

Problema de la primera milla

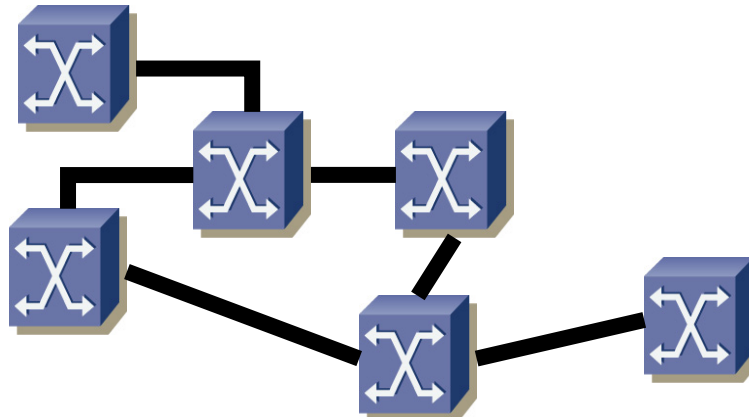
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Redes
4º Ingeniería Informática

La Red hoy en día

- *Data Networking vs Voice Transfer*
- El efecto de la World Wide Web
- Determinantes:

- IP
- WDM
- Conmutación de altas prestaciones
- PCs

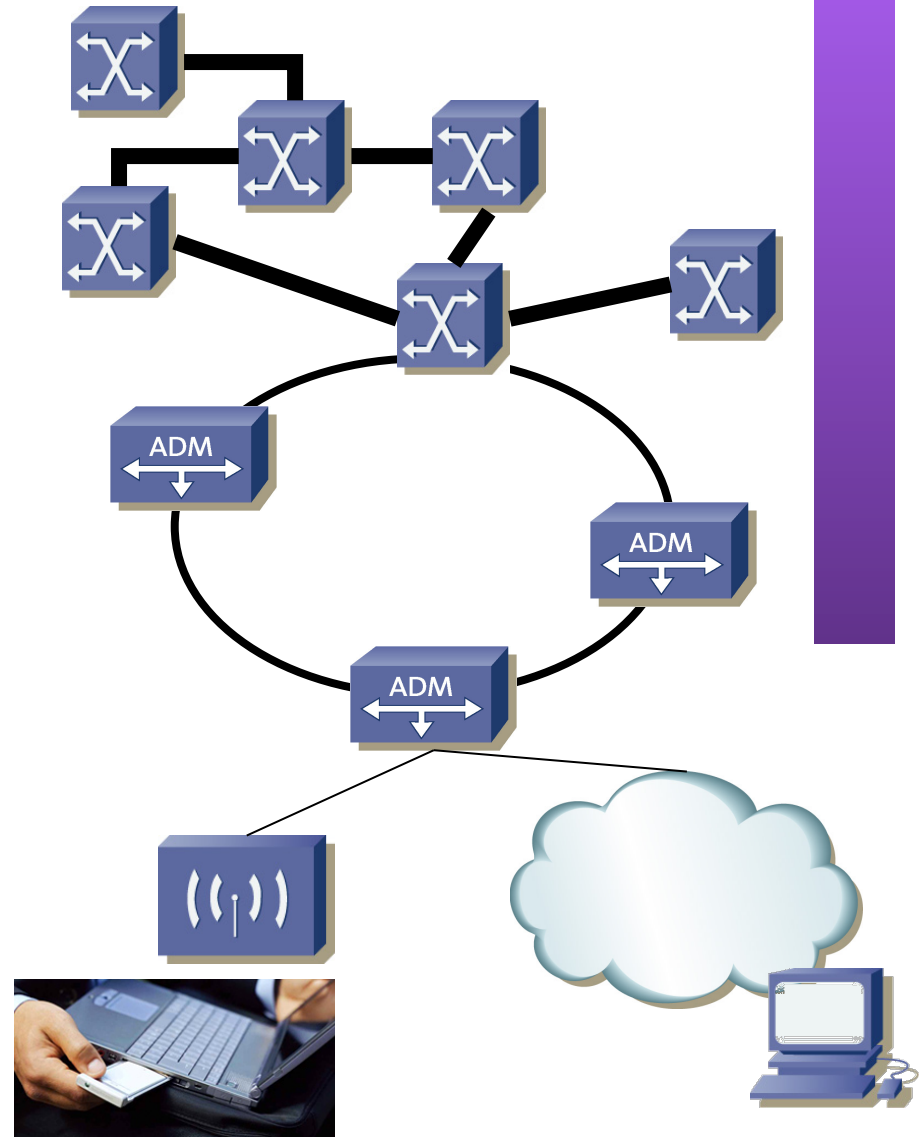


W3C



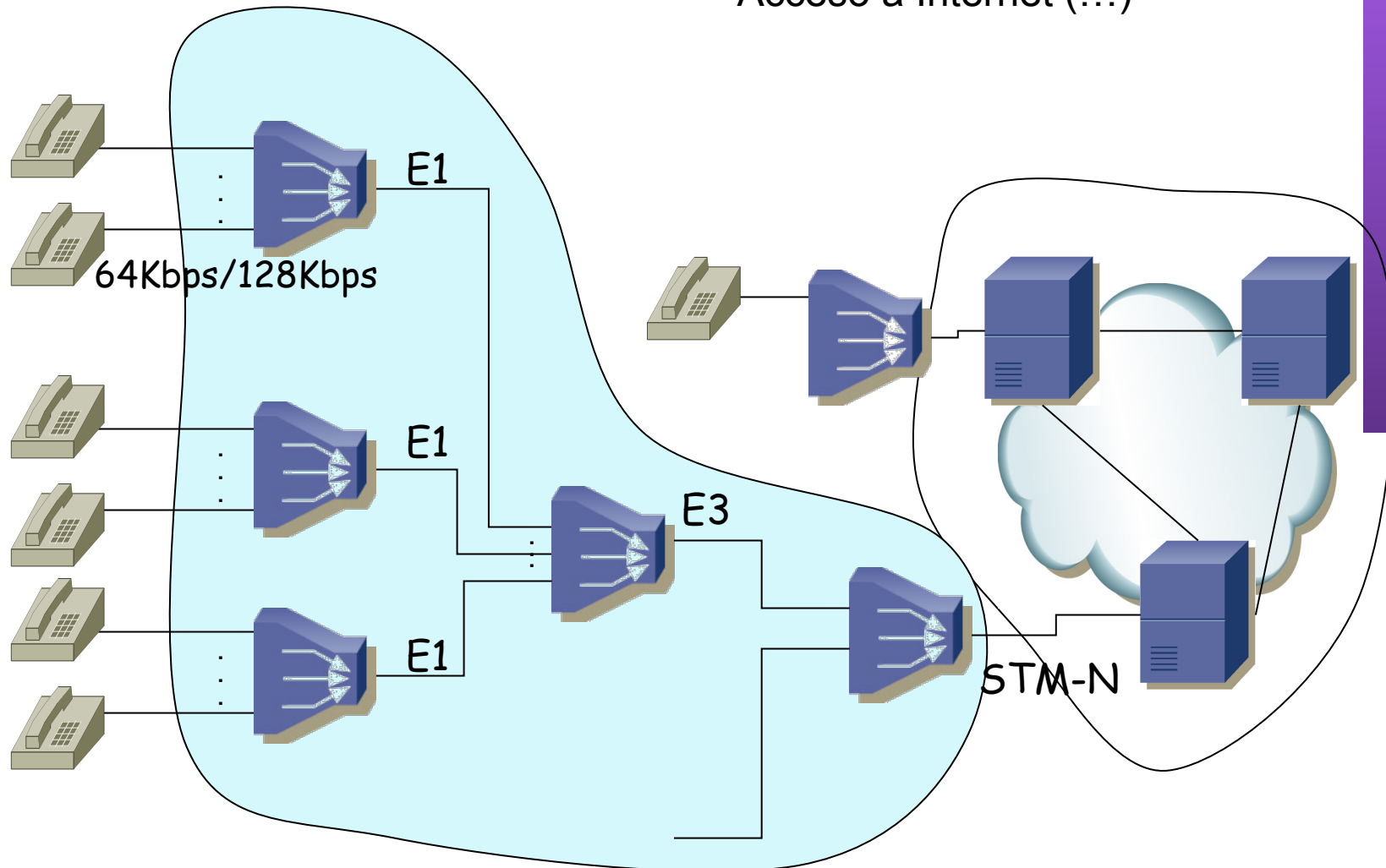
