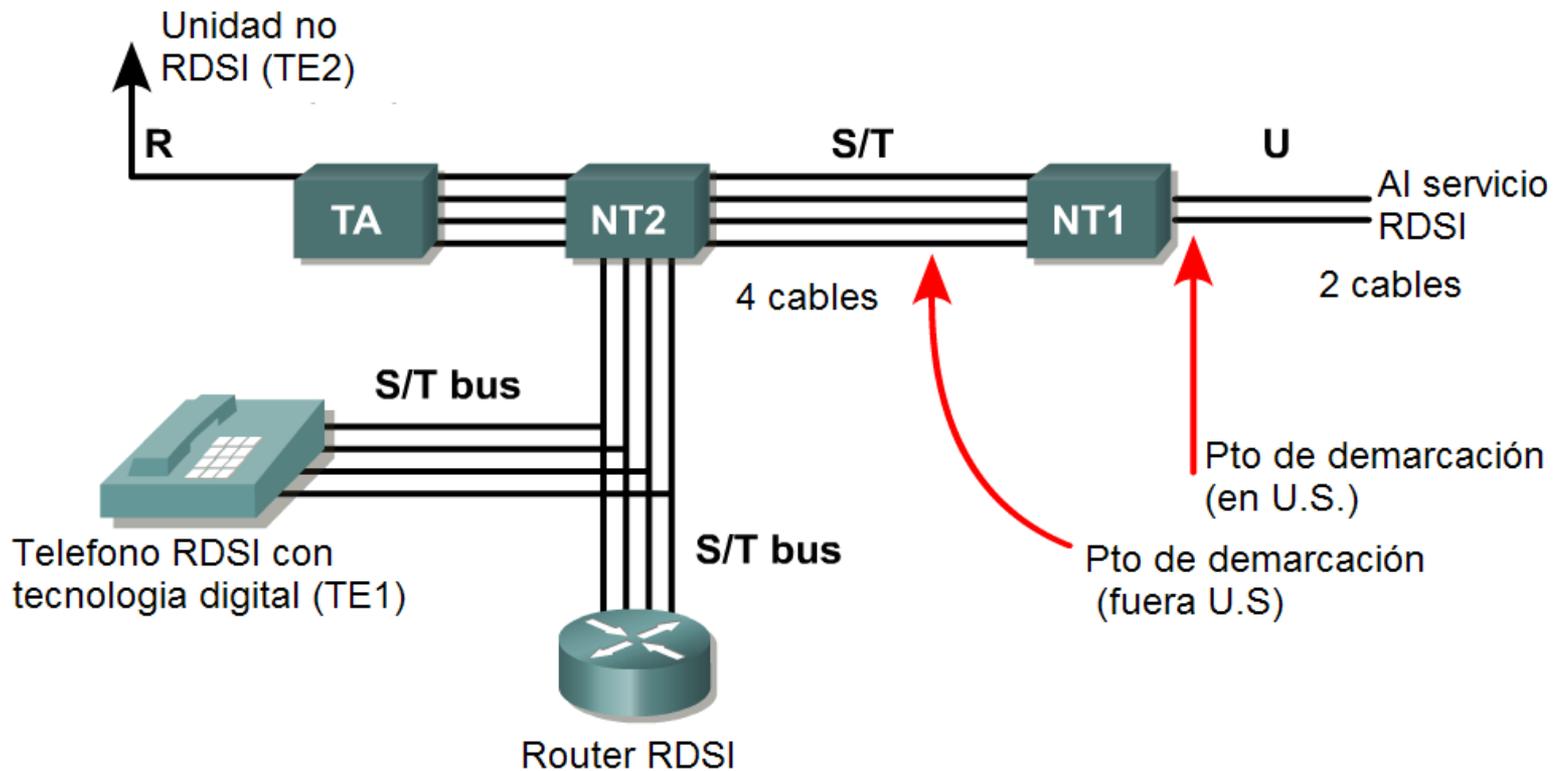
Proveedor de
servicios de
red
(digital)

Central

LÍNEA DIGITAL

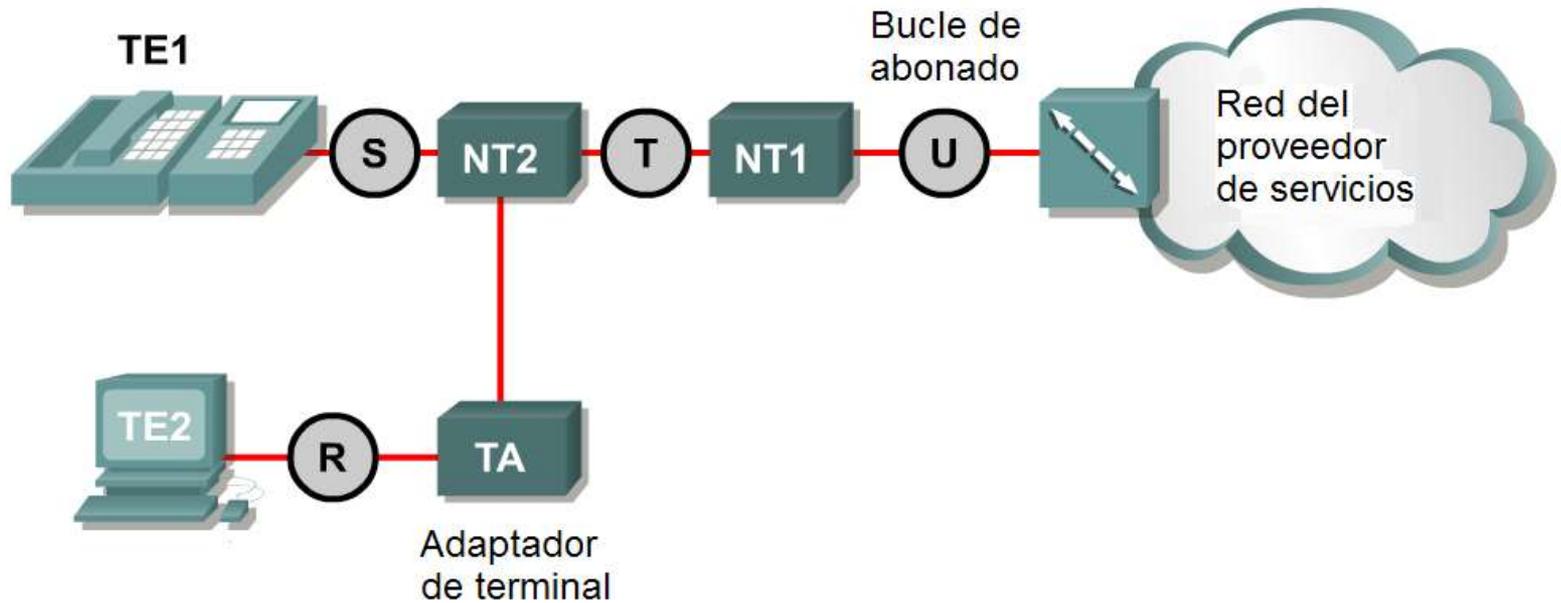


Puntos de referencia (I)





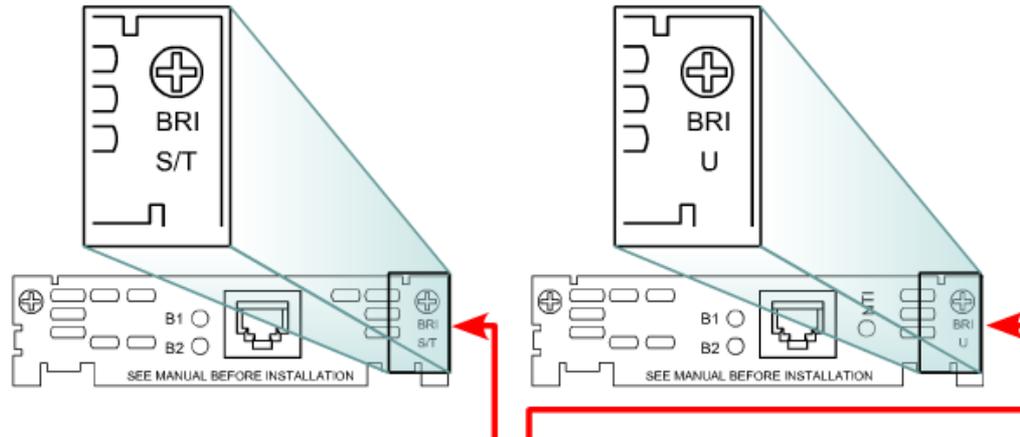
Puntos de referencia (II)



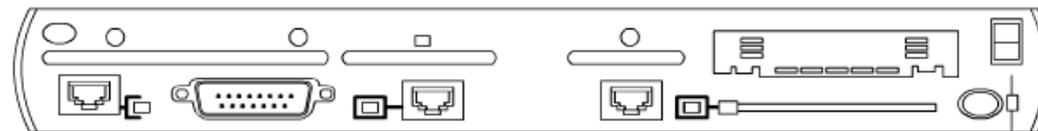


Puntos de referencia (III)

Determinar si se necesita una interfaz BRI S/T o U.
Los routers tienen uno o ambos tipos de puerto.



Nota de rótulo de puerto



Ethernet
10BASE-T

Puerto
BRI RDSI

Puerto
de
consola



Estándares RDSI

| Concepto | Protocolo | Ejemplos |
|---------------------------------------|-----------|--|
| Red telefónica y RDSI | E-Series | E.164 – Plan del sistema telefónico internacional |
| Conceptos, Aspectos e Interfaces RDSI | I-Series | I.100 Series – Conceptos, estructura Terminología I.400-User-Network Interfaces (UNIs) |
| Conmutación y señalización | Q-Series | Q.921 – LAPD (Link Access Procedure on the D channel) Q.931 – ISDN Capa de red entre el Equipo terminal y el Switch |



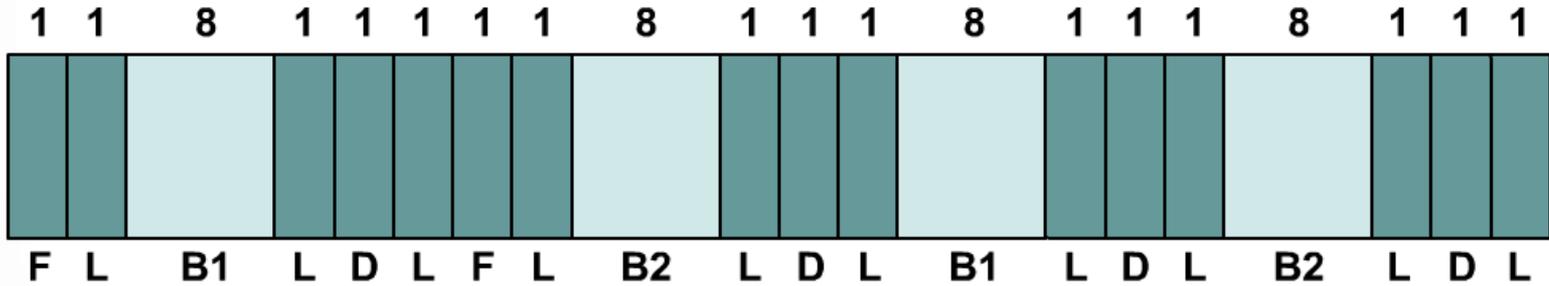
Capas OSI en RDSI

| Capa OSI | Canal D | Canal B |
|----------|--|-------------|
| 3 | Q.931 – Capa de red entre el host y el Switch | IP, IPX |
| 2 | Q.921 – LAPD (Link Access Procedure on the D channel) | PPP HDLC |
| 1 | I.430/I.431 – Interfaz físico RDSI <ul style="list-style-type: none">● I.430 Usado para BRI● I.431 Usado para PRI | |

