

# Curso Telefonía Fija ADSL y RDSI

# Tecnologías xDSL (I)

XDSL: nombre genérico tecnologías DSL

- Aprovechar bucle de abonado existente, la parte más cara de la red (cableado de línea telefónica tradicional) para ofrecer servicios de datos de banda ancha
- Importante: xDSL = red de ACCESO

# Tecnologías xDSL (II)

- ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line
- SDSL: Symmetric ...
- IDSL: Sobre canales RDSI (en desuso)
- HDSL: High Bit Rate – servicio T1 / E1. Utiliza dos pares
- VDSL: Very High Bit Rate – 52 Mbps / 12 Mbps

# El bucle de abonado

- Bucle de abonado: los elementos que forman parte de la red pública telefónica fija que conectan el punto de terminación de red, donde finaliza la responsabilidad del operador, con el repartidor general o instalación equivalente de la central local de la que depende.

# El bucle de abonado (II)

- Solo operadores de cable y Telefonica tienen una planta significativa de bucle de abonado.
- Gobierno, siguiendo recomendaciones UE, obliga al operador dominante a abrir el bucle a otros operadores con el objetivo de aumentar la competencia.

# El bucle de abonado (III)

- Desagregación de bucle de abonado -  
Reglamento: REAL DECRETO 3456/2000,  
de 22 de diciembre
- 2 modalidades para dar servicio:
  - OBA: oferta de bucle de abonado – obliga a  
invertir en infraestructura
  - Reventa: sin apenas inversión
- Posible uso compartido: (T) voz, (Otro) DSL

# El bucle de abonado (III)

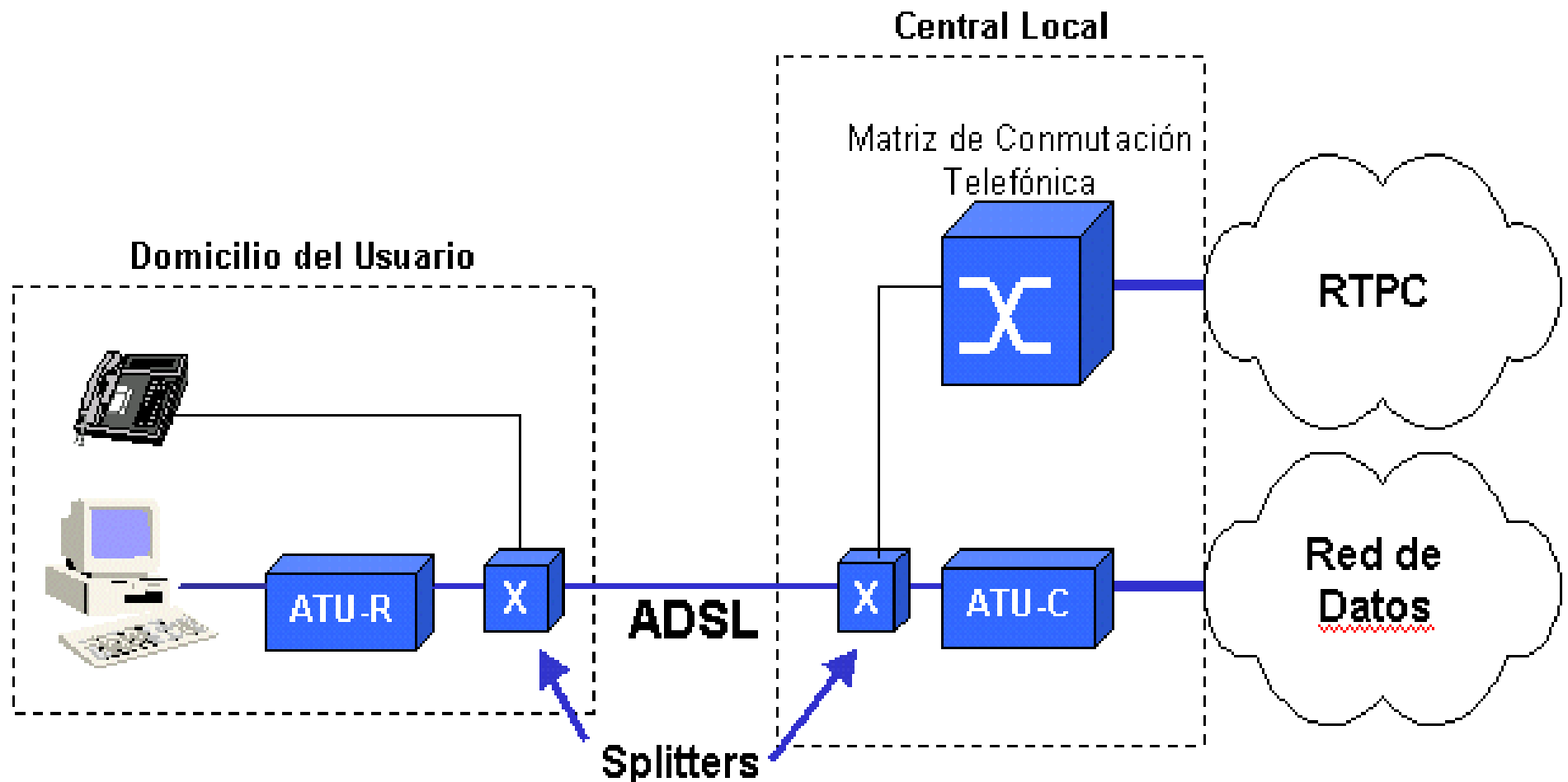
- Especificaciones técnicas:
  - En general: [www.operador.com/interfaces](http://www.operador.com/interfaces)
  - [www.telefonica.es/interfaces](http://www.telefonica.es/interfaces)

# Introducción a xDSL

- xDSL convive con servicios de voz en el mismo par, pero usando diferentes bandas de frecuencia
- Separación de frecuencias voz/datos mediante filtros paso bajo / paso alto (splitters)