Resultado

- *Core network*
 - Fibra
 - WDM
 - STM 256 (40Gbps)
 - Alta velocidad
- *Metro network*
 - Fibra, WDM
 - Alta velocidad
- *Usuarios*
 - PCs de gran potencia
- *Access network*
 - Cableada o inalámbrica
 - Unos pocos Mbps
- (...)



PSTN como red de acceso

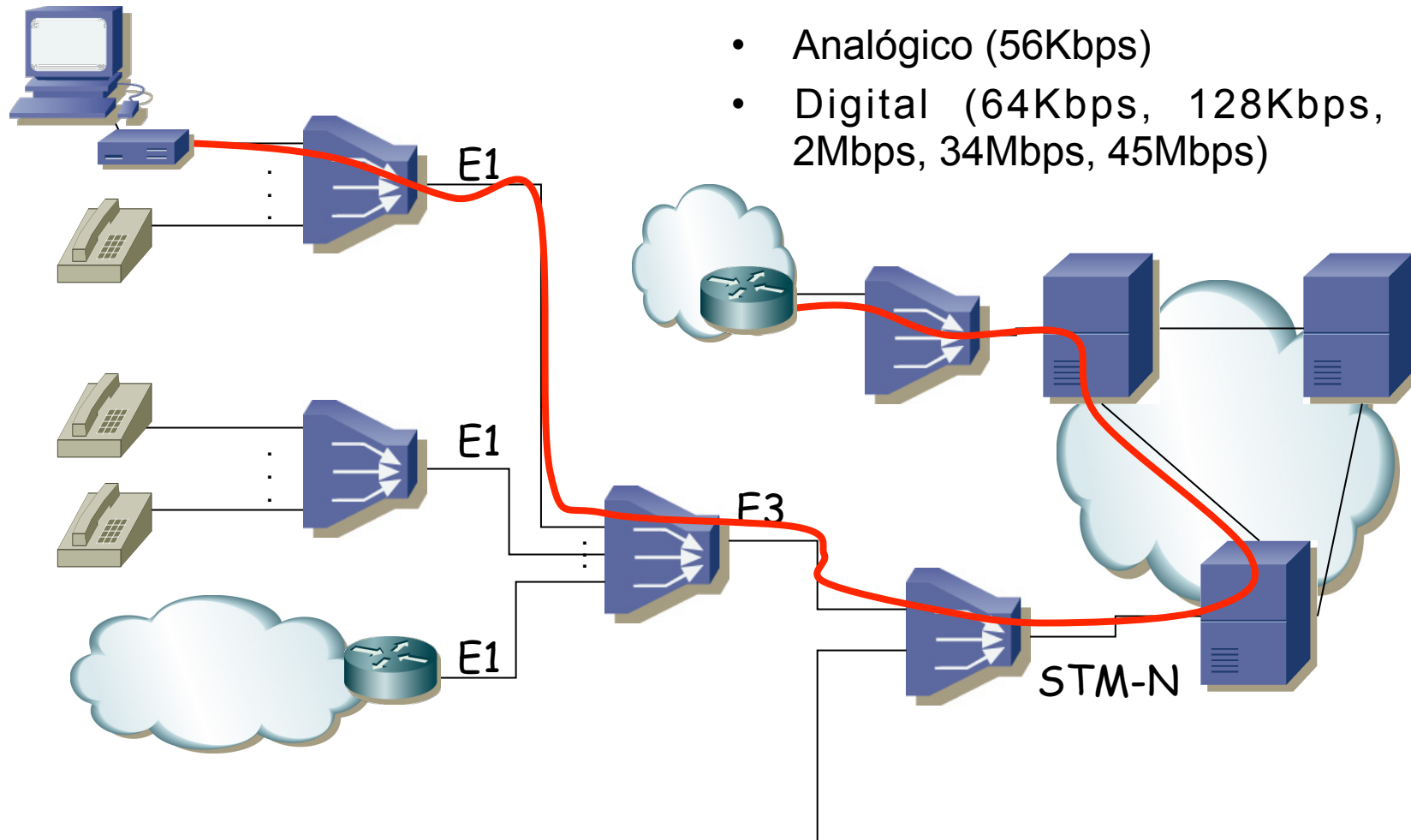
- Agregación
- Public Switched Telephone Network
- Acceso a Internet (...)