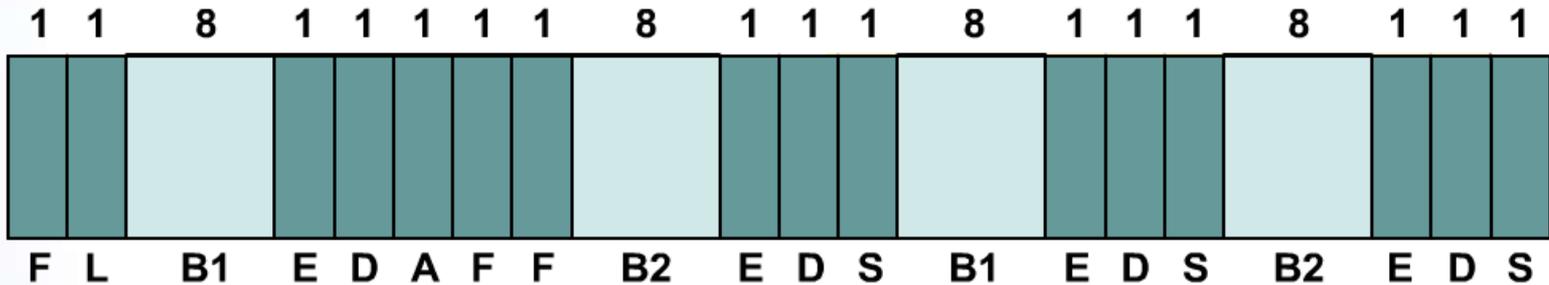


Capa física en RDSI

NT → TE Trama



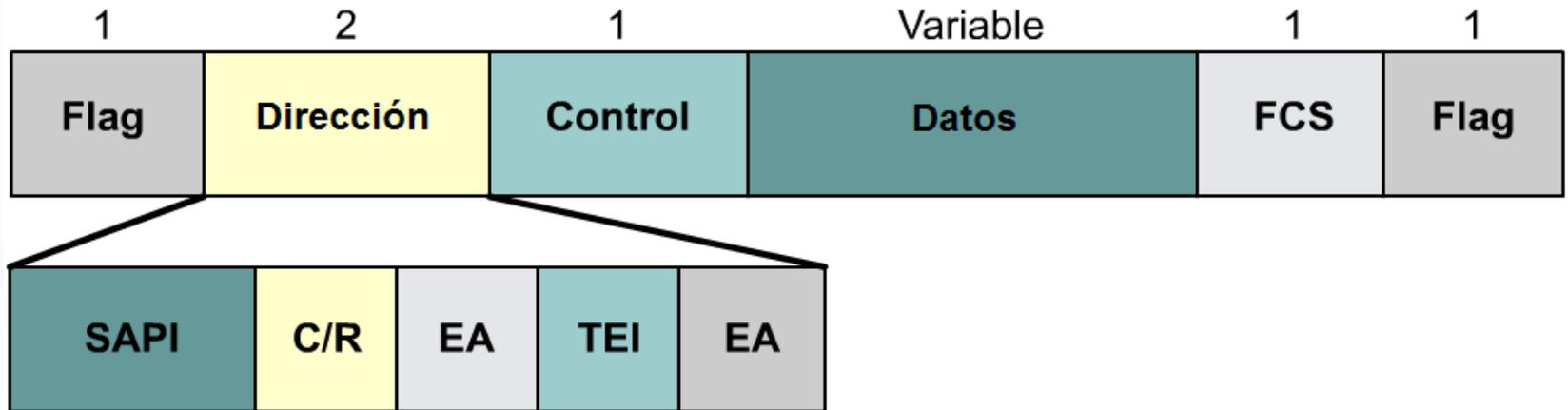
TE → NT Trama



- A = Bit de activación
- B1 = Bits de canal B1
- B2 = Bits de canal B2
- D = Bit de canal D (4 bits x 4000 tramas/seg = 16 kbps)
- E = Eco de bit D anterior
- F = Bit de entramado
- L = Bit de balanceo de carga
- S = Bit extra



Capa de enlace en RDSI

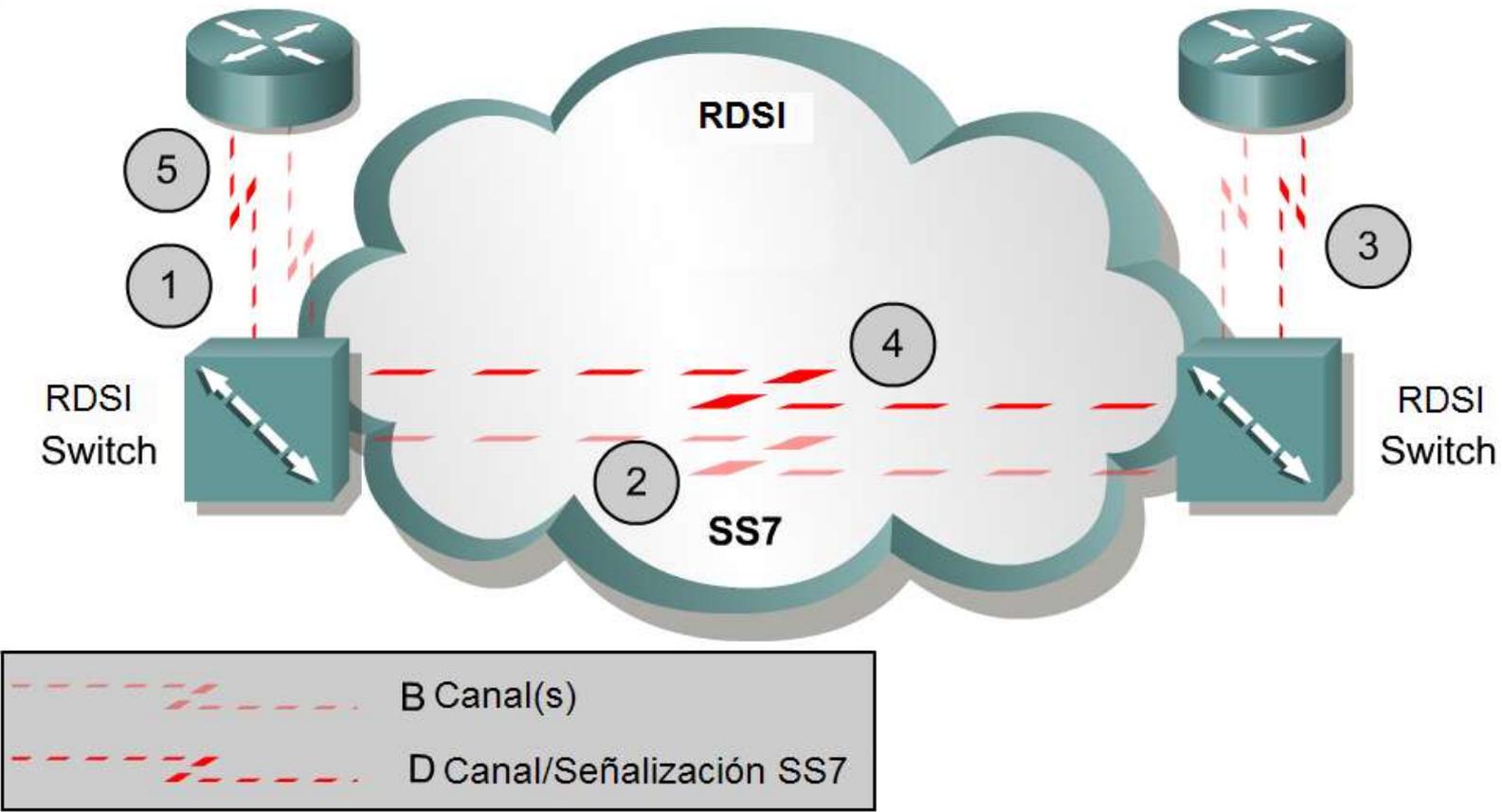


Leyenda

| | |
|------|---|
| SAPI | Service access point identifier bits (6 bits) (Id. de servicio de acceso) |
| C/R | Command/response bit |
| E/A | Extend addressing bits (Bits de extensión de Direc.) |
| TEI | Terminal endpoint identifier (Identificador de terminal) |

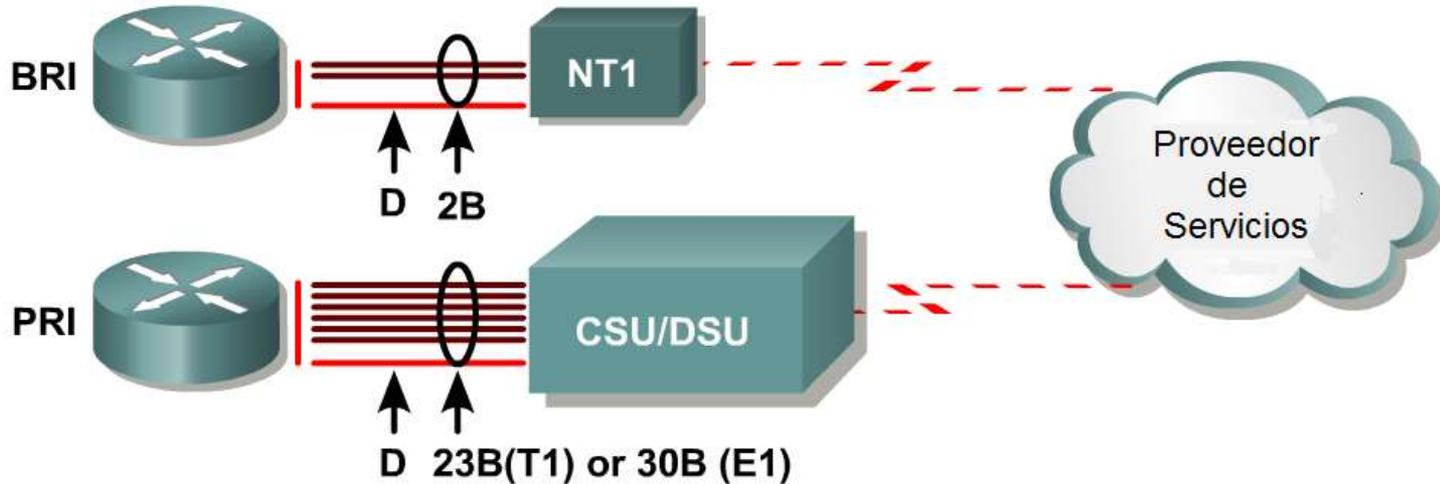


Capa de red en RDSI





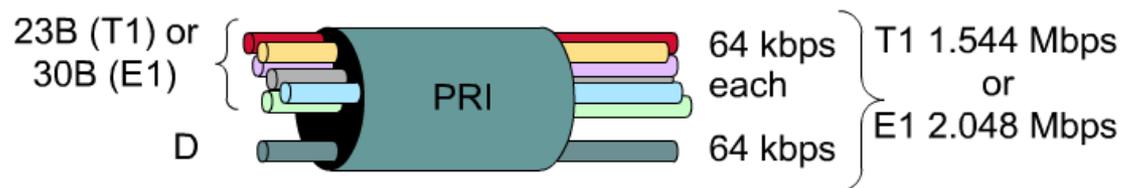
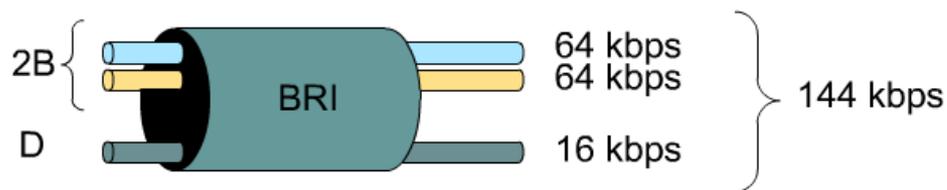
Opciones de acceso



| Canal | Capacidad | Utilizado para |
|-------|------------|-----------------------------------|
| B | 64 kbps | Circuit-switched data (HDLC, PPP) |
| D | 16/64 kbps | Signaling information (LAPD) |



