



Arquitectura de comunicaciones

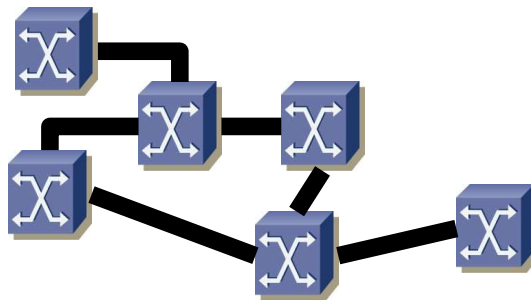
Seguridad en redes móviles

Ing. Anibal Pose

Lic. Pablo Lena

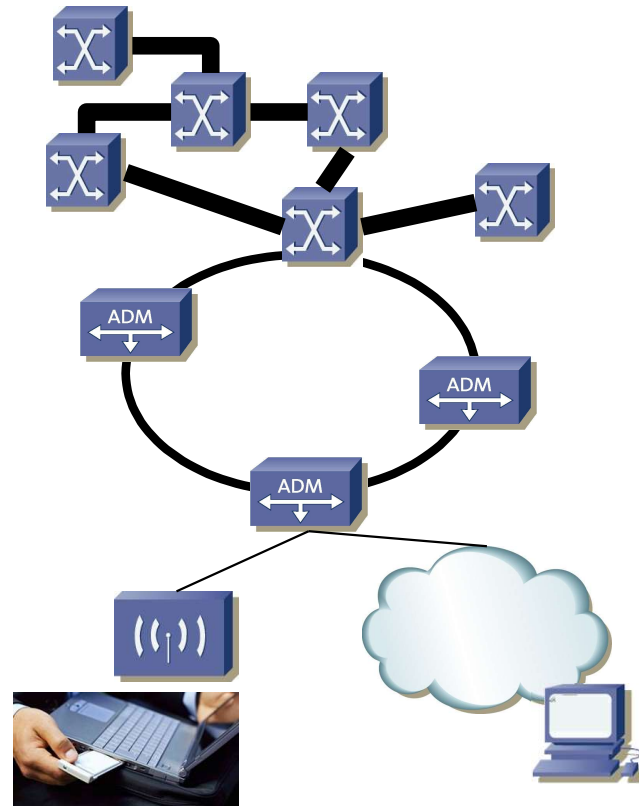
La Red hoy en día

- *Data Networking vs Voice Transfer*
- El efecto de la World Wide Web
- Determinantes:
 - IP
 - WDM
 - Conmutación de altas prestaciones
 - PCs