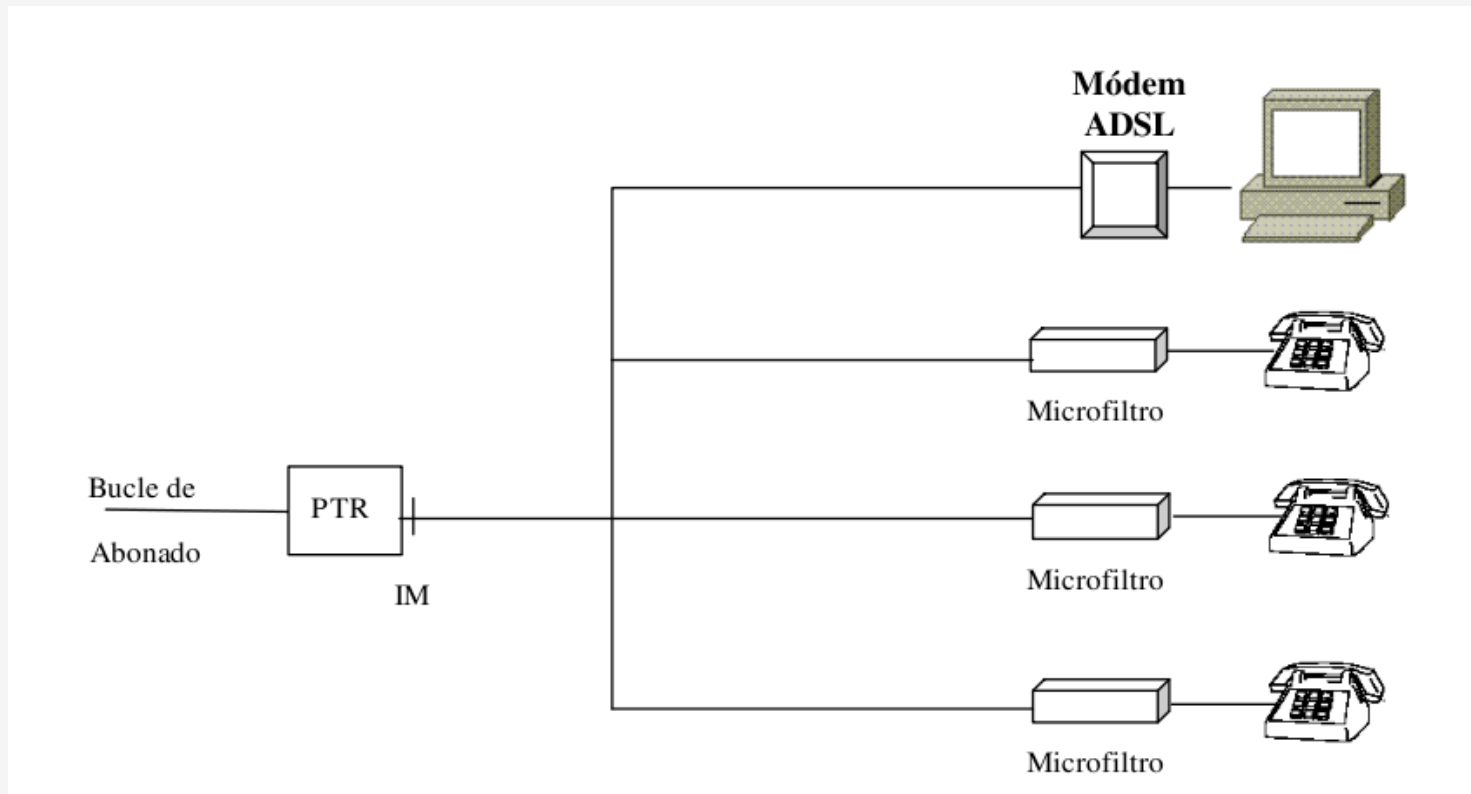


# Introducción a xDSL (II)



# Introducción a xDSL (III)

- Variante: filtrado distribuido en red interior de usuario – microfiltros

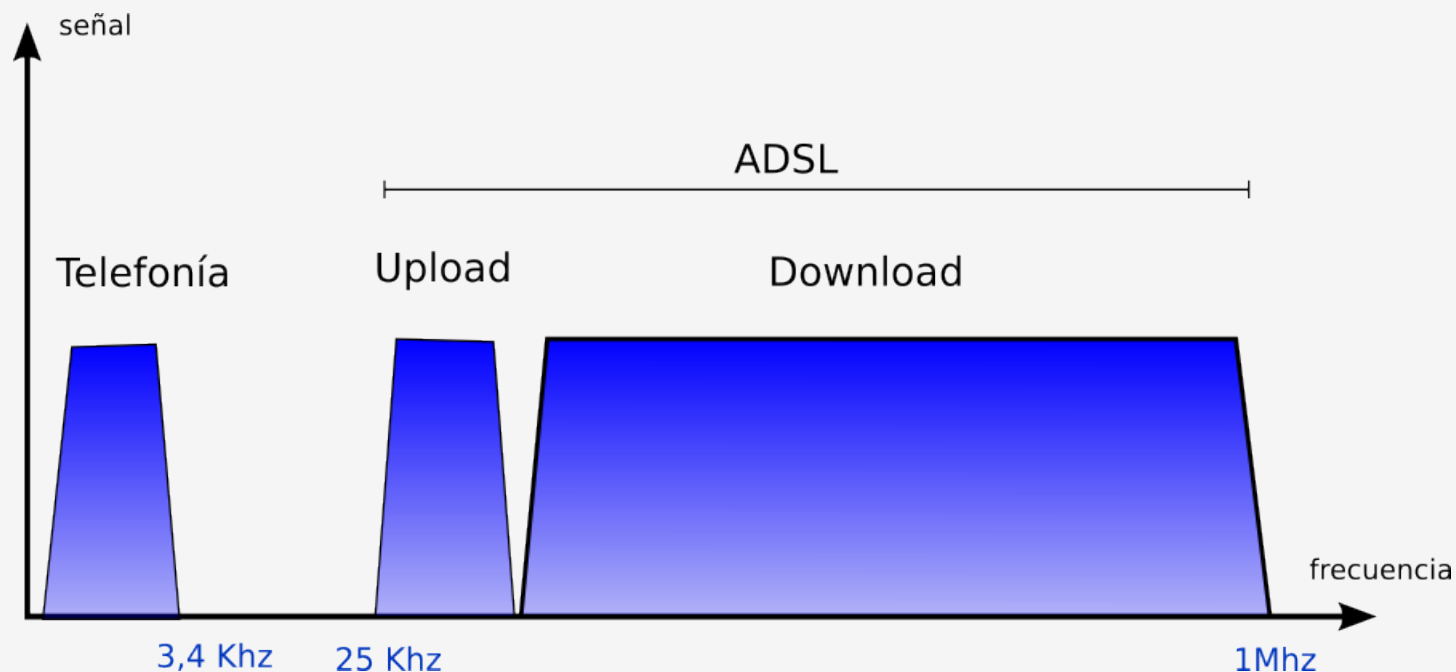


# Introducción a xDSL (IV)

- Atenuación:
  - Depende de distancia y frecuencia
  - Máximo 5 Km
  
- La longitud media del bucle de abonado en zona urbana es inferior a 3Km.

# Introducción a xDSL (V)

- Frecuencia:
  - Telefonía ( y modems RTC): 300 Hz – 3400 Hz
  - xDSL: 25 KHz – 1 Mhz



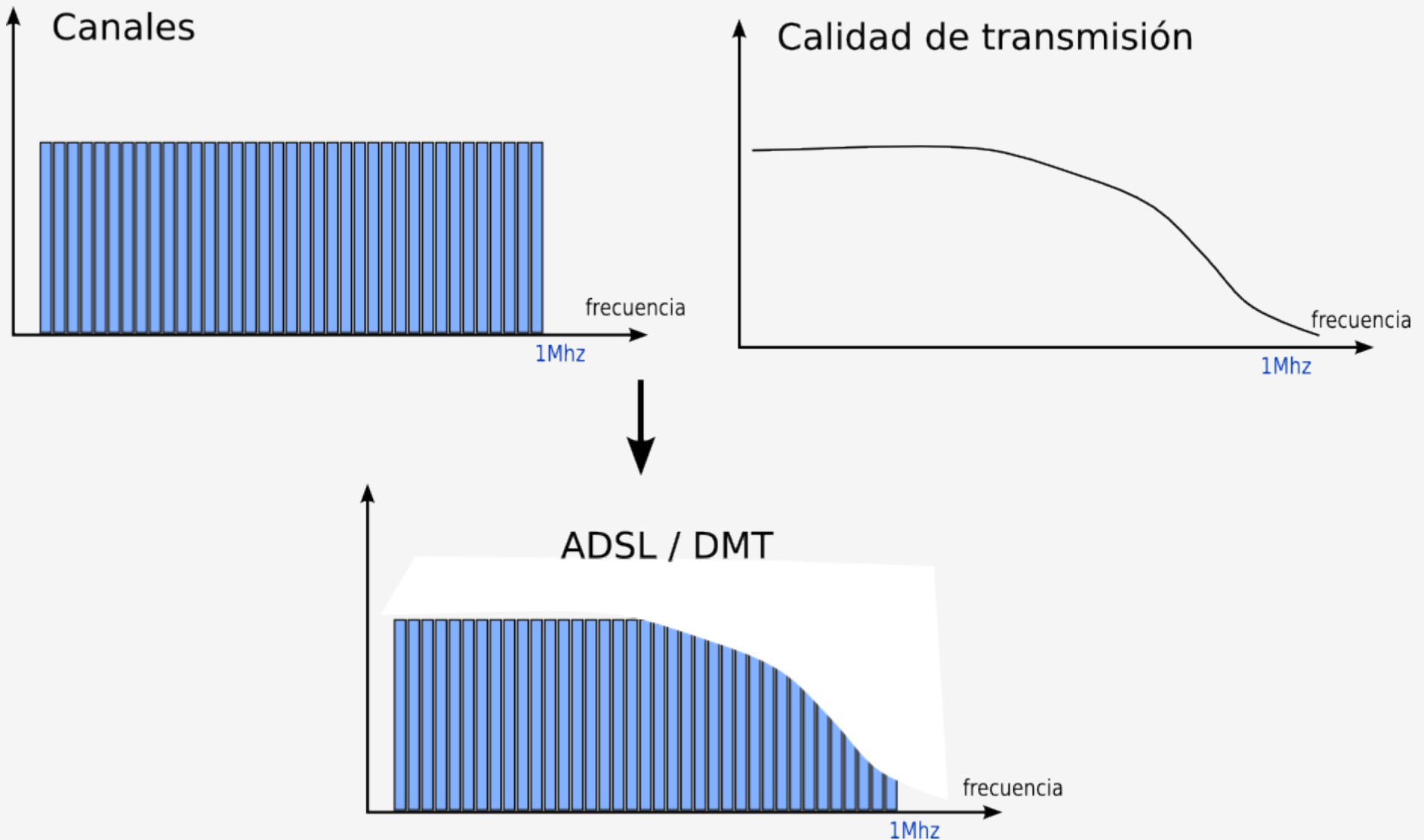
# Modulación

- DMT: discrete multi tone (dividir el ancho de banda en subcanales + modulación QAM)
- ADSL: 256 canales (4Khz \* 256)
- Inicializar: el modem comprueba los subcanales, según la calidad de cada uno envía más o menos información por él
- Máx. Teórico:  $256 * 60 \text{ Kbits/s} = 15,36 \text{ Mbits/s}$
- Máximo real: aprox. 9 Mbits/s