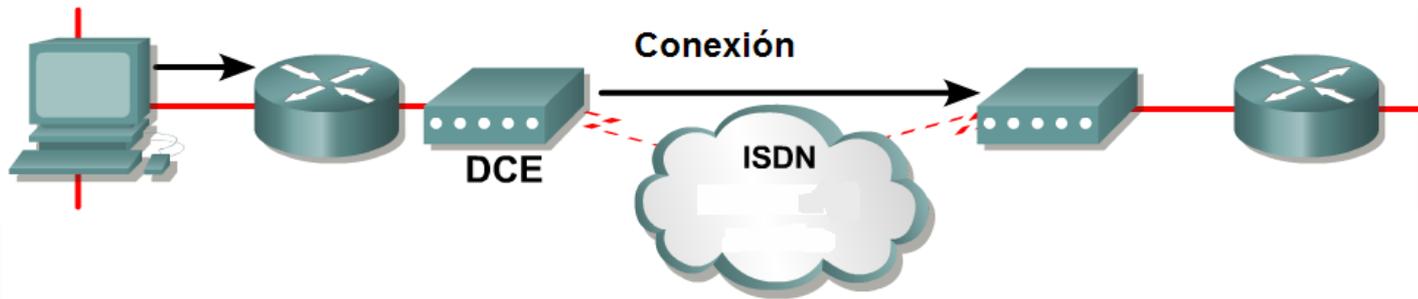
BRI y PRI en Europa y América





Dial-on-demand Routing

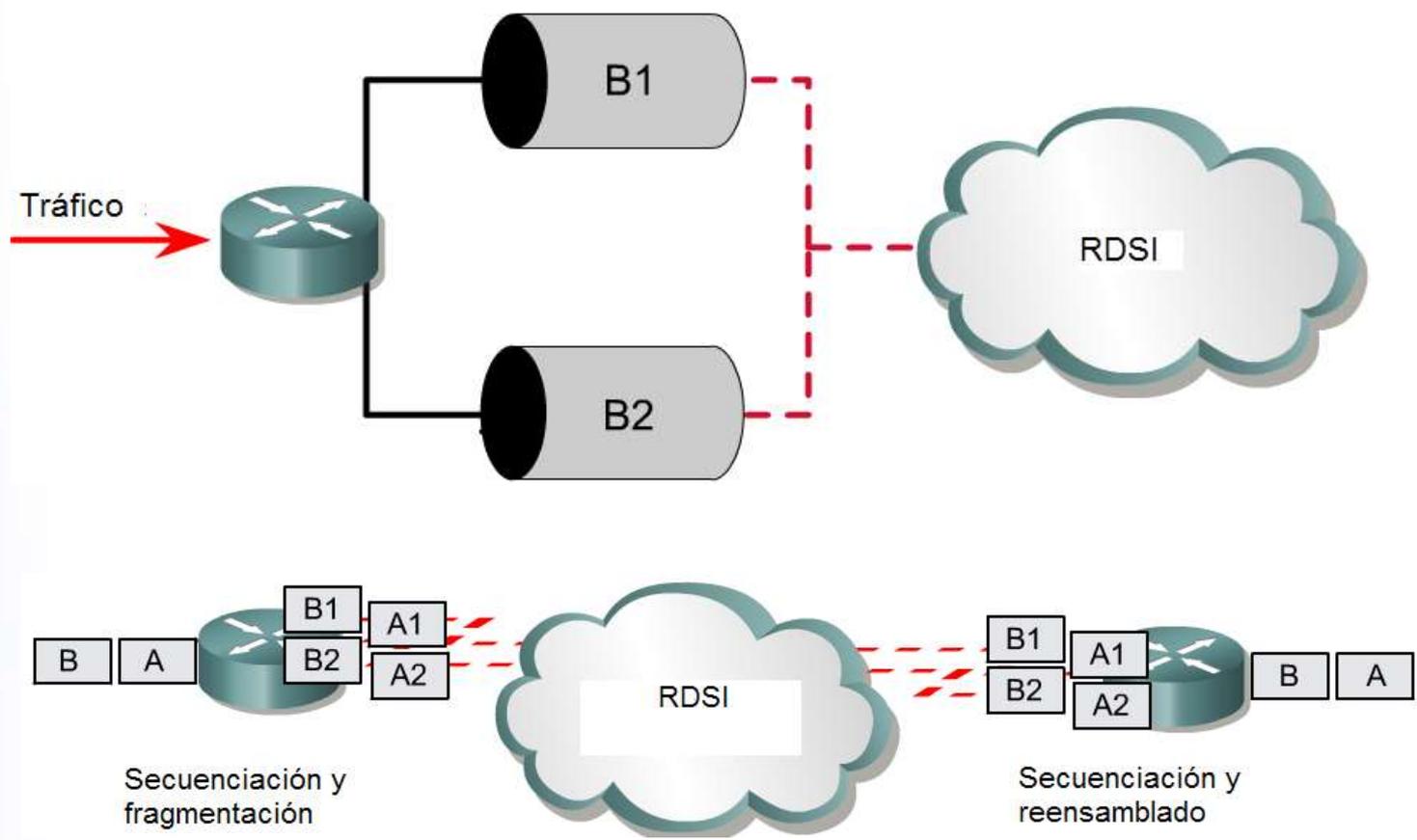
Recepción de
paquetes interesantes



1. Determinación de la ruta al destino
2. La llegada de tráfico interesante indica que se ha de realizar una llamada.
3. Se busca la información para establecer llamada.
4. Se transmite el tráfico.
5. Tras finalizar el timer, la llamada se termina.