PSTN como red de acceso

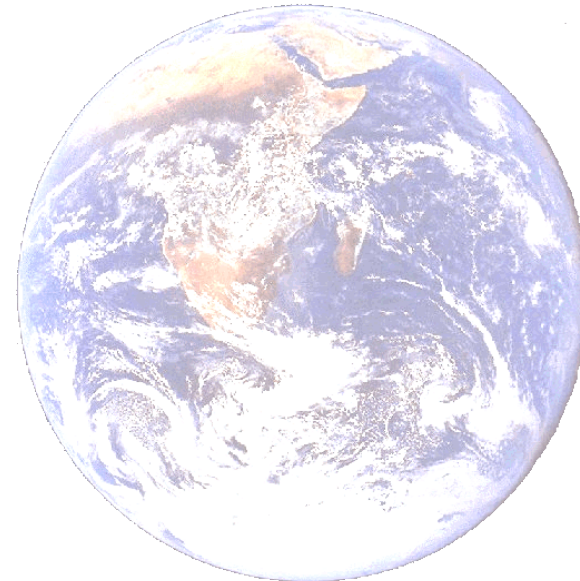
- Agregación

- Public Switched Telephone Network
- Acceso a Internet
- Analógico (56Kbps)
- Digital (64Kbps, 128Kbps, 2Mbps, 34Mbps, 45Mbps)



¿Actualizar la red de acceso?

- Inicialmente el tráfico con Internet era reducido (e-mail, un poco de web...)
- ¡ Llevó *décadas* desplegar el cableado telefónico actual !
- ¿Se justifica económicamente cambiarla?
- La burbuja de las dot-com no ha ayudado



Tecnologías en el acceso

- Cableadas
 - Fibra
 - xDSL
 - Cable coaxial
 - PLC
 - PSTN
- Inalámbricas
 - Satélite
 - Fixed
 - WiFi
 - Celular
 - FSO

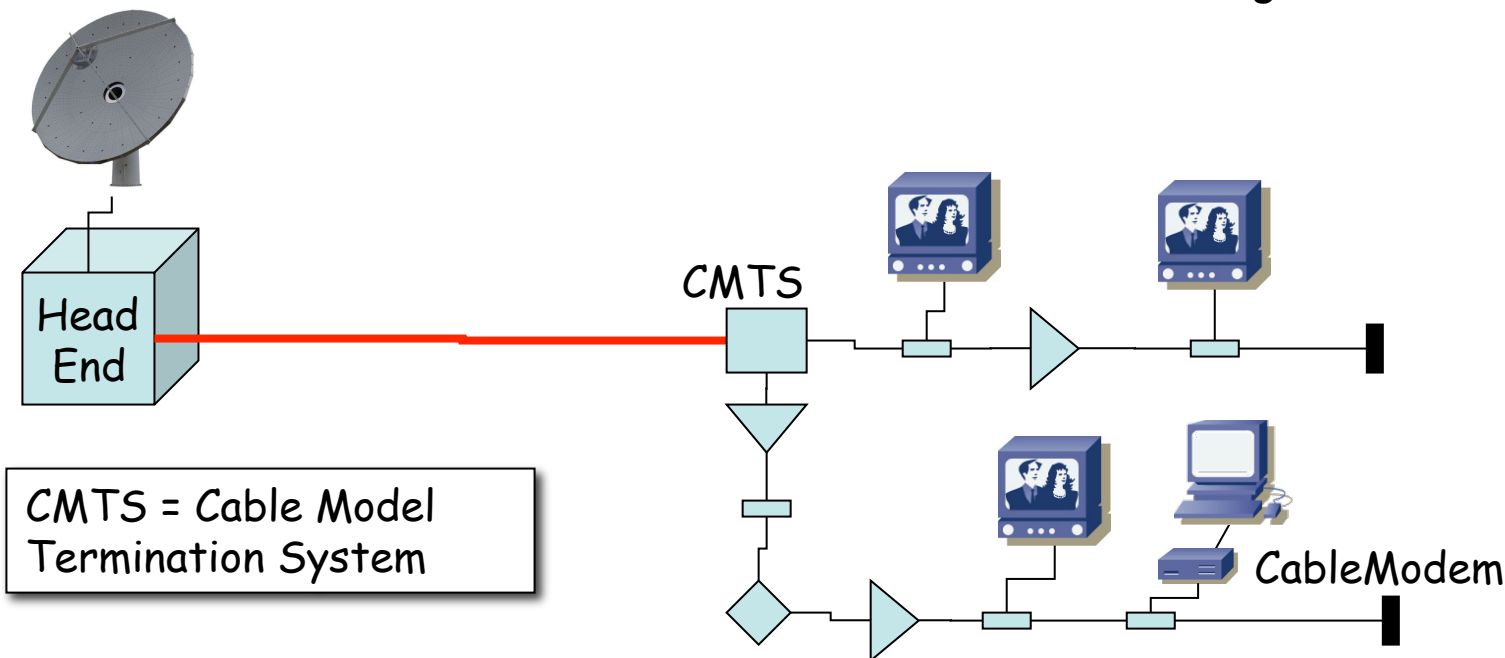


xDSL

- Sobre par telefónico
- Puede simultanearse con POTS
- No soporta un BW elevado
- Alta atenuación
- Asimétricos