# Modulación (II)

- Estándares ANSI / ITU / ETSI adoptaron técnica DMT
- Subportadoras separadas entre 4,3125 KHz, ancho de banda 4 KHz.
- ATU-C hasta 256 subportadoras
- ATU-R hasta 32 subportadoras
- Algoritmos FFT / IFFT

# ADSL: atenuación en función de la frecuencia

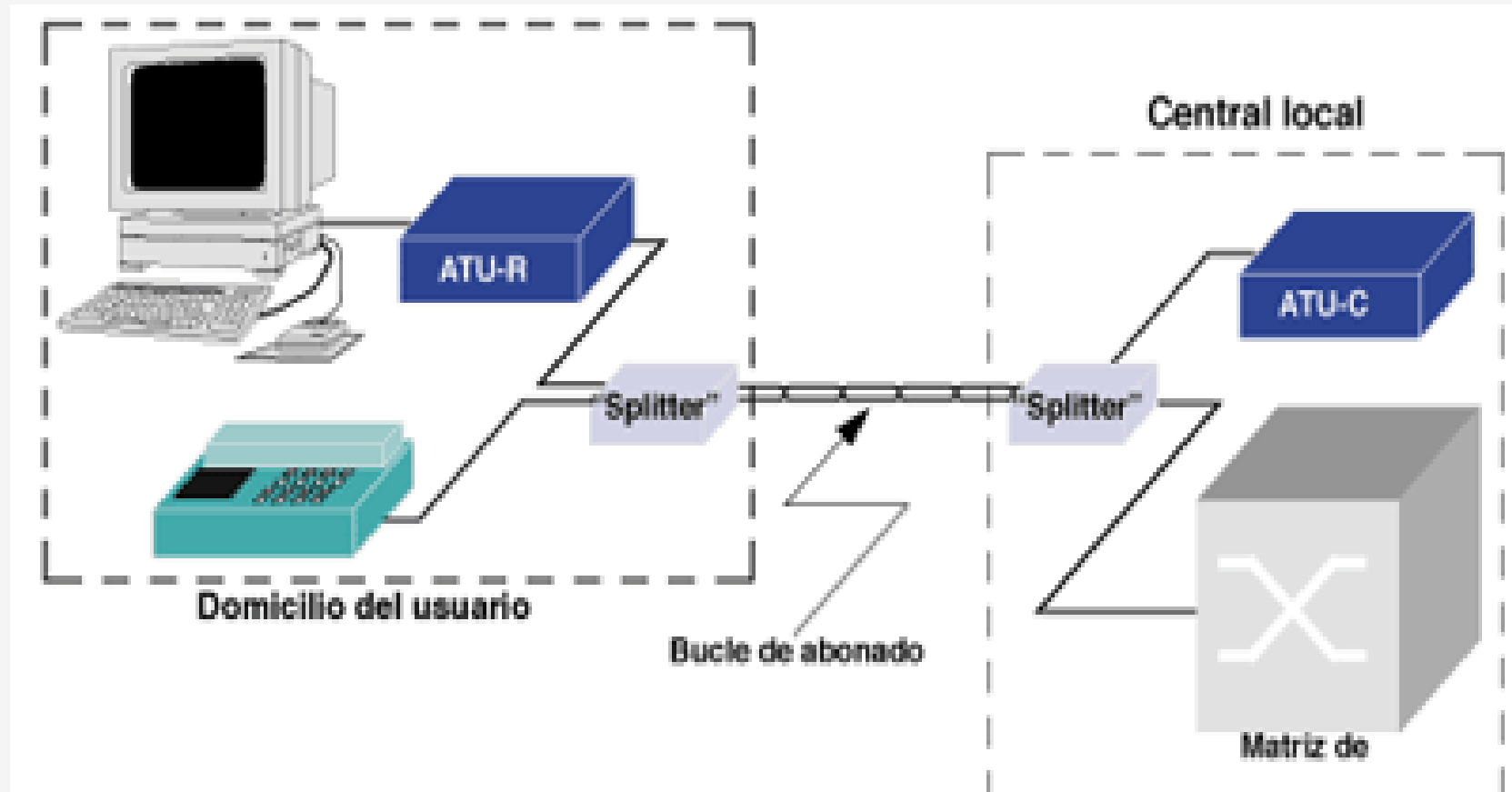


# ADSL: modems

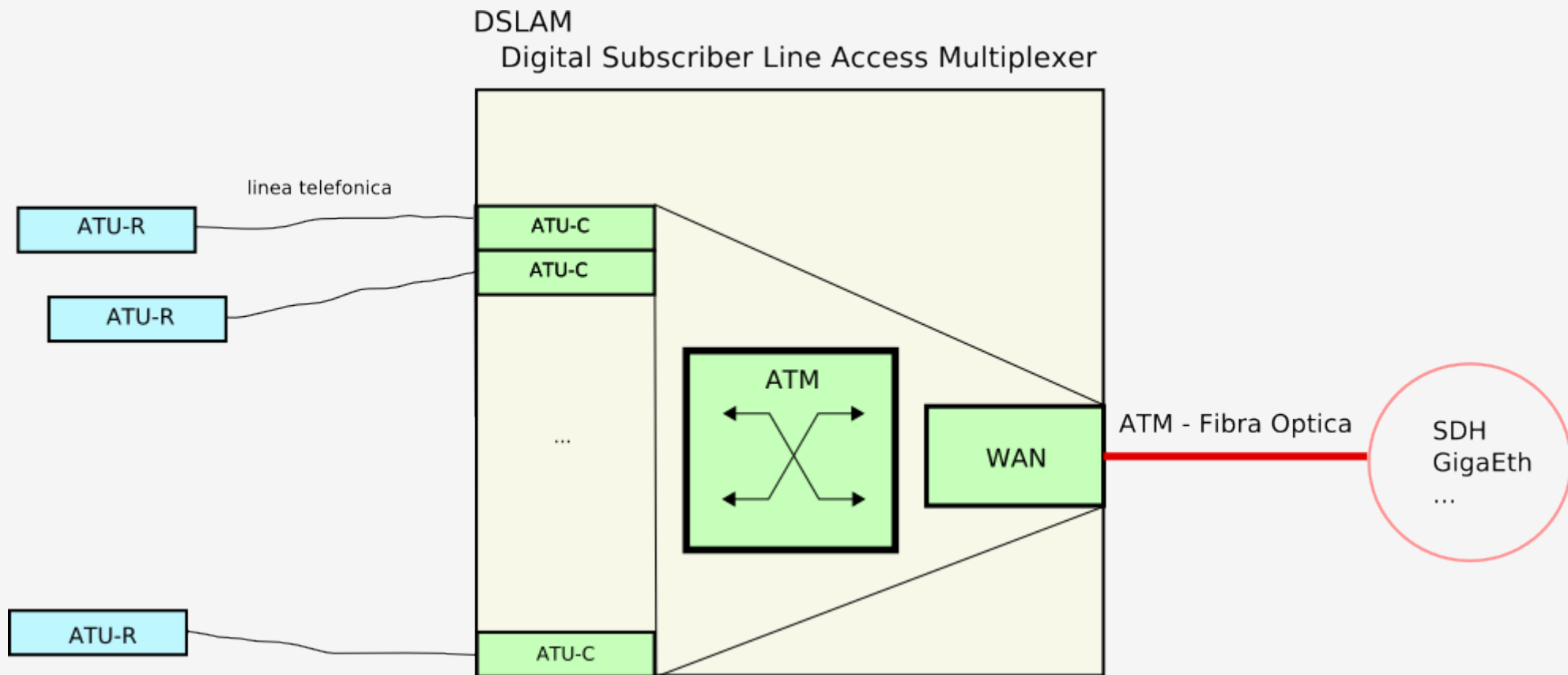
- ADSL: asimétrico
  - Usuario: módem ATU-R - ADSL Terminal Unit-Remote
  - Central: ATU-C- ADSL Terminal Unit-Central
  - Splitters: filtros paso bajo / paso alto