Ancho de banda bajo demanda



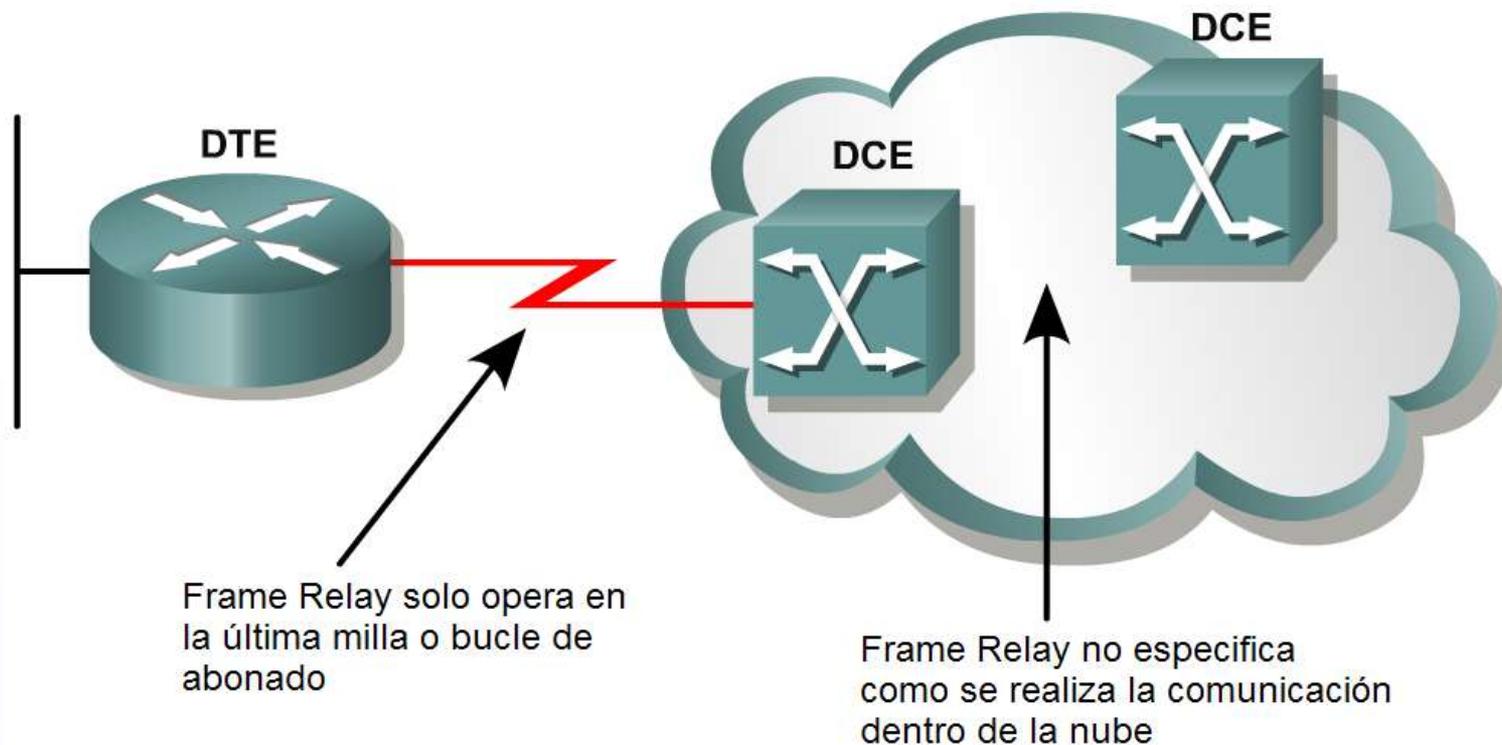


Conceptos de redes

- Generalidades
- Líneas punto a punto (PPP)
- RDSI
- **Frame Relay**
- ADSL

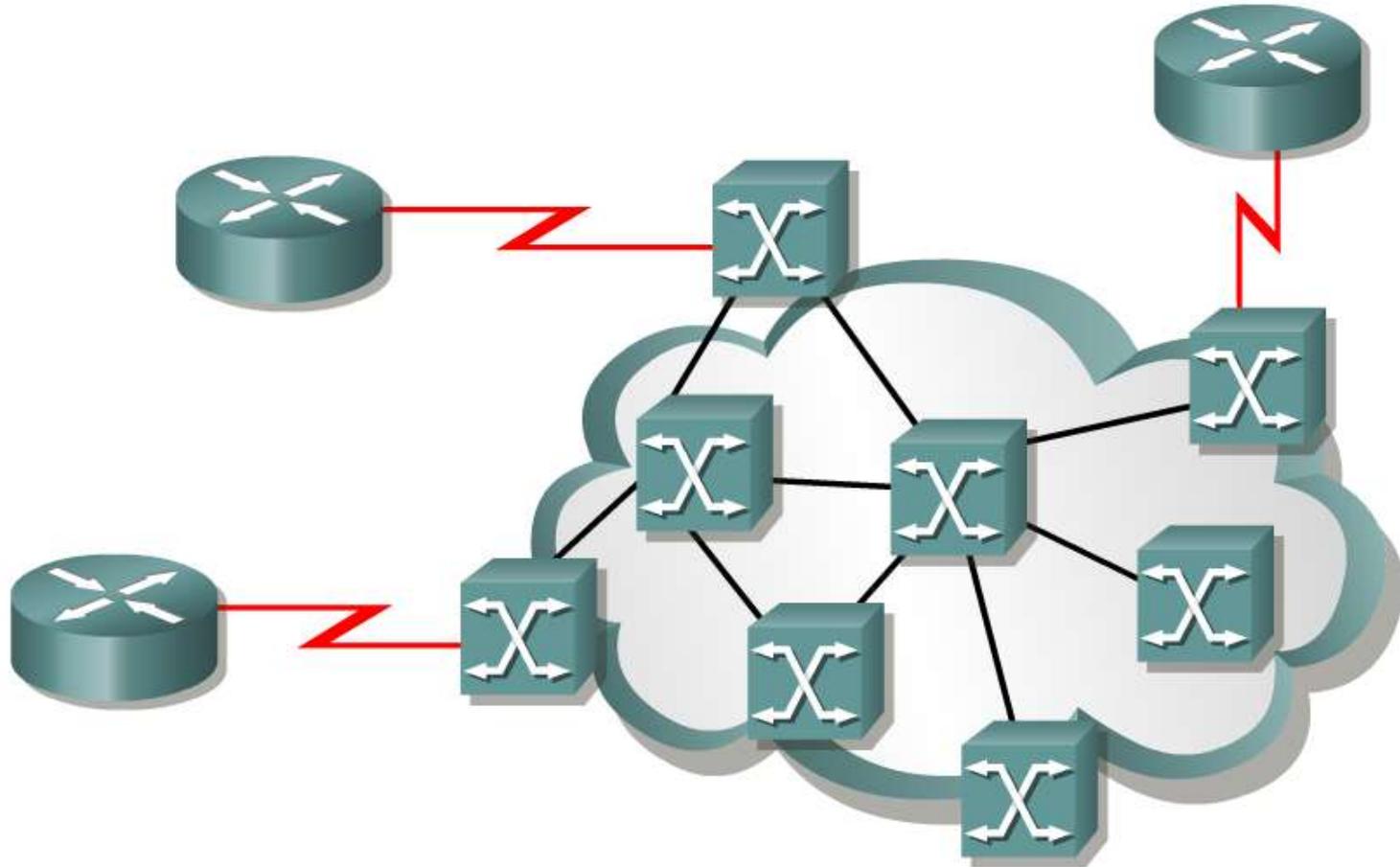


Tecnología Frame Relay



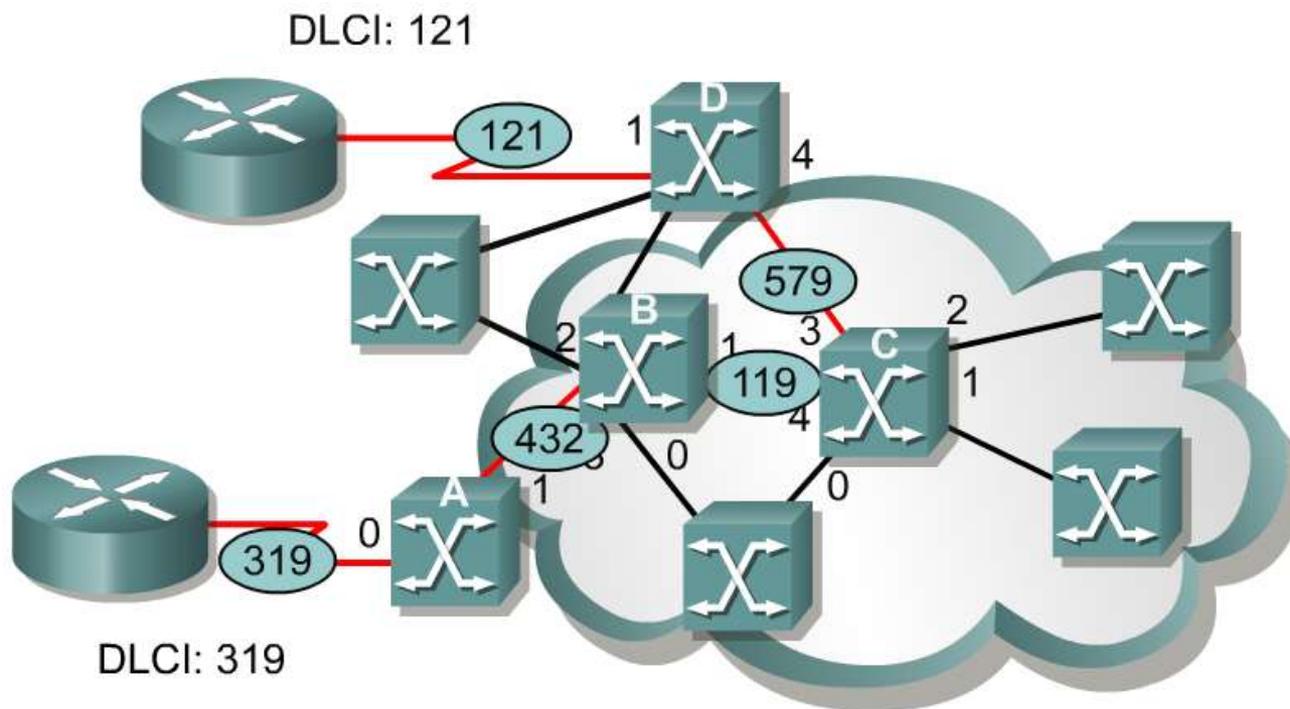


Backbone de Frame Relay





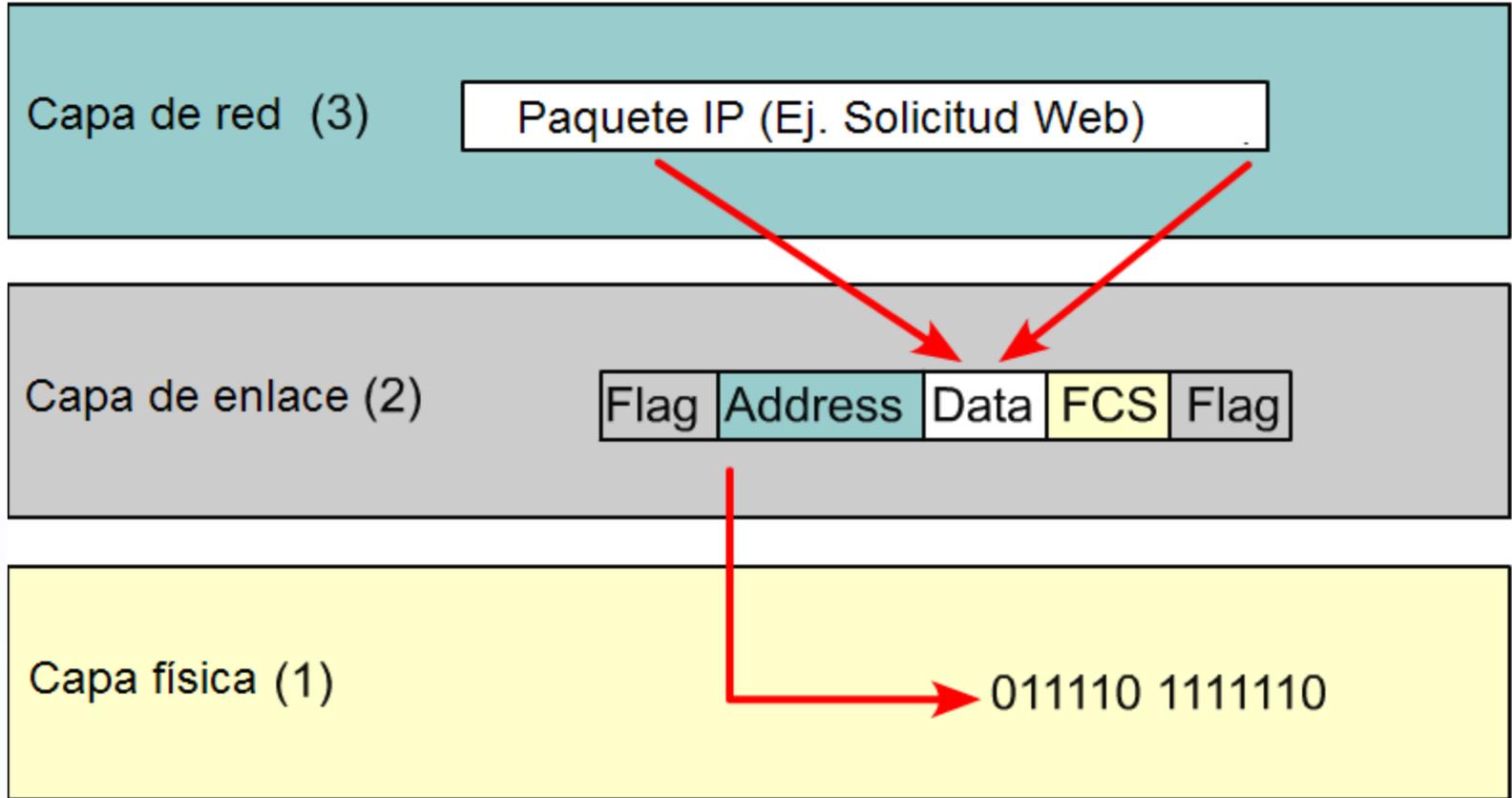
Circuitos Virtuales Frame Relay



| A | | | | B | | | | C | | | | D | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| VC | Port |
| 319 | 0 | 432 | 1 | 432 | 3 | 119 | 1 | 119 | 4 | 579 | 3 | 579 | 0 | 121 | 1 |