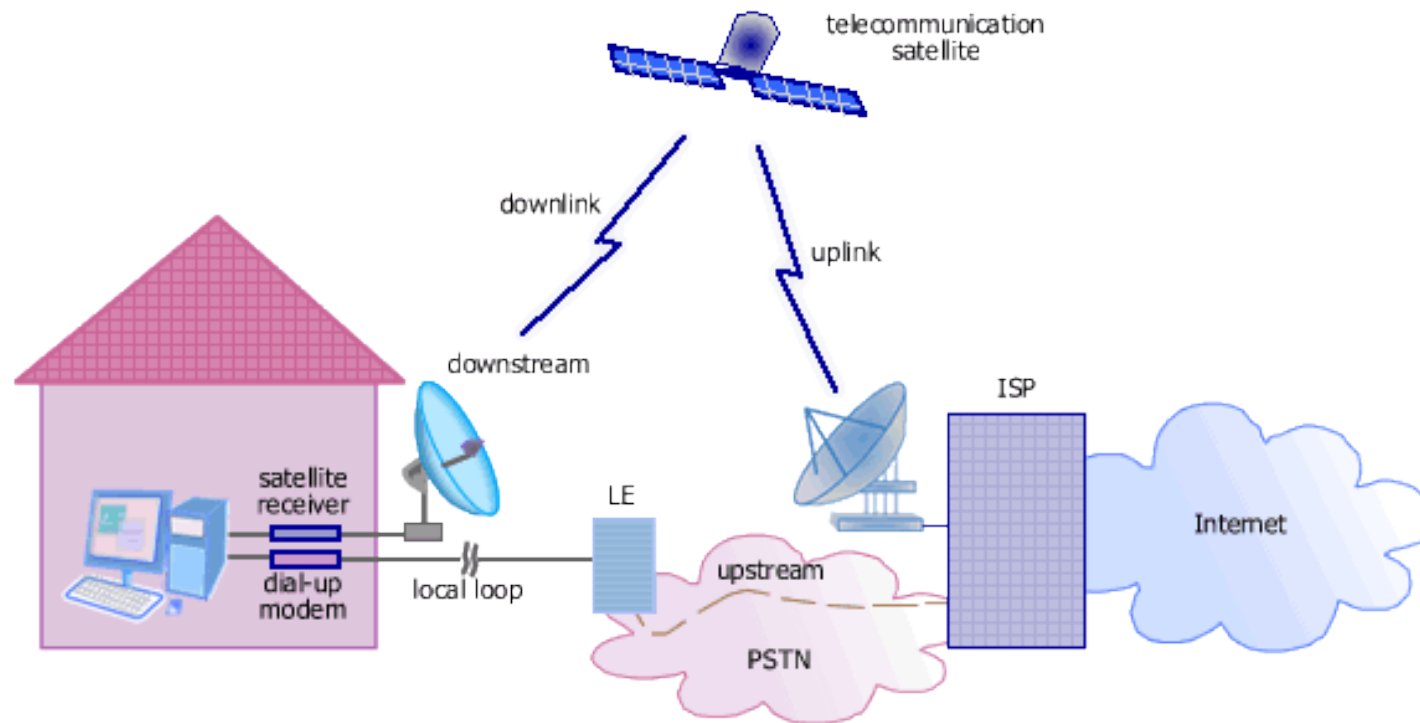
Cable

- Red CATV (Community Antenna TeleVision)
- FDM, canales de TV de 6MHz
- HFC (Hybrid Fiber Coaxial) (...)
- ¿ Datos ? : Emplear uno de esos canales
- DOCSIS = Data Over Cable Service Interface Specification
- Canal de retorno por el mismo coaxial
- Encapsulado MPEG
- Downstream: 30-50Mbps
- Upstream: 10-30Mbps
- Permite *bonding*



Satélite

- Normalmente *upstream* por otra tecnología



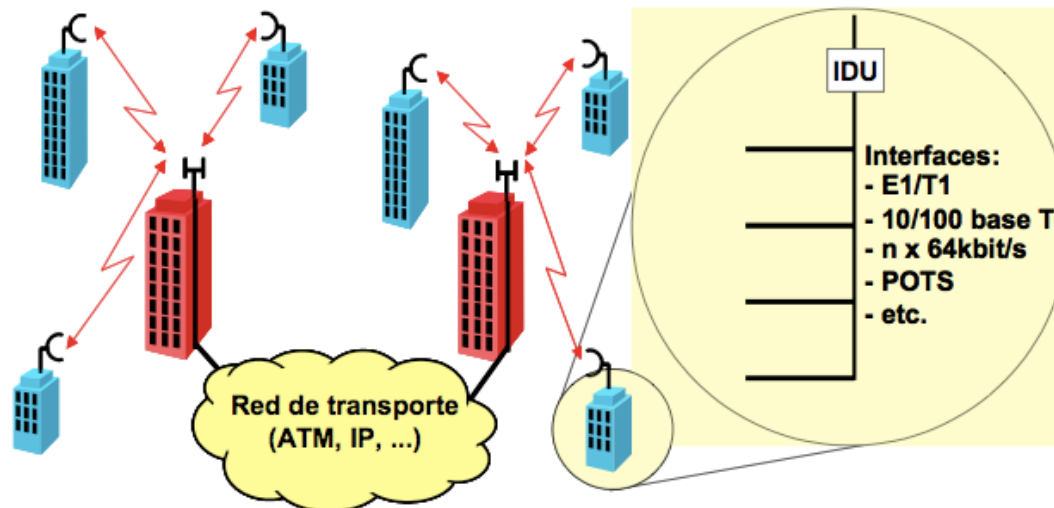
Red de telefonía móvil

- GSM
 - Global System for Mobile communications
 - Datos hasta 9600bps
- GPRS
 - General Packet Radio Service
 - Enhancement to the GSM standard
 - Velocidades de decenas de kbps
- EDGE
 - Enhanced Data for GSM Evolution
 - También llamado E-GPRS (E=Enhanced)
 - Decenas-centenares de kbps
- UMTS (3G)
 - CDMA
 - Hasta 2Mbps
- 3.5G, 4G/LTE ...



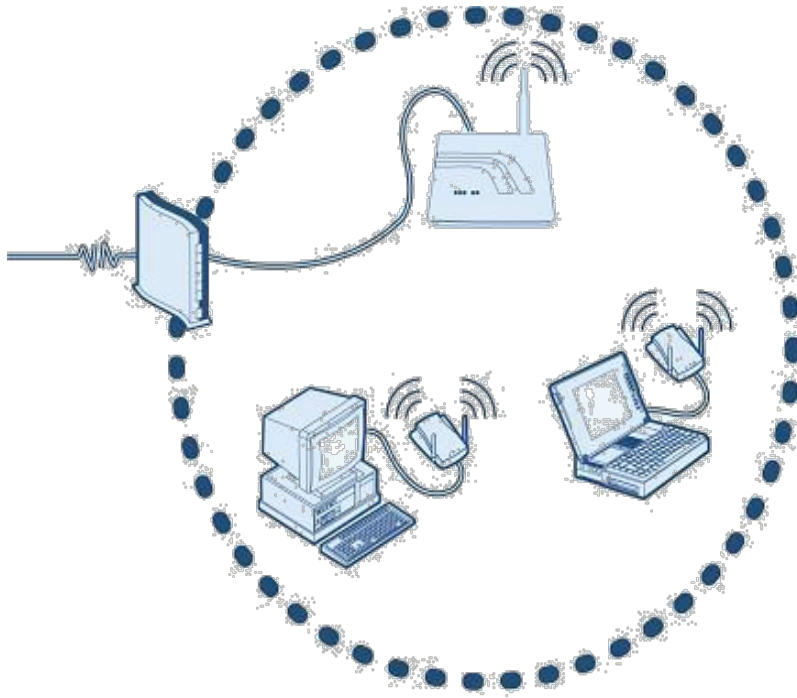
Fixed Wireless

- Microondas
- Varias frecuencias y anchos de banda
- Velocidad y distancia con relación inversa
- MMDS = Multichannel Multipoint Distribution Service
 - 10Mbps, 55Km
- LMDS = Local Multipoint Distribution Service
 - 150+Mbps, 5Km
- 802.16 WirelessMAN (WiMAX)
 - 50Km, decenas de Mbps (70Mbps)