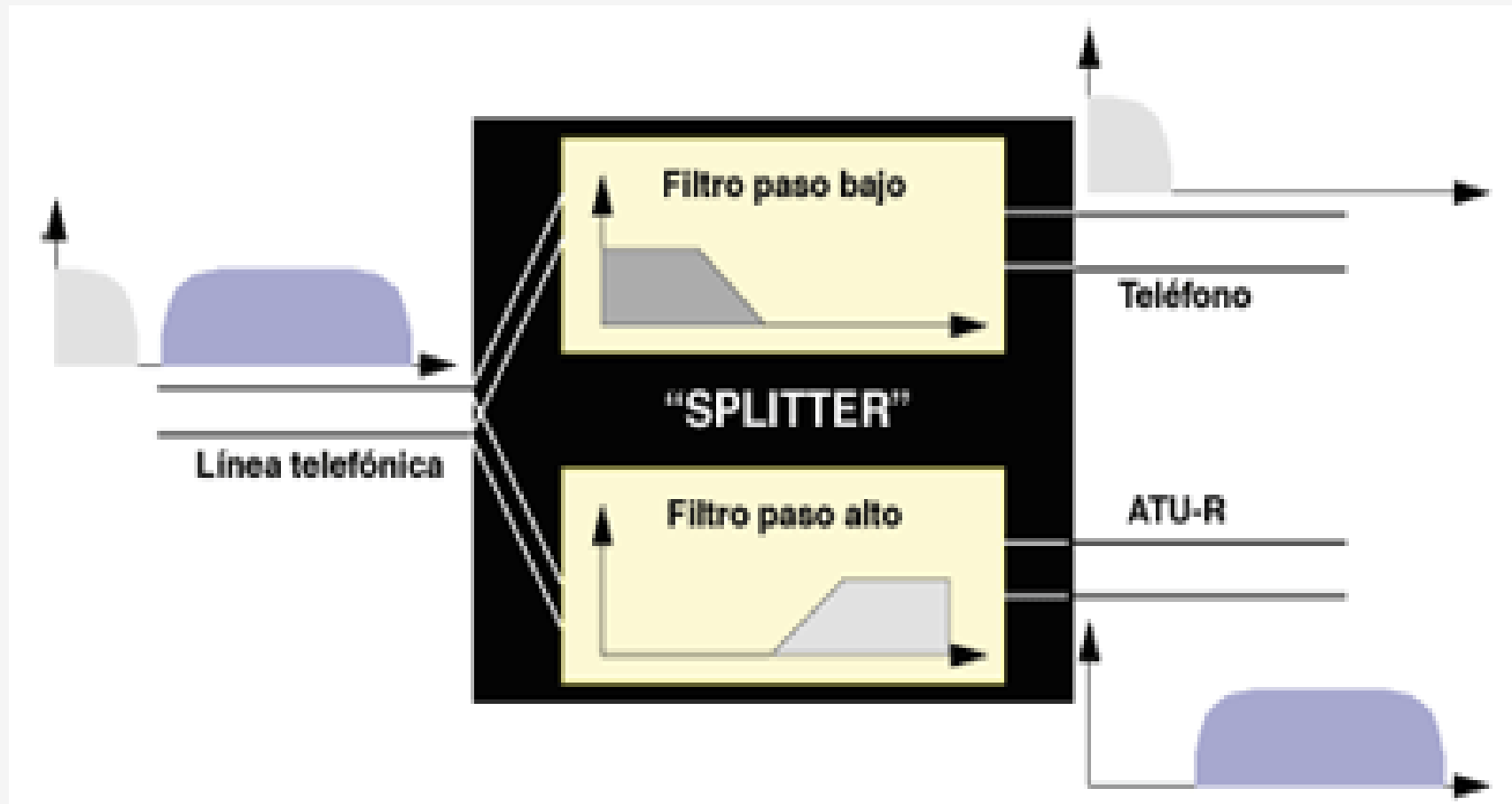
# ADSL: modems (II)



# ADSL: ATU-R, ATU-C y DSLAM



# ADSL: bandas y modulaciones

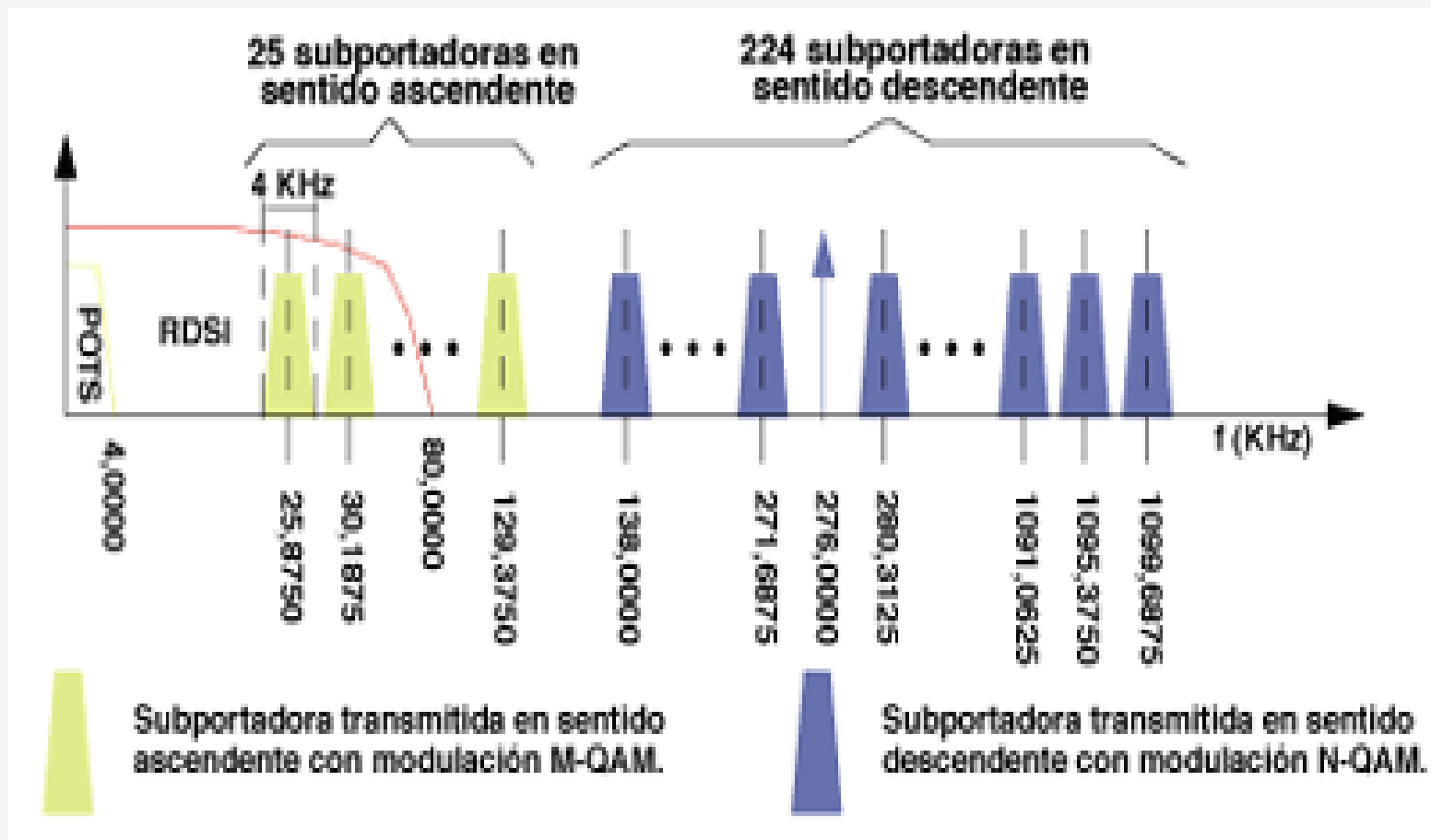


# ADSL: bandas y modulaciones (II)

- 2 modalidades DMT:
  - FDM: espectros downstream/upstream no solapados --> diseño modem más sencillo pero menos capacidad bajada (portadoras frecuencias bajas no disponibles)
  - Cancelación de ecos: modem más complejo
  - Espectro no solapa con POTS, sí con RDSI BRA --> ADSL incompatible con RDSI
  - SIEMPRE el caudal máximo depende de la longitud del bucle