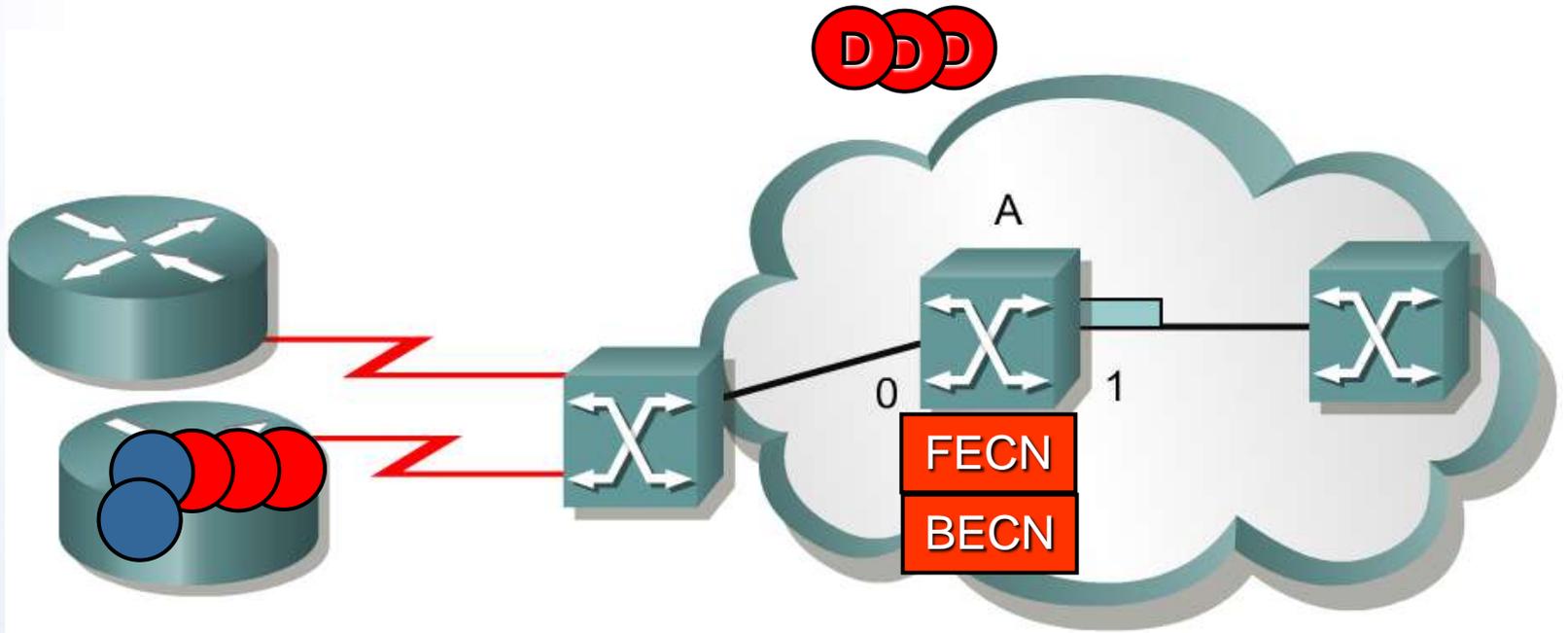


Estructura de capas Frame Relay





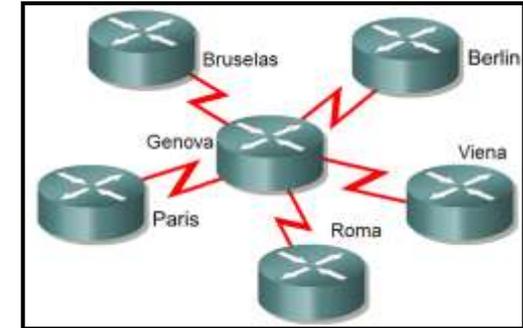
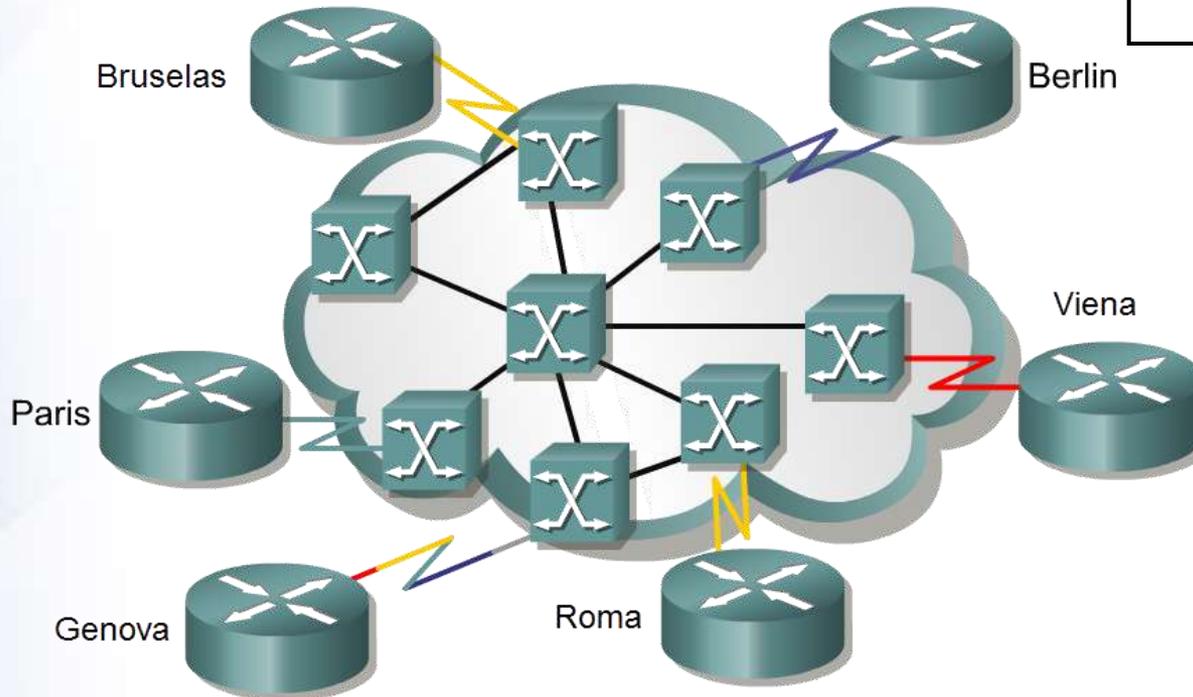
Control de flujo





Topología de estrella

Topología en estrella (Hub)

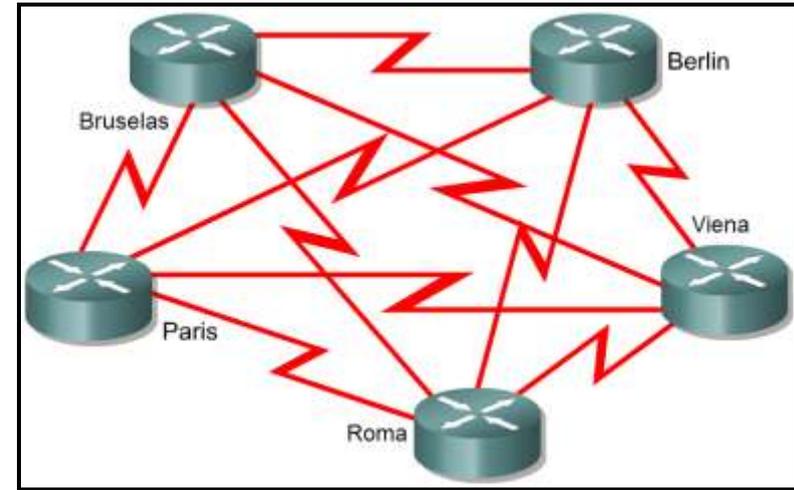
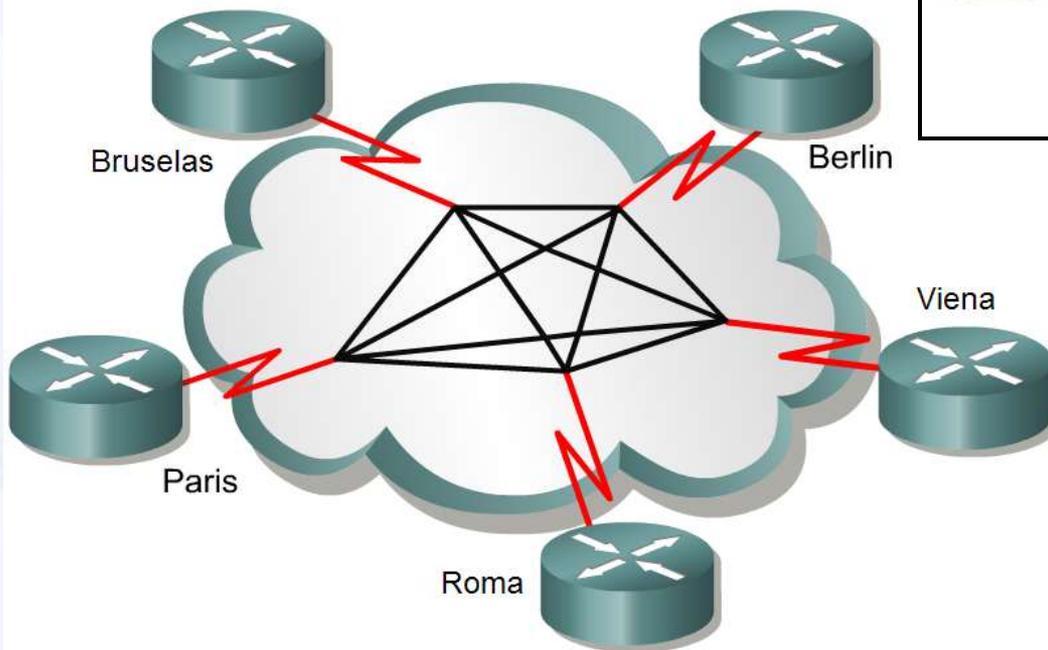


Hace uso de 5 enlaces físicos



Topología de malla completa

Topología Full-Mesh



Hace uso de 10 circuitos virtuales.



Objetivos de LMI

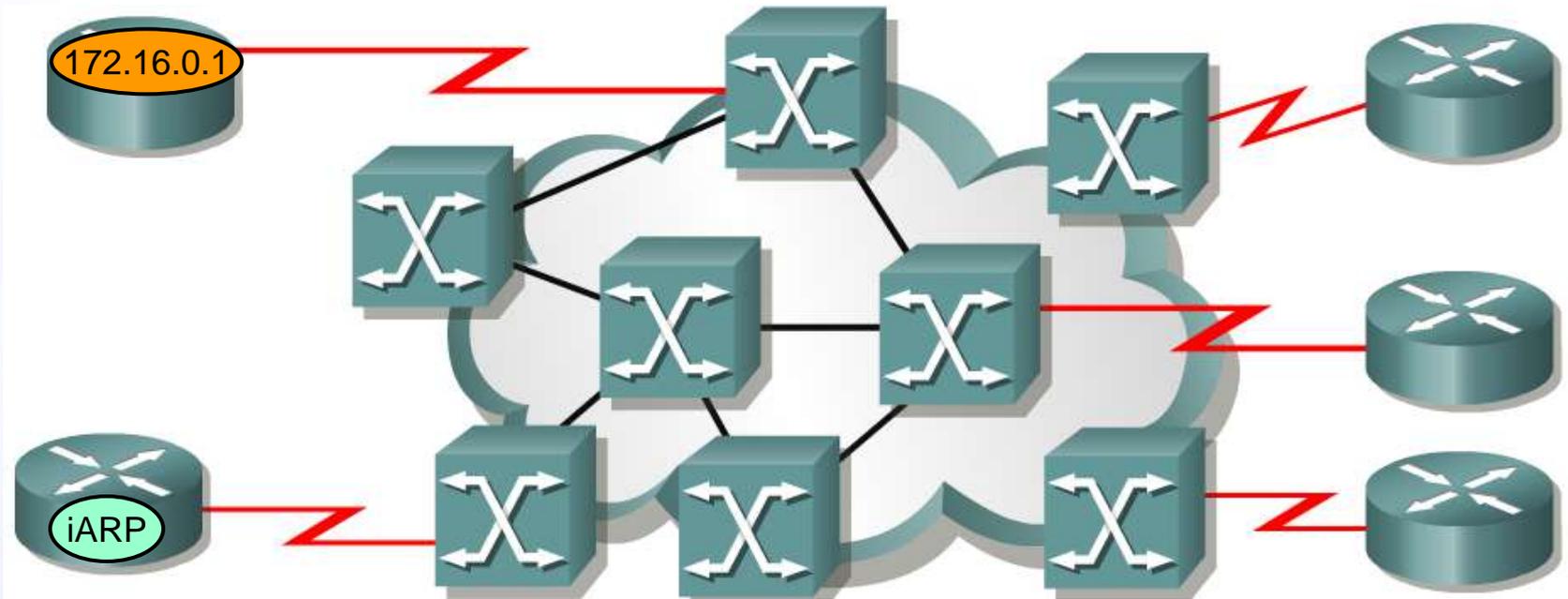
Local Management Interface (LMI)

(Administración de enlace local)

- Determinar el estado operacional de distintos PVC que el router conoce
- Transmitir paquetes de mensaje de actividad para garantizar que el PVC permanezca activo y no se inhabilite por inactividad
- Comunicarle al router que los PVC están disponibles
- Los mensajes LMI solo se intercambian entre el equipo en el lado cliente y el switch F.R. directamente conectado



ARP inverso



| DLCI | Estado | IP |
|------|--------|------------|
| 101 | Activo | 172.16.0.1 |
| 102 | Activo | |
| 103 | Activo | |
| 104 | Activo | |



Conceptos de redes

- Generalidades
- Líneas punto a punto (PPP)
- RDSI
- Frame Relay
- **xDSL**



Reaprovechando la red

- La velocidades máximas no se deben al cable de pares sino al canal de 3,1 KHz que se utiliza para transmitir
- RDSI utiliza también la red telefónica y consigue velocidades de hasta 64 Kbps por canal
- Si dejamos de lado el sistema telefónico se pueden alcanzar velocidades muy superiores
- ADSL utiliza solo el bucle de abonado de la red telefónica; a partir de la central emplea una red paralela para transportar los datos.