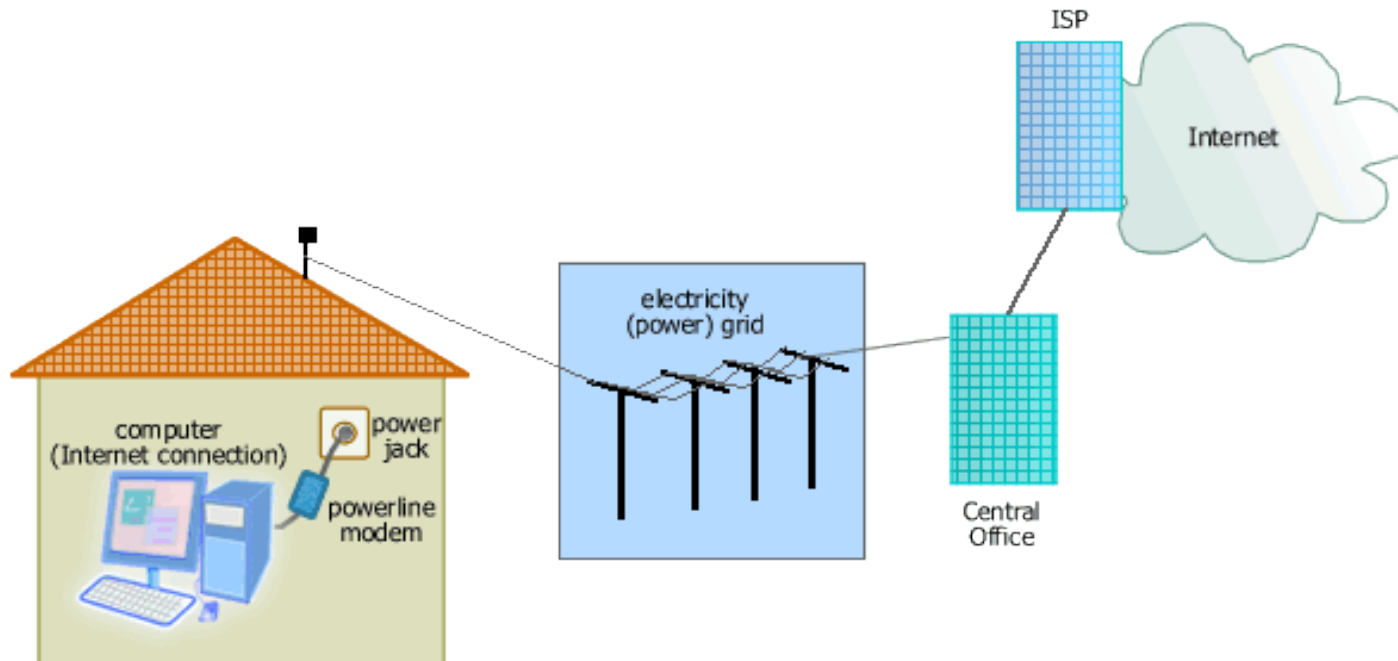
Wi-Fi

- Wireless LAN (WLAN)
- Corta distancia
- Banda ISM (Industrial, Scientific and Medical)



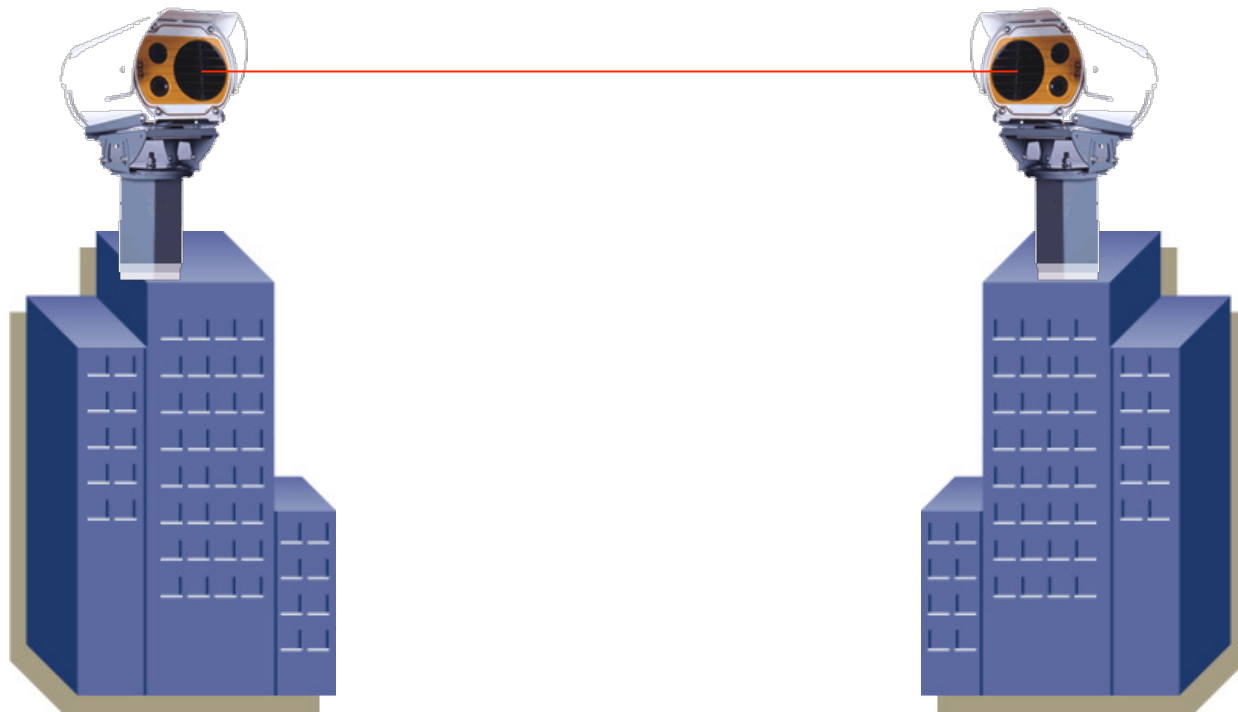
PLC

- Power Line Communications
- Señal eléctrica es de 50-60Hz y gran amplitud
- Datos en frecuencias superiores