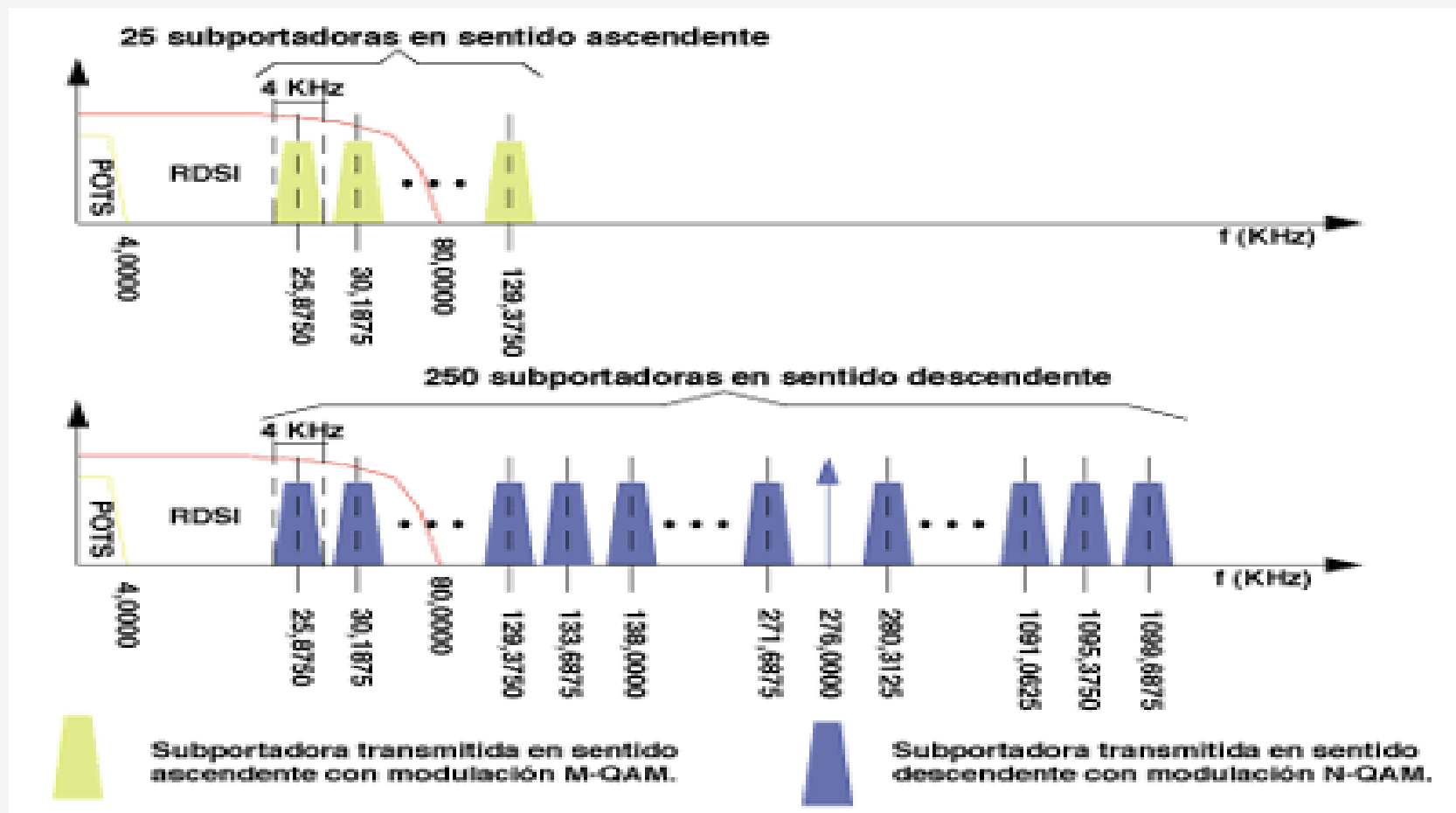
# ADSL: bandas y modulaciones (III)

## DMT con FDM



# ADSL: bandas y modulaciones (IV)

- DMT con cancelación de eco



# ADSL: velocidad binaria

- Velocidad real adaptativa, dependiendo de condiciones de la línea, en saltos discretos de 32 Kbits/s

# ADSL: variantes

- ADSL: 8 Mbps bajada / 1Mbps subida
- ADSL 2: 12 / 2Mbps subida
- ADSL 2+: 24 / 2 + supervisión y QoS



# ADSL2

- Ventajas ADSL2 (I)
  - Mayor tasa gracias a técnicas de modulación avanzadas (Trellis 16 estados)
  - Mejores técnicas de diagnóstico (para instalación / averías) de SNR, atenuación
  - Tasa adaptativa de forma transparente
  - Gestión de energía:
    - L2: consumo reducido
    - L3: letargo (cambio de estado transparente en 3 segundos)

# ADSL2 (II)

- Ventajas ADSL2 (II)
  - Uso de varias líneas telefónicas para dar servicio a un terminal (multiplex en capa ATM)
  - Canalización sobre ADSL2:
    - QoS: división en canales diferentes: ancho banda y latencia (aps. Tiempo real)
    - CvoDSL: telefonía sobre ADSL
  - Optimización uso de buffers
  - Posibilidad de usar banda de voz
  - Distancias más largas

# ADSL2+

- ADSL 2+
  - Doble ancho de banda y por tanto tasa
  - Menor distancia (3Km)
  - Distancia grande => “ADSL2+ = ADSL”

# Arquitectura de los canales (I)

Esta sección es un resumen / repaso de lo anterior

- Aprovechamiento infraestructura existente: pares de cobre del servicio telefónico
- Líneas telefónicas largas: atenuación 90 dB a 1 Mhz. Esto obliga a:
  - Elevado rango dinámico
  - Separación de canales
  - Baja figura de ruido

# Arquitectura de los canales (II)

- FDM + TDM
- Cancelación de eco: similar a modems V.32, V.34. Aumenta complejidad y coste.
- Splitters o filtros: separan banda de voz permitiendo voz/datos simultáneamente.
- Técnicas de detección / corrección de errores

# Arquitectura de los canales (III)

- 2 modos de configuración en DSLAM
- 1) Interleaved: con corrección de errores, mayor retardo o latencia (40ms)
- 2) Fastpath: sin corrección de errores, menor retardo
- ¿cual es mejor?