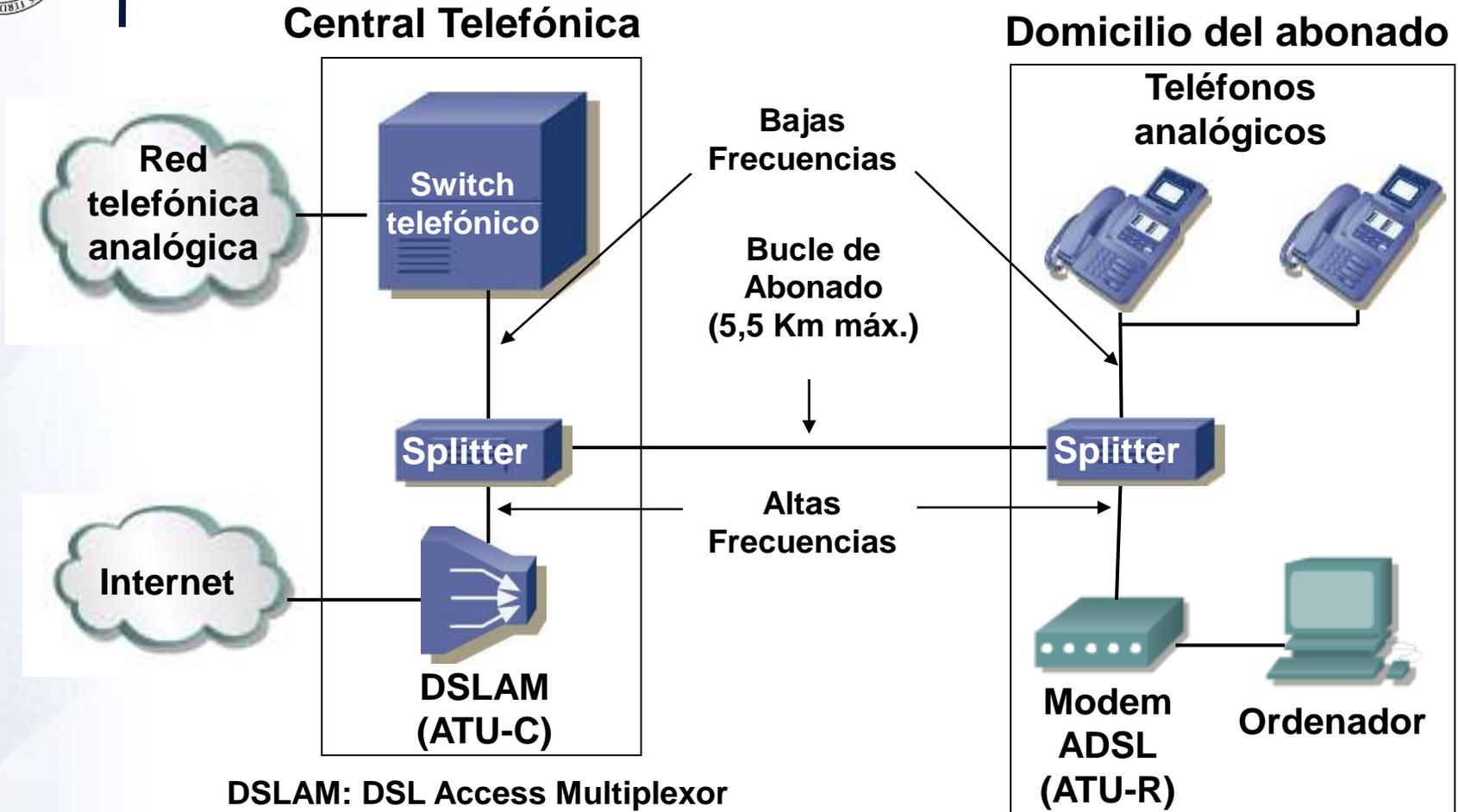


Descripción de ADSL

- ADSL utiliza frecuencias a partir de 25-30 KHz para ser compatible con el teléfono analógico. Hay una versión compatible con RDSI que utiliza frecuencias por encima de 80 KHz
- Comunicación es full dúplex. Para evitar problemas de ecos e interferencias se asigna un rango de frecuencias distinto en ascendente y descendente
- Se reserva mayor anchura al canal descendente que al ascendente. La comunicación es asimétrica



Descripción de ADSL



DSLAM: DSL Access Multiplexor
ATU-C: ADSL Transmission Unit - Central
ATU-R: ADSL Transmission Unit - Remote

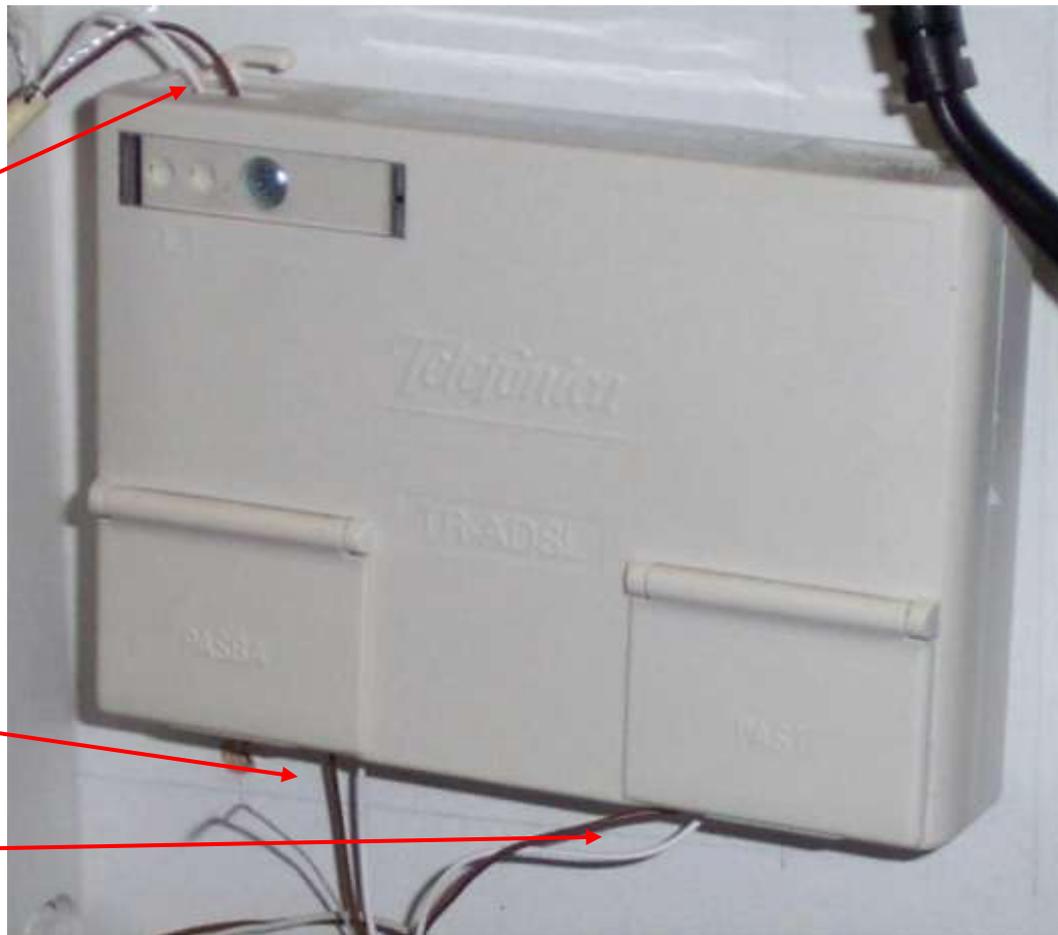


Splitter ADSL

**Bucle de abonado
(2 hilos, de la central)**

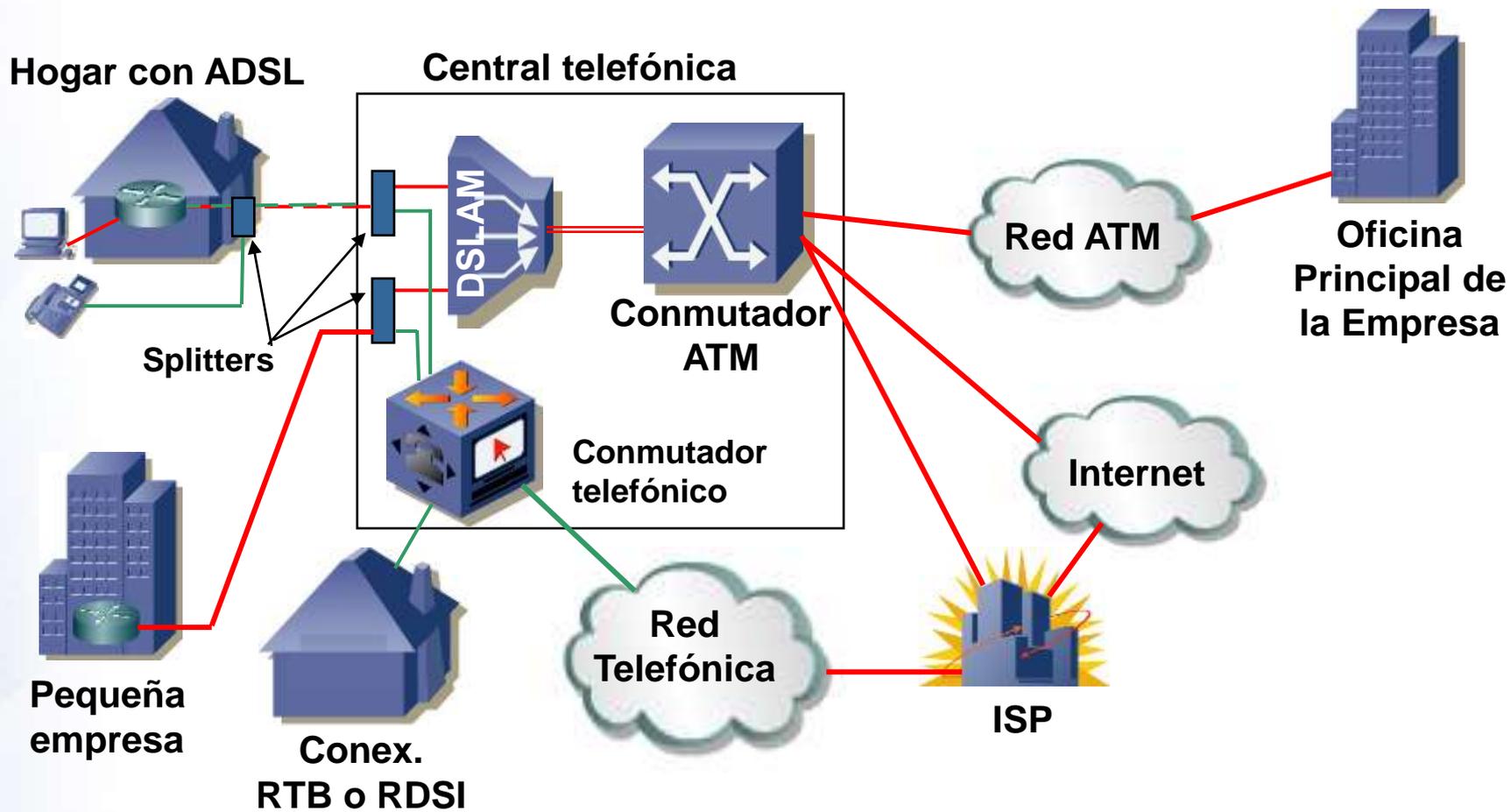
Módem ADSL

Teléfono





Esquema global de ADSL





Modulación DMT

Discrete MultiTone

- 256 subcanales (bins) de 4,3125 KHz de anchura (frecuencias 0-1104 KHz). Los bins más bajos se reservan para la voz, los siguientes se asignan al tráfico ascendente y el resto al descendente.
- Los datos se envían repartidos entre todos los bins
- Cada bin tiene una atenuación relativamente constante.
- En cada bin se usa la técnica de modulación óptima según su relación señal/ruido.
- La necesidad de distribuir el tráfico en los bins requiere que el módem tenga un procesador muy potente.