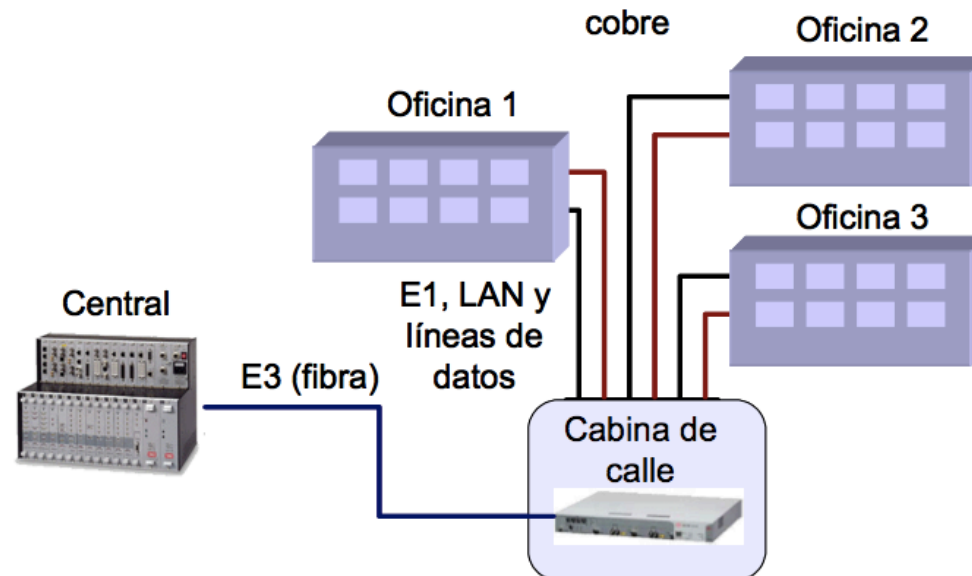
FSO

- *Free Space Optics*
 - BW muy superior (10Mbps a 2.5Gbps)
 - 4-6 Km
- Para distancias más cortas: Infrarrojos



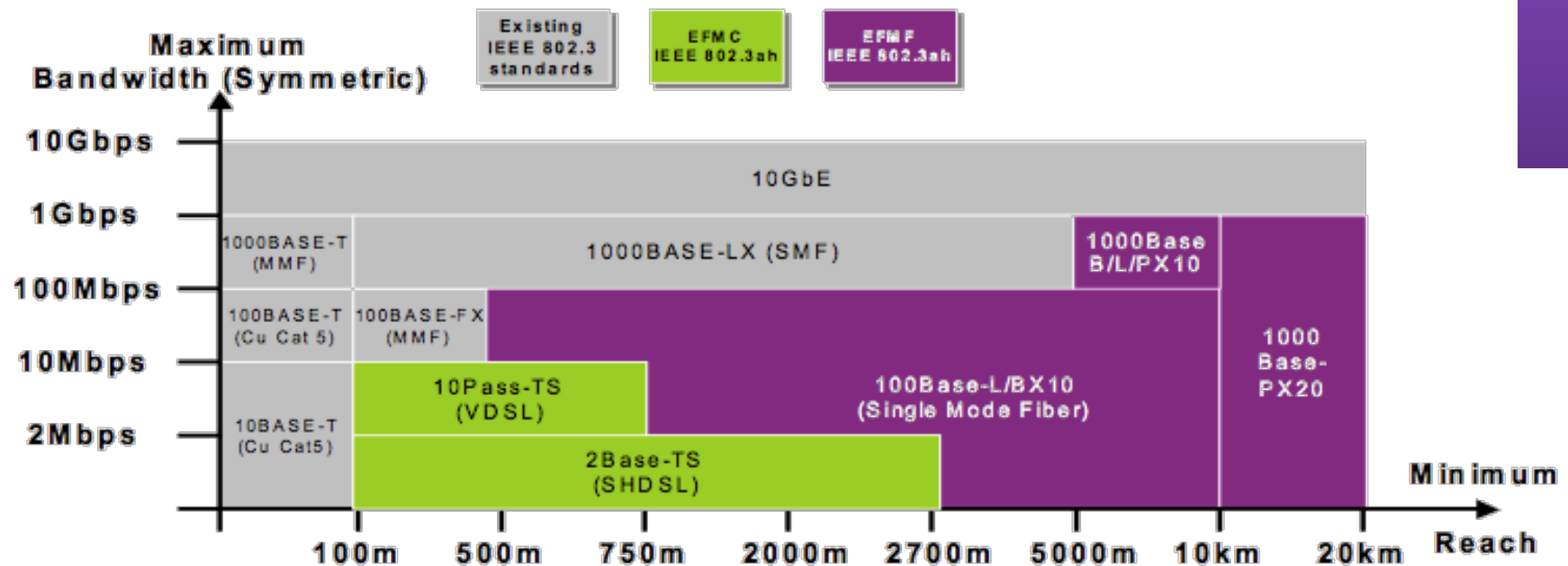
Fibra

- FTTX = Fiber To The X
- Acercar la fibra al abonado
- FTTH = Fiber To The Home (hasta casa)
- FTTC = Fiber To The Curb (hasta la acera)
- FTTB = Fiber To The Building (hasta el edificio)



¿Ethernet en primera milla?