# Arquitectura de los canales (IV)

- ADSL es un protocolo de transmisión de nivel físico sobre UTP
- ADSL ratificado por estándares
  - ANSI
  - ITU
  - ETSI
  - ATM Forum
  - ADSL Forum: 1994, operadores teleco, fabricantes sistemas, fabricantes semiconductores

# ADSL: canales y ancho de banda

- Mediante los modems y filtros se crean tres canales:
  - Canal entrante alta velocidad (max 9 Mbps)
  - Canal duplex media velocidad (max 1,5 Mbps)
  - Canal POTS / RDSI



# ADSL: canales y ancho de banda

- Velocidades consistentes con jerarquías SDH (PDH)
- Transporte ATM

# ADSL: canales y ancho de banda

- Velocidad máxima depende de las características del par de cobre:
  - 2 Mbits:
    - 0,5 mm hasta 5,5 Km
    - 0,4 mm hasta 4,6 Km
  - 6 Mbits:
    - 0,5 mm hasta 3,7 Km
    - 0,4 mm hasta 2,7 Km

# ADSL: canales y ancho de banda

- Algunas aplicaciones de ADSL requieren técnicas de corrección de errores distintas a las habituales en datos (Video, etc)
- Modems ADSL incorporan por tanto técnicas FEC de corrección sin retransmisión: Reed-Solomon

# ADSL: canales y ancho de banda

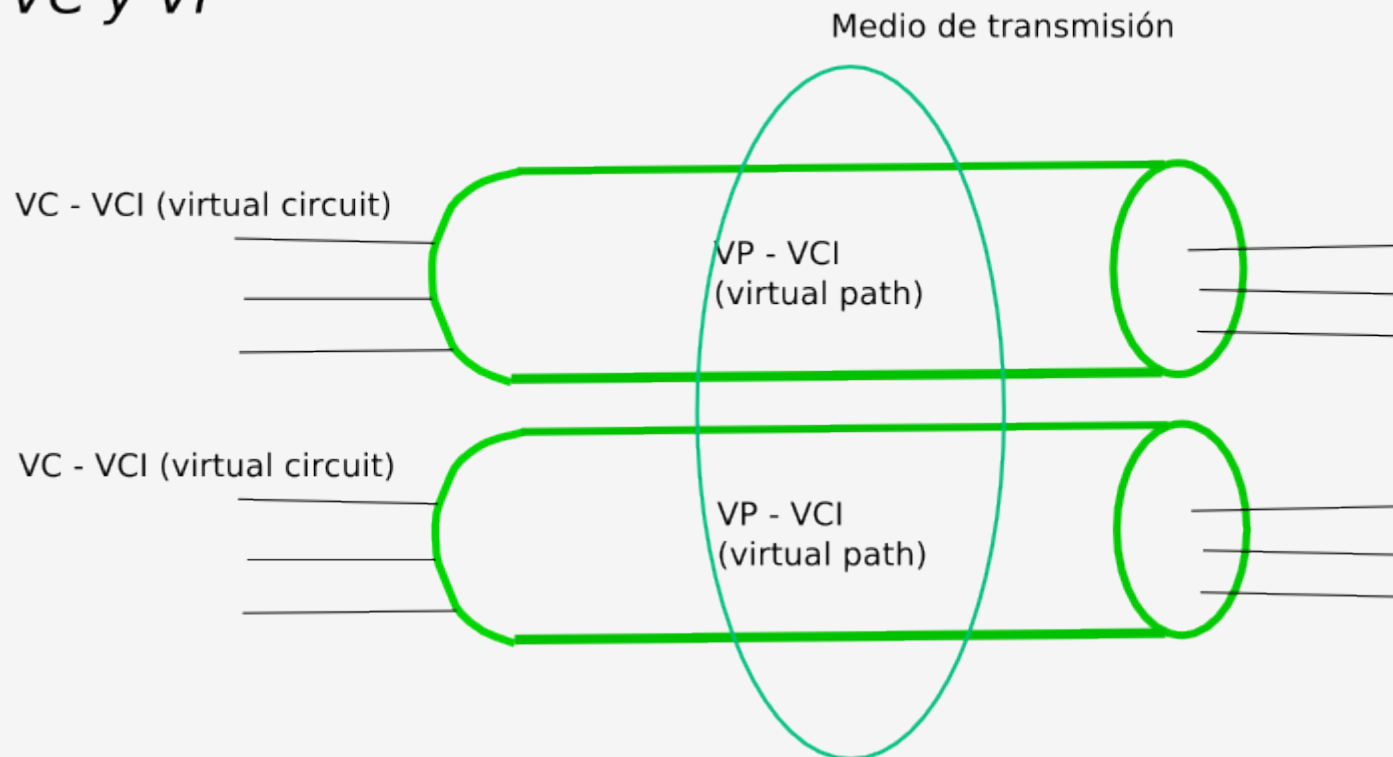
- Teniendo en cuenta la longitud media del bucle de abonado en zonas urbanas (2,6 Km) la mayoría de los abonados pueden conseguir velocidades en torno de 2Mbits/s

# Principios de ATM

- 1987 UIT-T: recomendación de protocolos de banda ancha para integrar ventajas de conmutación de paquetes y conmutación de circuitos
- Conmutación de paquetes de longitud fija "células"
- 48 B info + 5 B control = 53 B
- Orientado a conexión: necesario establecer circuito virtual

# Principios de ATM (II)

## Fundamentos de ATM VC y VP



# Principios de ATM (III)

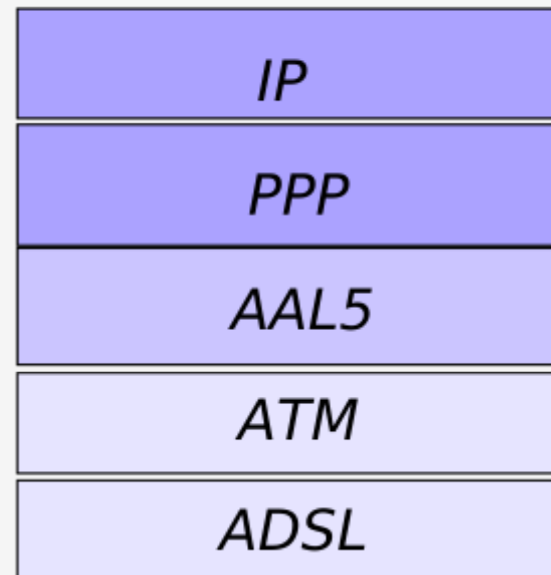
- Conmutadores ATM encaminan en función de VPI / VCI

==>

- Parámetros configuración ADSL: VPI, VCI
- Capa(s) AAL: ATM Adaptation Layer: capa de adaptación entre ATM y servicios superiores
- AAL5 para servicios de datos, no muy sensibles a retardo o variación de retardo

# Principios de ATM (IV)

Fundamentos de ATM  
*capas ADSL y ATM*





# Otras tecnologías: cablemodem

- CableModem:
  - Utiliza red CATV
  - La red CATV se actualiza para permitir retorno de señal utilizando los mismos cables
  - Redes HFC: Hybrid Fiber-Coaxial
  - Cable coaxial (>> ancho de banda: 860 Mhz)
  - Cable coaxial: menos ruido, permite modulación más eficiente
    - Hasta 16 QAM upstream
    - Hasta 256 QAM downstream

# Otras tecnologías: cablemodem (II)

- Topología distinta:
  - Arbol-rama
  - Canal compartido
- Velocidad:
  - Hasta 55 Mbits/s downstream con 1 canal de 8Mhz (compartida por todos los CM de la rama)
  - Hasta 3 Mbits/s upstream
- Medio compartido mediante timeslots (upstream) y direcciones MAC (downstream)
- Estándares DOCSIS

# Tecnología RDSI

- 1984 CCITT
- Red evolucionada de red telefónica digital (RDSI = evolución de RTB)
- Conectividad digital extremo a extremo soportando variedad de servicios de red y datos

# Tecnología RDSI

- Partes de la red:
  - Sistemas de transmisión: conexiones terminales-red y entre sistemas de conmutación
  - Sistemas de conmutación: elementos que permiten la interconexión entre los terminales de la red: asignar, mantener y liberar los recursos necesarios para establecer los circuitos
  - Sistemas de señalización: intercambio de información de control (terminal-red y conmutación-conmutación)

# Tecnología RDSI

- RTC: red de conmutación de circuitos + red paralela de señalización
- Comunicaciones de datos: redes de conmutación de paquetes – evolucionadas de las anteriores

# Tecnología RDSI

- RTB: único servicio – voz 3.1 KHz
- RDSI: varios servicios portadores sobre circuito de 64 Kbps
  - Habituales:
    - 3,1 KHz – se garantiza el espectro
    - Speech – se garantiza la inteligibilidad de voz
    - CSDATA – garantizado bits idénticos
  - Otros:
    - Voz 7KHz
    - Fax digital G.IV
    - ...

# Tecnología RDSI

- Otras ventajas:
  - Uso de Nx64 Kbits/s para datos
  - Medio único para voz/videoconferencia/datos...
  - Rapidez en establecimiento de llamadas
  - Servicios suplementarios avanzados: CLIP, COLP, UUS1, ...