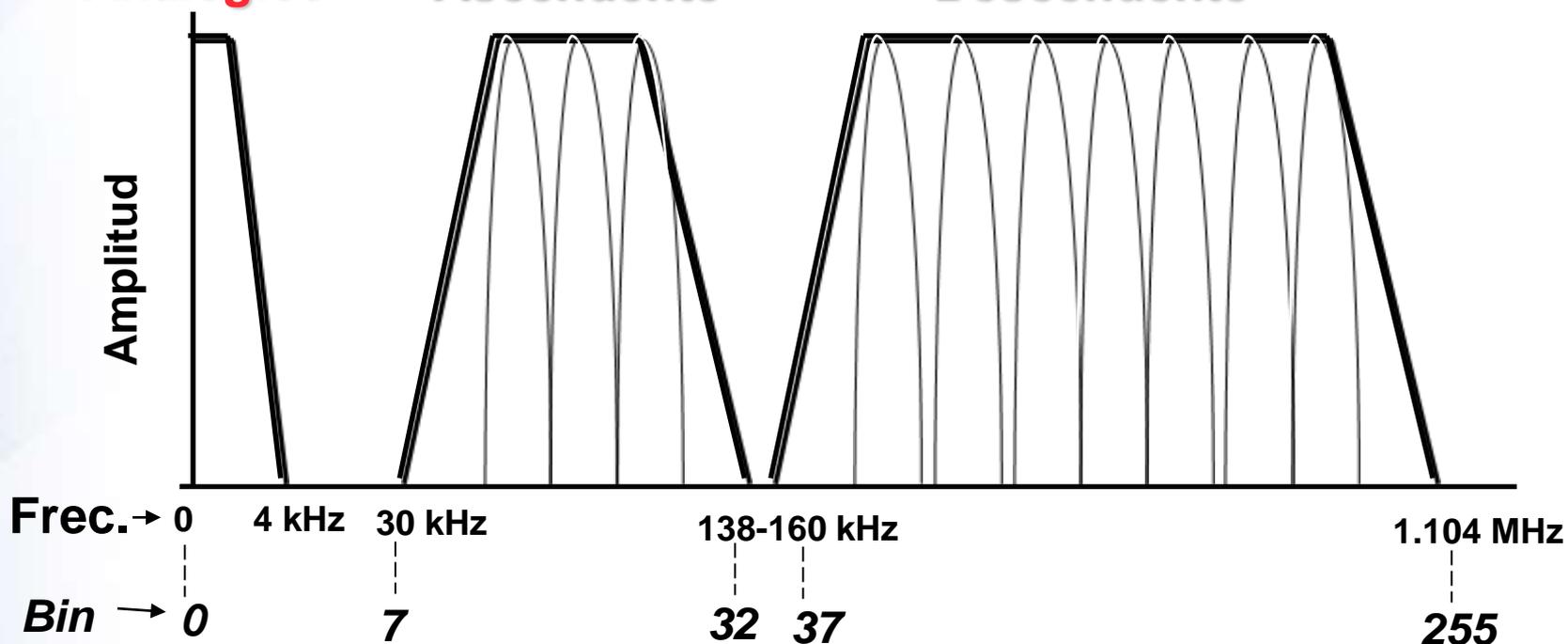
Reparto de los canales

Los canales ascendente y descendente están separados

Teléfono Analógico

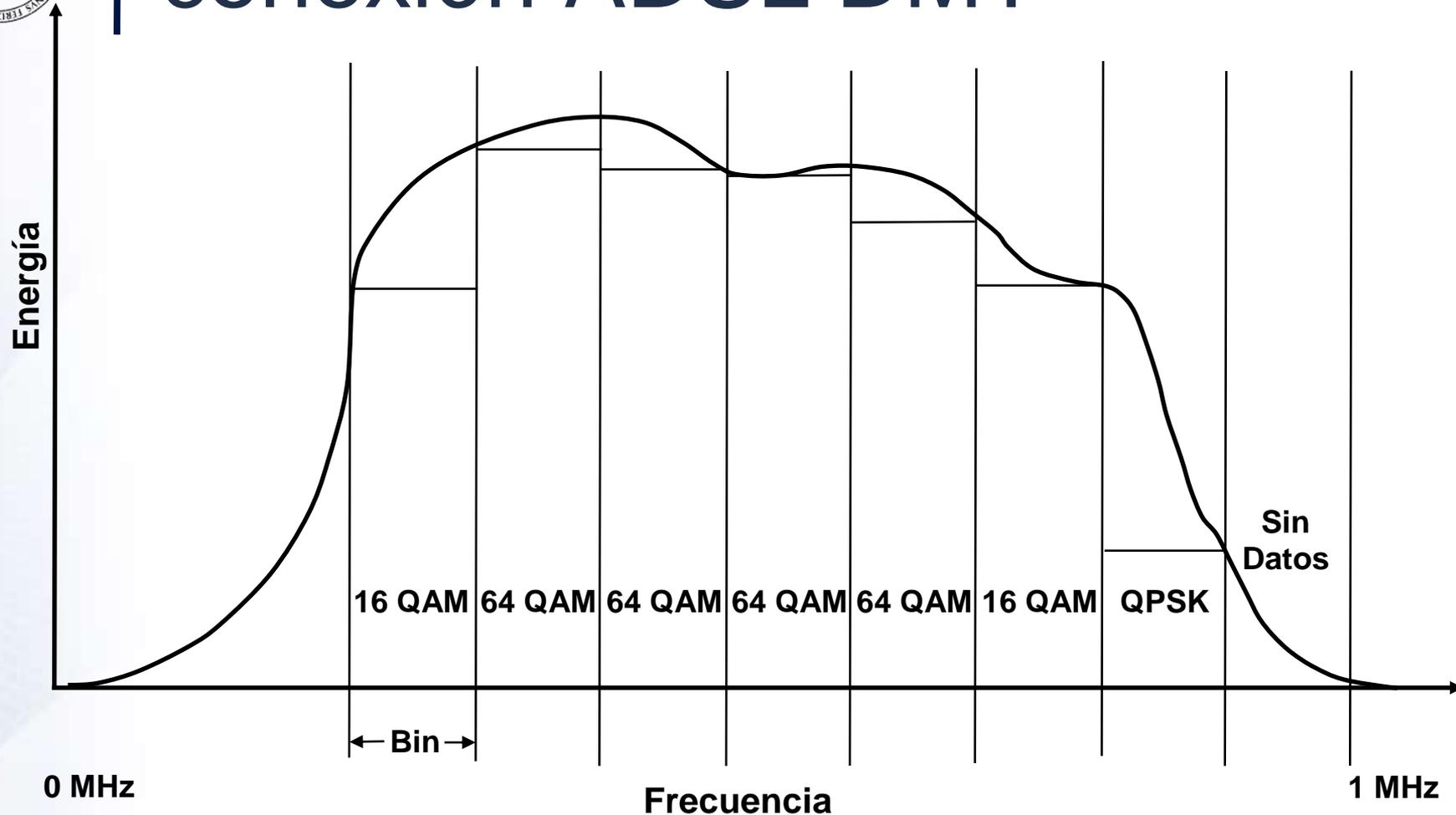
Canal Ascendente

Canal Descendente





Modulaciones en una conexión ADSL DMT



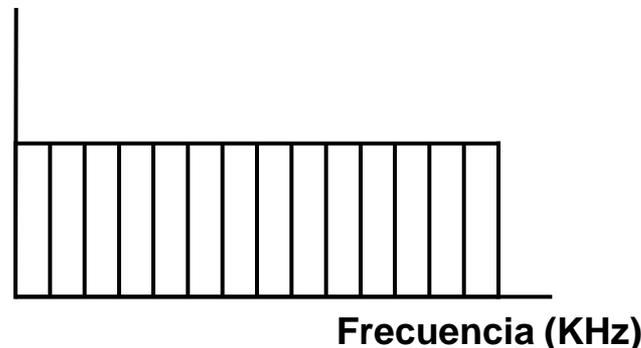
4 Ksímbolos/s por bin. Eficiencia máxima: 16 bits/símbolo



Proceso de negociación de ADSL DMT

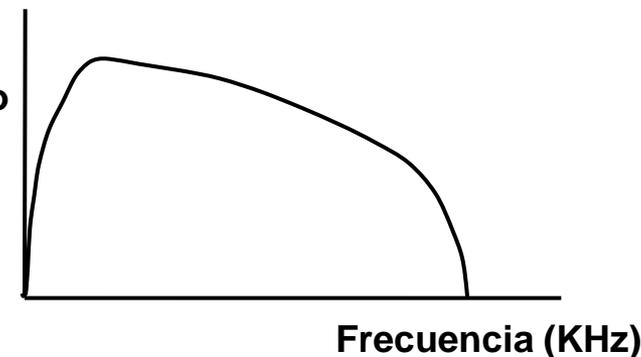
1: Se envía una señal de prueba en toda la gama de frecuencias para determinar la calidad de cada bin

Señal de prueba



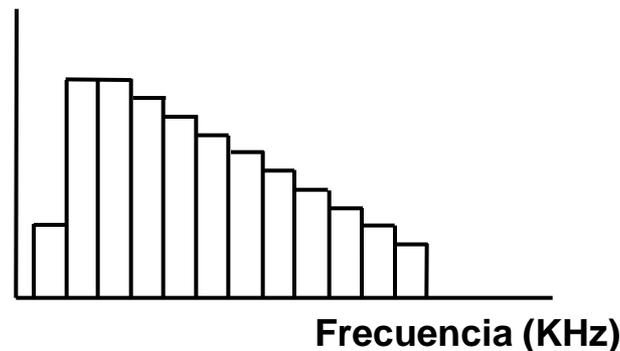
2: A partir de los resultados obtenidos se determina la relación señal/ruido para el enlace a cada una de las frecuencias que se van a utilizar

Relación señal/ruido (dB)



3: En base a la relación señal/ruido se decide la codificación a emplear en cada bin, y con ello la cantidad de bits por segundo enviados en cada uno

Eficiencia (bits/s/bin)





ADSL G. Lite ITU G.922.2

- ADSL requiere instalar en casa del usuario un filtro de frecuencias o 'splitter' (teléfono de ADSL)
- El splitter aumenta el costo de instalación y limita el desarrollo
- ADSL G.Lite suprime el splitter. También se llama ADSL Universal o ADSL 'splitterless'
- Sin splitter hay más interferencias, sobre todo a altas frecuencias



Rate Adaptative DSL

- Versión 'inteligente' de **ADSL** que adapta la capacidad dinámicamente a las condiciones de la línea, como los módems V.34 (28,8 Kb/s) de red telefónica conmutada
- Permite obtener un rendimiento óptimo en todas las condiciones
- Está disponible actualmente en la mayoría de las implementaciones de ADSL y ADSL G.Lite



Otros tipos de xDSL

- HDSL: High Speed DSL
- SDSL: Single-line (o Symmetric) DSL
- VDSL: Very high speed DSL
- En todos los casos sólo se utiliza de la red telefónica el bucle de abonado, empleando una red específica para datos a partir de allí

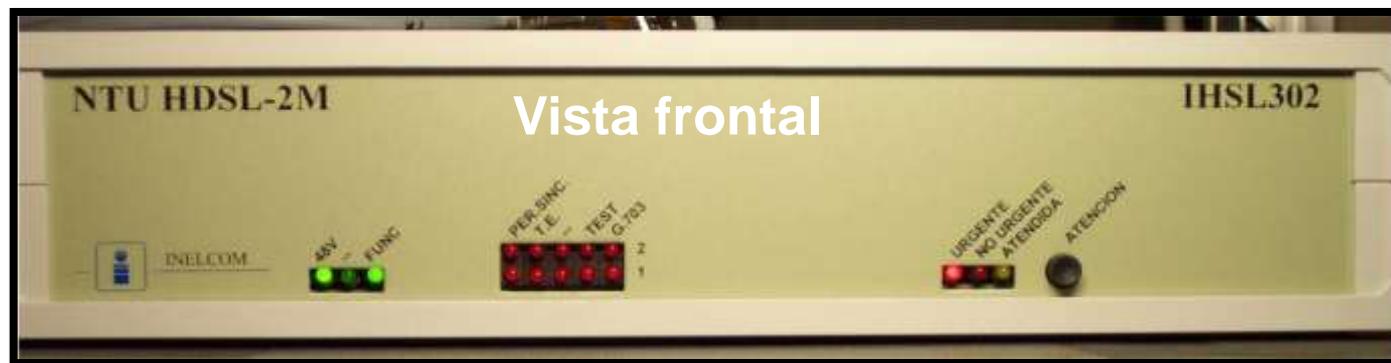


HDSL (High Speed DSL)

- Para reducir la frecuencia de la señal divide el caudal a transmitir entre 2 ó 3 pares
- Es inapropiado para RBB por varias razones:
 - Utiliza dos o tres pares de hilos (reparte la señal)
 - Incompatible con la voz (utiliza las frecuencias bajas)
 - Emplea el mismo rango de frecuencias para cada sentido, por lo que es más sensible a eco e interferencias que ADSL