- 802.3ah (ya es parte de 802.3)
- EFMC: Ethernet in First Mile for voice-grade Copper
- EFMF: Ethernet in First Mile using point-to-point Fiber topology
- EFMP: Ethernet in First Mile using point-to-multipoint topology, based on Passive optical networks (PONs)



Sobre Cobre

- Punto-a-punto, solo full-duplex
- *Voice grade copper*
- Los interfaces de ambos extremos son diferentes (CO side y CPE side) pero velocidad simétrica
- 2BASE-TL: 2Mb/s@2700m, mínimo 192Kb/s, máx 5.7Mb/s, basado en SHDSL
- 10PASS-TS: 10Mb/s@750m, basado en VDSL
- Son mínimos, equipos comerciales suelen soportar valores superiores
- Conectables a otras Ethernet mediante puentes
- Puede usar *bonding*

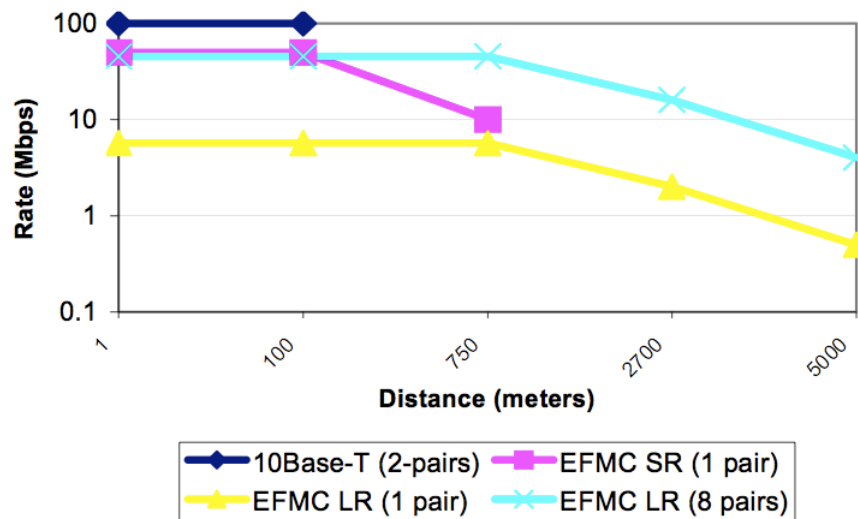
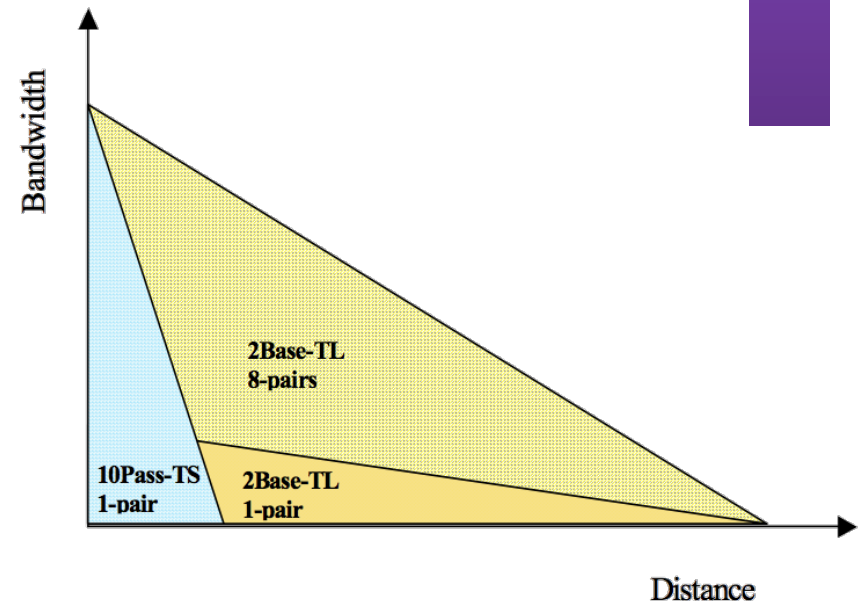


Figure 1: Distances and bandwidth for 10BASE-T, EFMC SR and EFMC LR



Sobre Fibra

Punto-a-punto:

- 100Mb/s y 1000Mb/s
- 100BASE-LX10:
 - Dos SMF (10km)
- 100BASE-BX10:
 - Una SMF
 - Diferente λ cada sentido (10km)
- 1000BASE-LX10:
 - Dos SMF (10km) o dos MMF (550m)
- 1000BASE-BX10:
 - Una SMF (10km)