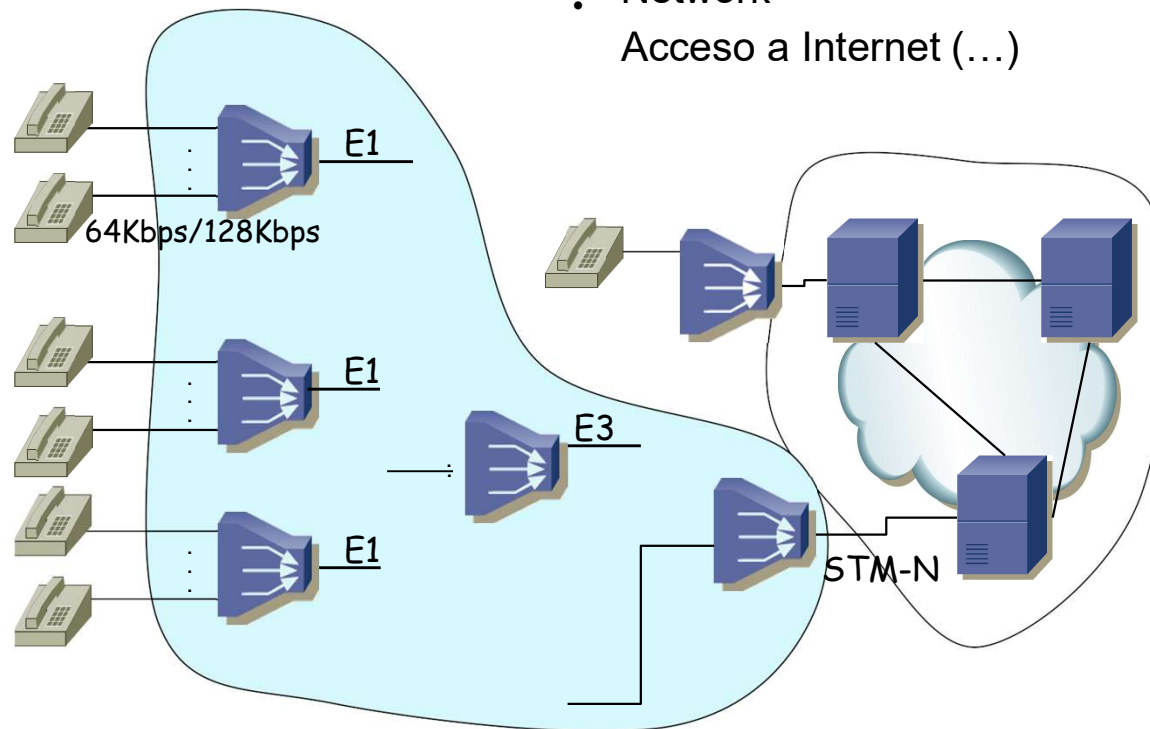
Resultado

- *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

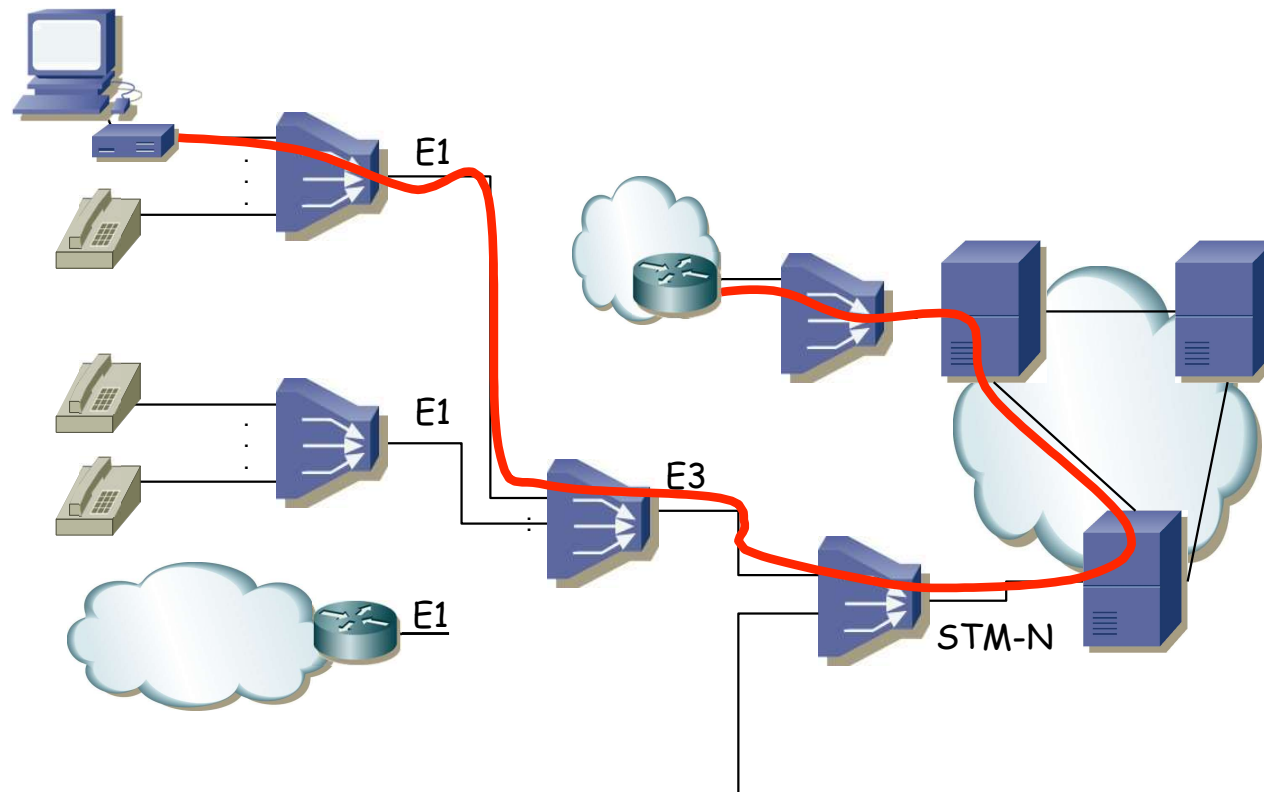
- Agregación



- 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)