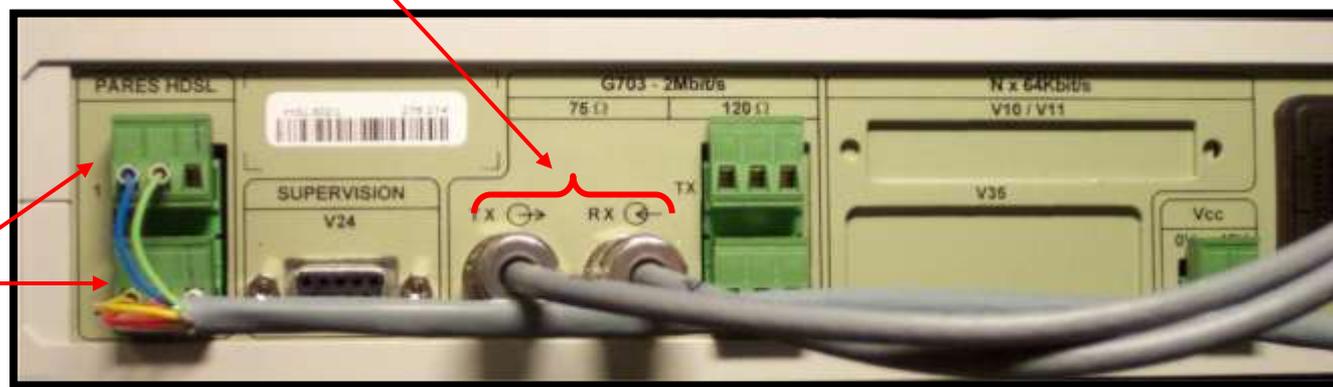


Ejemplo HDSL (2 Mbps)



Vista frontal

Conexión al router
(interfaz G.703)



Cable de la central (2 pares)

Vista posterior



SDSL (Symmetric DSL)

- Parecido a HDSL (simétrico) , pero usa sólo un par de hilos
- Alcance menor que HDSL (unos 3 Km) ya que transmite toda la información por un par. El caudal varía entre 2 Mb/s y 160 Kb/s según las condiciones de la línea
- Incompatible con la voz (no reserva la parte baja de frecuencias)
- Aun no está estandarizado

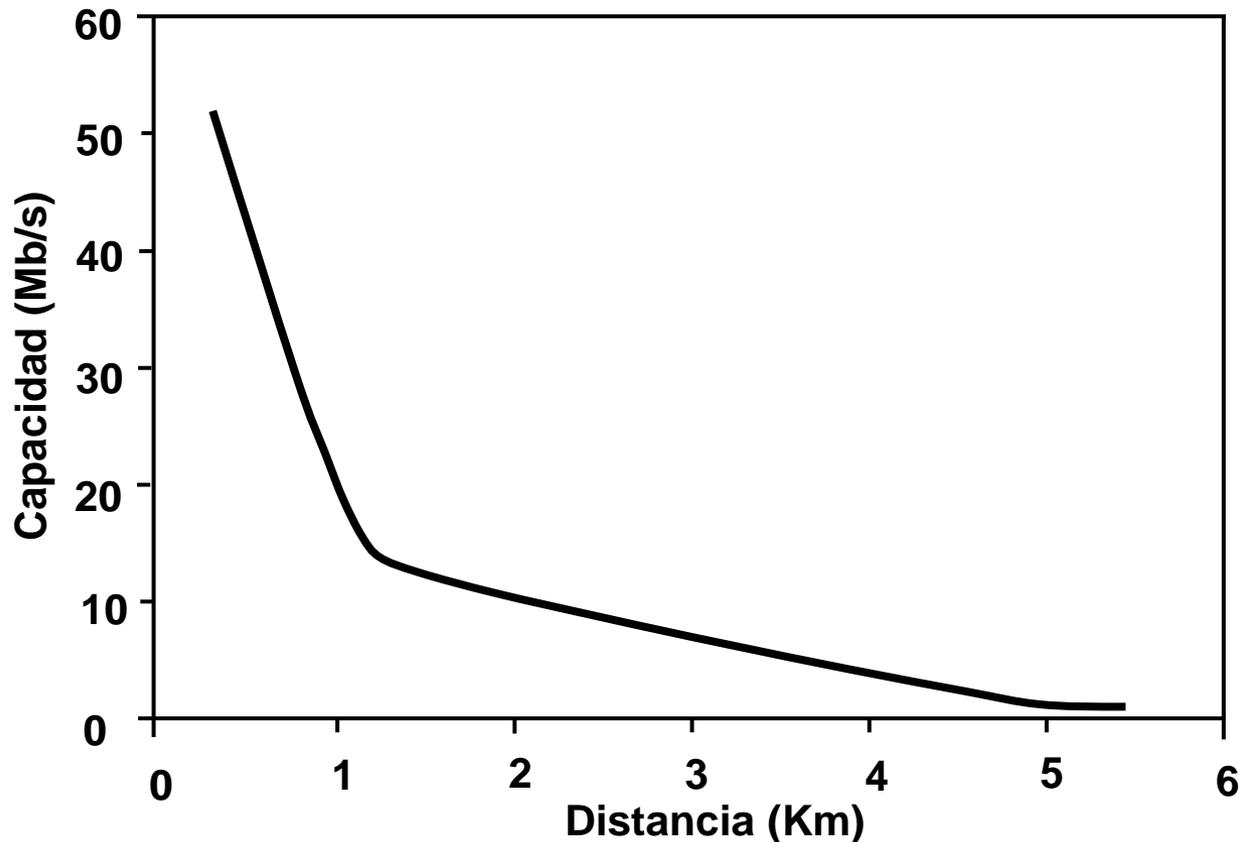


VDSL (Very High Speed DSL)

- Es el 'super-ADSL'. Permite capacidades muy grandes en distancias muy cortas.
- Las distancias y caudales en sentido descendente son:
 - 300 m 51,84 – 55,2 Mb/s
 - 1000 m 25,92 – 27,6 Mb/s
 - 1500 m 12,96 – 13,8 Mb/s
- En ascendente se barajan tres alternativas:
 - 1,6 – 2,3 Mb/s
 - 19,2 Mb/s
- Igual que en descendente (simétrico)



Velocidad según distancia



Ámbito de ADSL

Ámbito de VDSL



VDSL (Very High Speed DSL)

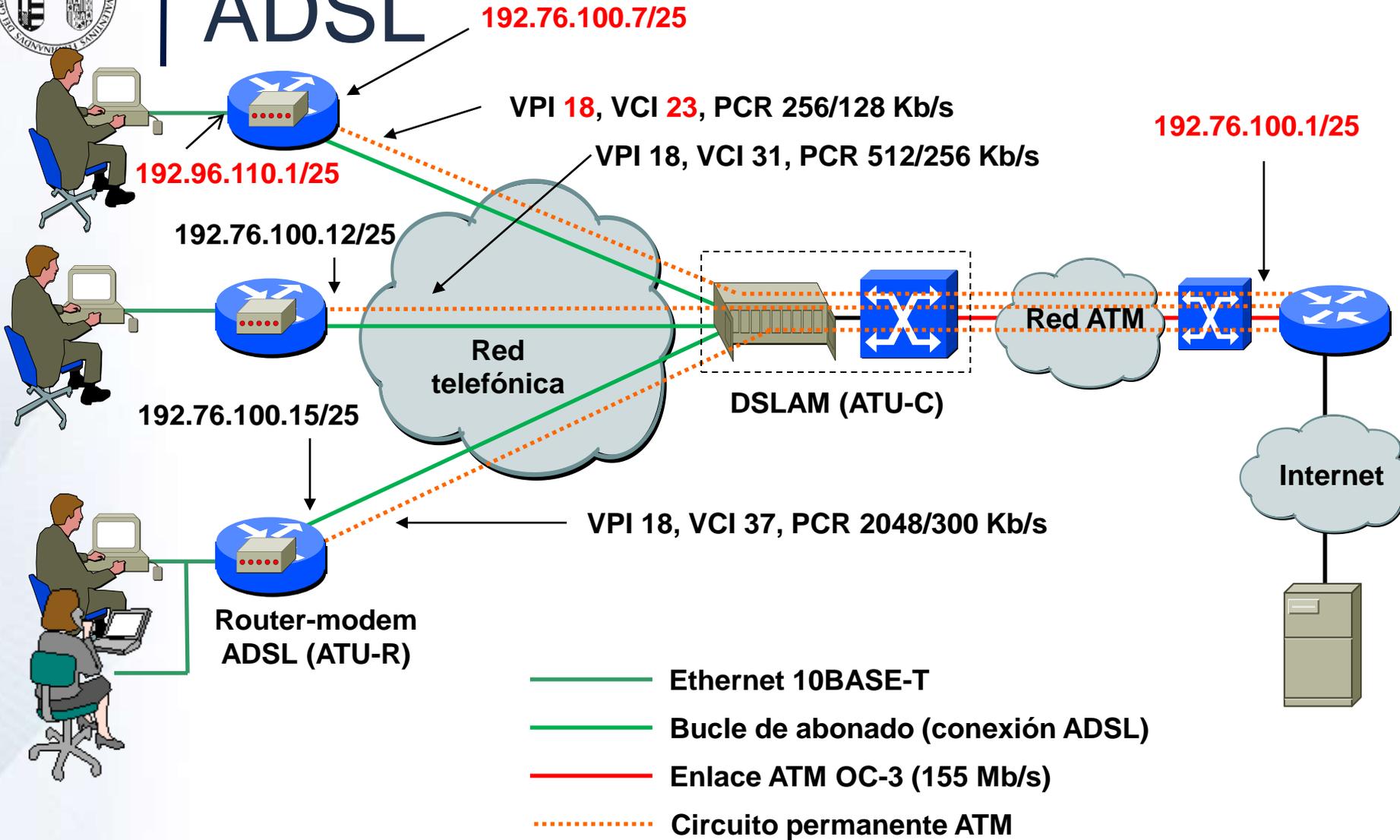
- Utiliza un par de hilos. Compatible con voz
- Aunque su capacidad es superior a ADSL técnicamente es más simple (al reducir la distancia es más fácil conseguir capacidades elevadas)



Comparación entre xDSL

| Servicio | Modulación | Capacidad desc./asc. (Mb/s) | Distancia Max. (Km) | Compatible con voz |
|-------------|-------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| ADSL | CAP ó DMT | 8/1 | 5,5 | SI |
| ADSL G.Lite | CAP ó DMT | 1,5/0,2 | 5,5 | SI |
| HDSL | OPTIS | 2/2 | 4,6 | NO |
| SDSL | 2B1Q ó CAP | 2/2 | 3,0 | NO |
| VDSL | Por decidir | 13-52/1,6-2,3 ó 13-52/13-52 | 1,5 | SI |

Arquitectura de una red ADSL



Configuración de un router ADSL usando RFC 1483



Configuration Summary

DSL Receive Rate **256000**

Caudal descendente (bits/s)

DSL Transmit Rate **128000**

Caudal ascendente (bits/s)

DSL Interface State Up

DSL WAN IP Address **192.76.100.7**

DSL WAN Subnet Mask **255.255.255.128**

Interfaz ADSL

Ethernet LAN IP Address **192.96.110.1**

Ethernet LAN Subnet Mask **255.255.255.192**

Interfaz Ethernet

Default IP Gateway **192.76.100.1**

Ruta por defecto (por la ADSL)

VPI/VCI **18/23**

Números de circuito ATM asignados por el operador (Virtual Path Identifier y Virtual Circuit Identifier)

Encapsulation Protocol **R1483**

Currently Configured Connections (Virtual Circuits)

VPI **18**

VCI **23**

Type **R1483**

Indica la forma como se transportan los paquetes IP en celdas ATM (según RFC 1483)

Mux LLC

PCR Max

IP Address **192.76.100.7**

Netmask **255.255.255.128**

IP Routing Table

| Type | Destination | Netmask | Gateway | Flags | Interface |
|---------|--------------|-----------------|--------------|-------|-----------------|
| Network | 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 192.76.100.1 | GU | rr0 1483 Routed |
| Network | 127.0.0.0 | 255.0.0.0 | 127.0.0.1 | U | lo0 Loopback |
| Network | 192.96.110.0 | 255.255.255.192 | 192.96.110.1 | U | cpm0 Ethernet |
| Network | 192.76.100.0 | 255.255.255.128 | 192.76.100.1 | U | rr0 1483 Routed |