1000Base-LX10 or
1000Base-LX10D

Central
Office
Node

Aggregation Link

1000Base-LX10 or
1000Base-LX10U

Cat 5, SMF or MMF
100 or 1000 Mbps

Maximum Distance 10 km

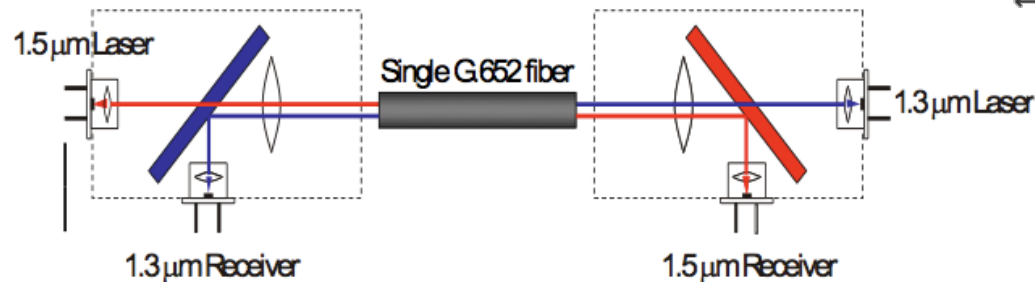
100Base-LX10 or
100Base-LX10D

Central
Office
Node

100Base-LX10 or
100Base-LX10U

1 or 2
Fiber Strands

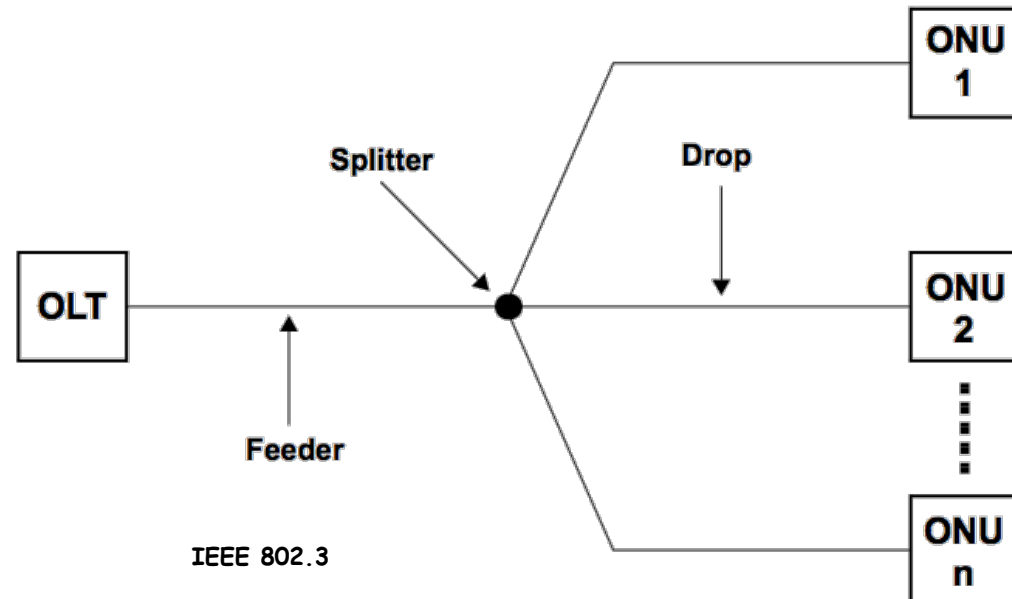
Maximum Distance 10 km



Sobre Fibra

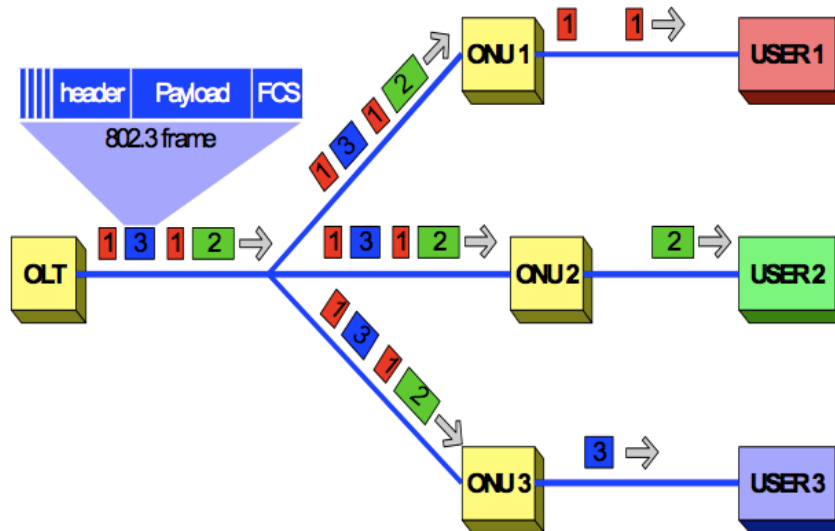
EPON:

- Punto-a-multipunto pasiva
 - Full-duplex
 - Diferente λ uplink y downlink
 - Los interfaces extremos son diferentes (*CO side* y *CPE side*)
 - 1000BASE-PX10:
 - Monomodo, 10km
 - 1000BASE-PX20:
 - Monomodo, 20km
 - Al menos 1:16
- OLT controla cuándo pueden transmitir las ONUs
 - MAC
 - Modificado para p2mp
 - No CSMA/CD
 - MPCP (Multi-Point Control Protocol)



Sobre Fibra

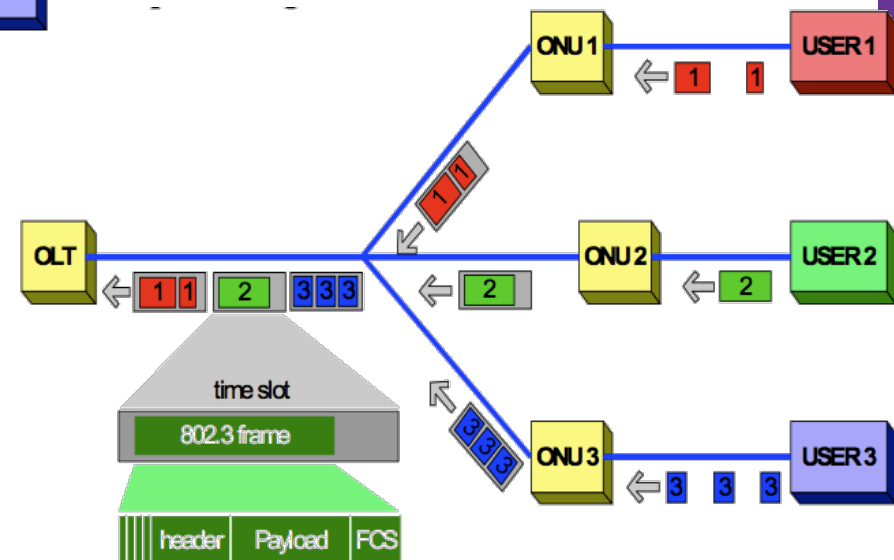
Downstream



- Discovery processing: of ONUs
- Report procesings: BW requests from ONU to OLS
- Gate processing: asignación de tiempos para transmitir en uplink

Upstream

- TDMA



10G-EPON

- 802.3av-2009
- Modificación a 802.3-2008
- Extiende EPON:
 - 10Gbps simétricos
 - 10Gbps downstream y 1Gbps upstream
 - Compatible con 1Gbps EPON: Cambia capa física, no MAC
 - Al menos 10 y 20Km (según velocidad)
 - Split ratio de 1:16 y 1:32

B-PON

- Broadband PON
- G.983.x
- Downstream line rates: 155.52, 622.08 y 1244.16 Mbps
- Upstream line rates: 155.52 y 622.08 Mbps
- Simétricos o asimétricos (todas las combinaciones con downstream $\geq$ upstream)
- Fibra monomodo (un par o una sola con WDM - *diplex*)
- Split ratio de al menos 1:16 ó 1:32
- Upstream TDMA
- Frame es básicamente un conjunto de celdas ATM (mayor número a mayor velocidad)

G-PON

- Gigabit-capable Passive Optical Networks
- G.984.x
- Downstream 2.4 Gbps
- Upstream 1.2 ó 2.4 Gbps (simétrico o asimétrico)
- Máxima distancia de 10-20 Km (aceptaría hasta 60 Km)
- Considera split-ratio de 1:64 ó 1:128
- Empleando una fibra única o un par
- Upstream TDMA
- GEM
 - G-PON encapsulation method (no ATM)
 - Transporte orientado a conexión
 - Tramas de tamaño variable
 - Soporta fragmentación
 - Varias clases de servicio
- Puede transportar flujos TDM (de varias formas)

XG-PON

- 10-Gigabit-capable Passive Optical Network
- G.987.x (aprobada 2010-10-07)
- Downstream 10 Gbps
- Upstream 2.4 Gbps
- Compatible con G-PON (diferentes wavelengths)
- Hasta 60 Km