# Tecnología RDSI

- Disponibilidad:
  - La práctica totalidad de las centrales de todos los operadores en España permiten RDSI:
    - Lucent 5ESS
    - Ericsson AXE
    - Alcatel S-1240
    - ...



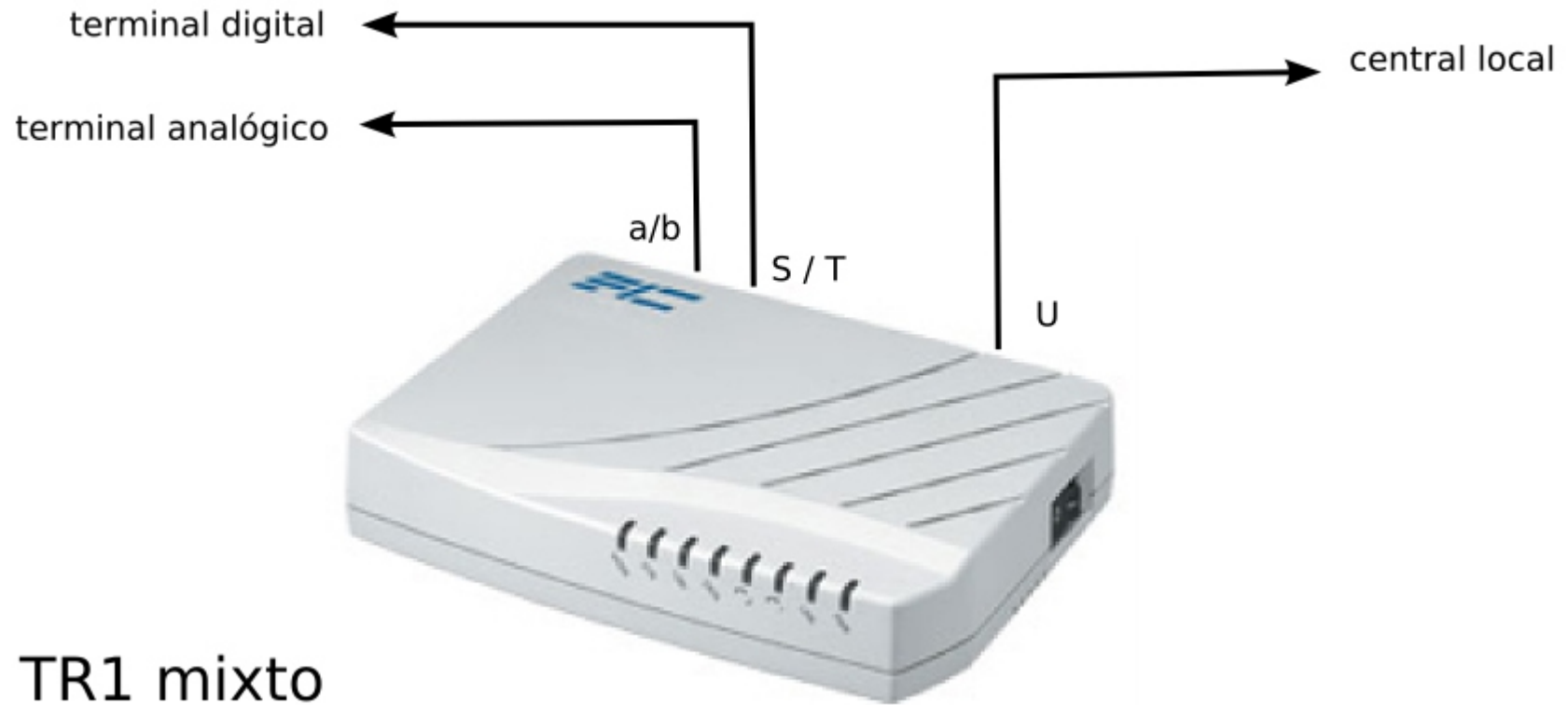
# RDSI: estructura

- Instalación interior de usuario
  - ET's
  - Red interior
  - Centralitas digitales
- Red local
  - Sistemas de TX digital entre red de usuario y central local
- Nomenclatura: agrupaciones funcionales delimitadas por puntos de referencia

# RDSI: estructura (II)

- Agrupaciones funcionales
  - TR1:
    - Funciones de transmisión y separa red usuario/red local
    - Hasta 8 terminales digitales
    - Muchas veces integra el AT (TR1 mixto), entonces permite conectar equipos analógicos
    - Hace además la función de PTR (legal, delimitación responsabilidad)

# RDSI: estructura (III)



# RDSI: estructura (IV)

- TR2: centralita digital, si acceso básico se conecta a TR1, si primario, directamente a red. A ella se conectan los terminales.
- ET1: terminal digital (teléfono, PC con tarjeta, etc)
- ET2: terminal analógico. Necesita AT
- AT: adaptador de terminal
- TL: terminación de línea (en central local)
- TC: terminación de central – conecta a conmutación y hace funciones de control

# RDSI: puntos de referencia

- R: conexión de TE2 a AT
- S: conexión de TE1 a TR
- T: separación equipos de usuario / TR1 (en la práctica solo existe un punto S/T)
- U: conexión TR a línea
- V: separación transmisión/conmutación en la central

# RDSI: canales y tipos de acceso

- Canal B: canal digital 64Kbits/s para voz y datos
- Canal D: señalización y control, a veces UUS a baja velocidad (no se suele usar para esto) – 16 o 64 Kbits/s
- *H: agrupación de varios B para permitir > 64 K (no hay)*

# RDSI: canales y tipos de acceso (II)

- Acceso básico (BRA):  $2B+D$ 
  - $B=64K$  /  $D=16K$
- Acceso primario (PRA):  $30B + D$ 
  - $B=64K$  /  $D=64K$
  - Trama 2,048 Mbits/s (E1) = 32 canales
    - $(30B+1D+1sinc)$

# RDSI: servicios

- Servicios portadores + servicios suplementarios
- Servicios portadores: transporte de información digital extremo a extremo
  - Modo paquete:
    - Sobre B o D, cada paquete con dirección y n<sup>o</sup> secuencia (no garantizado orden ni camino único) - datos
  - Modo circuito
    - Se establece circuito antes de comunicación
    - voz/datos



## RDSI: servicios (II)

- Servicios portadores modo circuito
  - Voz: 3,1Khz, Speech, ...
  - Datos a 64K
  - Teleservicios (desuso): Telex, Videotex, Fax digital, transferencia de ficheros
- Servicios suplementarios: asociados a los servicios portadores
  - CLIP, MSN, DDI, desvíos, llamada en espera, conferencia, CUG, plan numeración, info coste, uus.

# RDSI: señalización

- Señalización usuario-red - DSS1
  - 2B1Q / HDB3
  - Q.921
  - Q.931
- Señalización red-red – SS7:
  - MTP-1/2/3 (red)
  - ISUP (usuario)
  - INAP (usuario)

# RDSI: señalización

- Q.931: establecimiento y liberación de llamadas
- Mensajes Q.931 se mapean directamente en mensajes ISUP

# RDSI: señalización

- Q.931: mensajes de control de llamadas

SETUP

CALL\_PROCEEDING

ALERTING

CONNECT

RELEASE

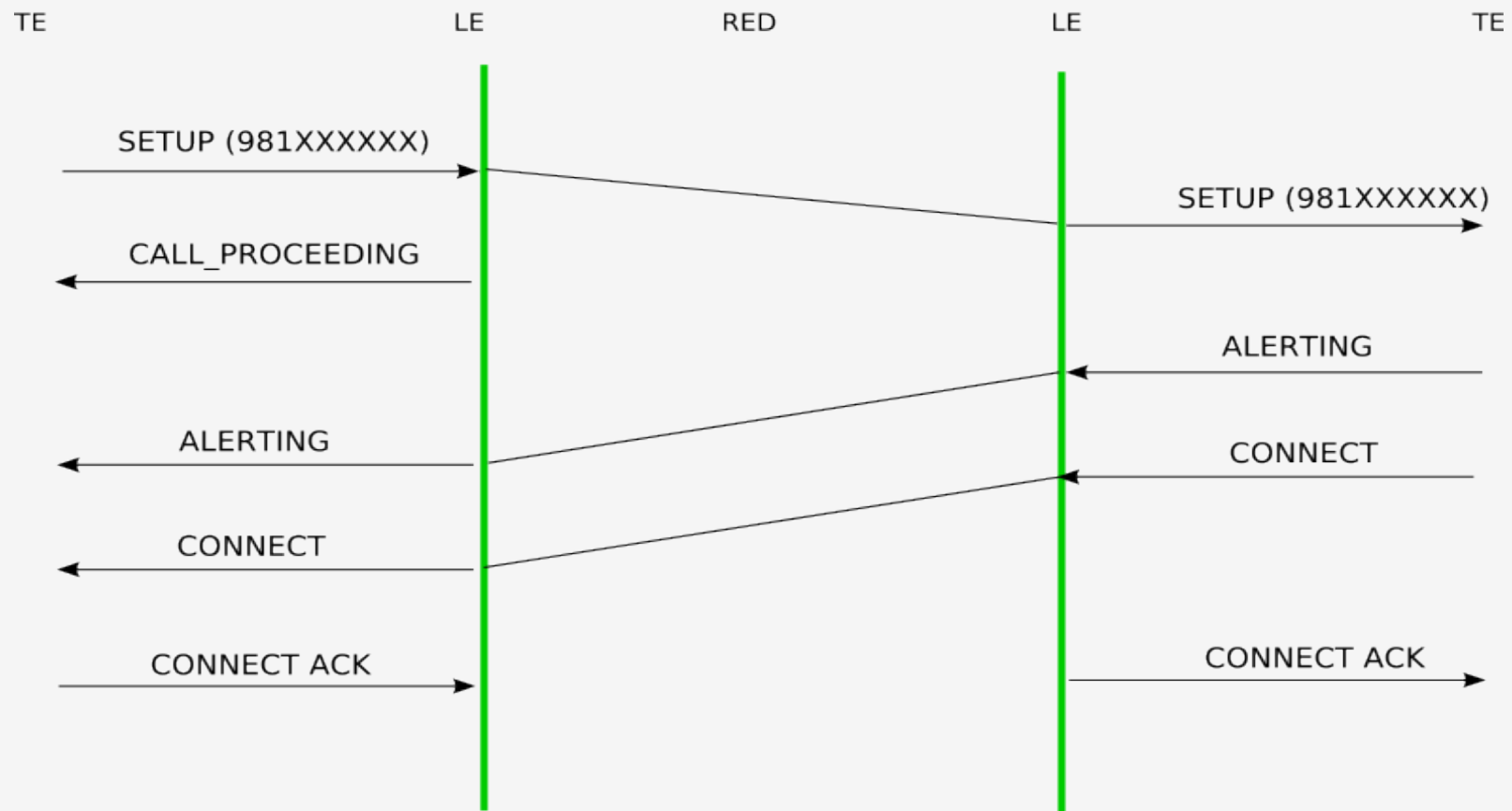
RELEASE\_COMPLETE

INFO

STATUS

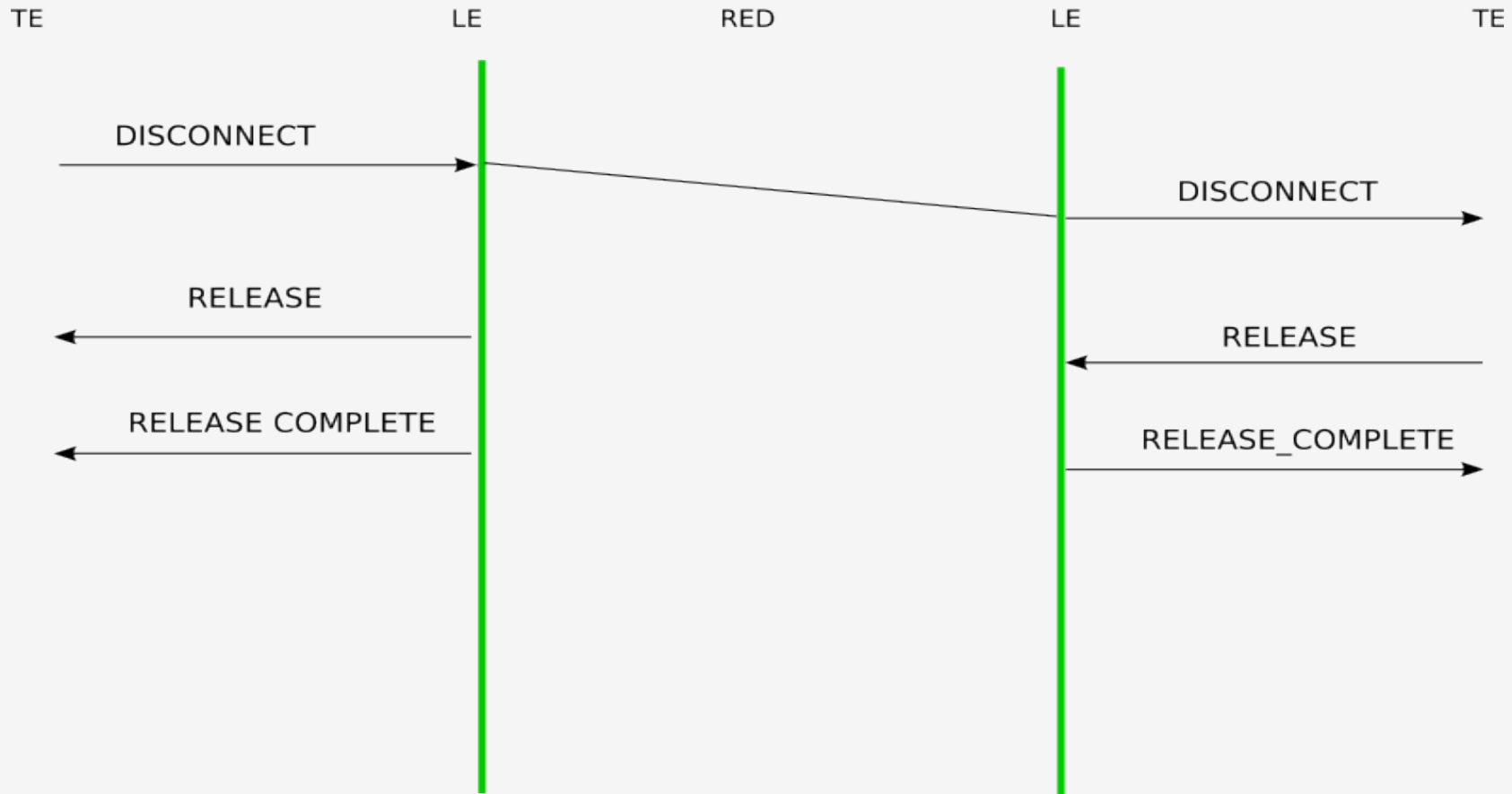
# RDSI: señalización

## SEÑALIZACIÓN Q.931 *Establecimiento de llamada*



# RDSI: señalización

## SEÑALIZACIÓN Q.931 *Liberación de llamada*



# RDSI: señalización

- ISUP: mensajes de control de llamadas
  - IAM
  - ACM
  - ANM
  - REL
  - REL\_COMPLETE

# ADSL vs. RDSI

- Tanto ADSL como RDSI permiten voz+datos simultáneo
- RDSI baja velocidad de datos comparativamente
- RDSI cobertura casi total
- ADSL amplia cobertura pero no total
- RESUMEN:
  - ADSL = datos - Internet
  - RDSI = voz - centralitas



# Precauciones Telecom.

- Telecomunicaciones = radiación electromagnética no ionizante:
  - No tienen efecto en los seres vivos salvo calentamiento si la exposición es varios miles de veces mayor que los niveles empleados en telecom.
  - Ver:  
[http://www.coit.es/web/servicios/tecnologia/emision/1grafia/completo\\_swf/animacion1.html](http://www.coit.es/web/servicios/tecnologia/emision/1grafia/completo_swf/animacion1.html)

# Precauciones Telecom.

- Niveles de radiación:
  - Recomendación del Consejo 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999
- Certificación de seguridad y calidad:  
proyecto técnico + certificación de instalaciones por ingeniero de telecomunicación, visado COIT

# ¿Preguntas?

Gracias por su asistencia al curso