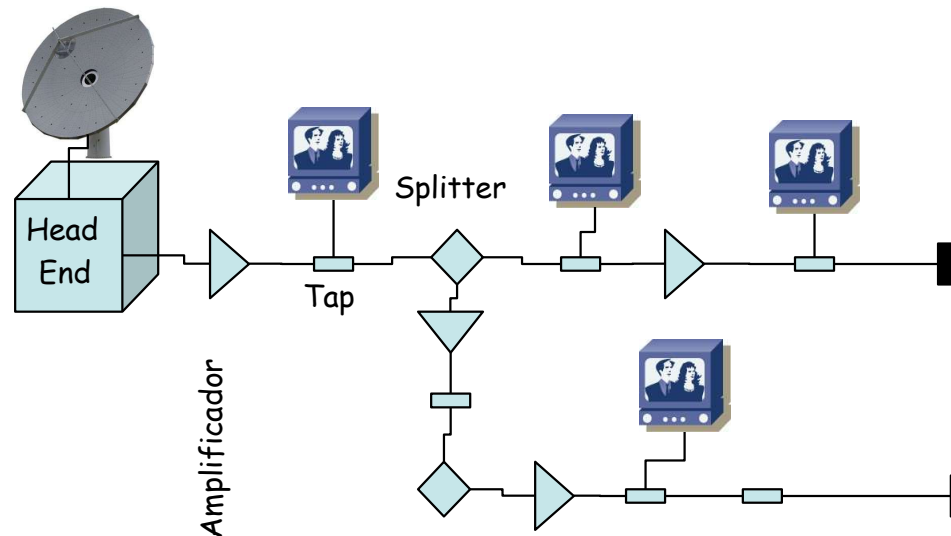
Tecnologías en el acceso

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



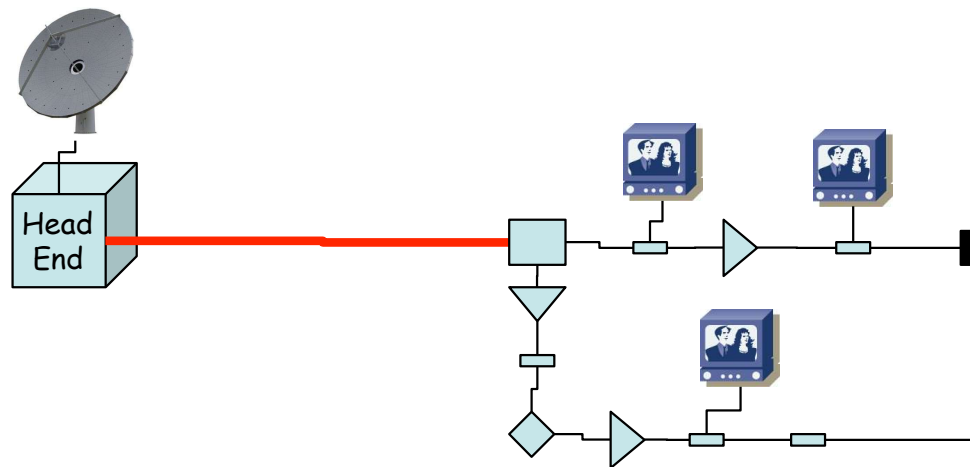
Cable: TV

- Red CATV (Community Antenna TeleVision)
- En principio para resolver problemas de recepción en edificios
- Posteriormente auge al introducir canales enviados por satélite
- Añade acceso condicional (PPV) con RTB como canal de retorno
- FDM, canales de TV de 6-8MHz en 50-550MHz
- Posteriormente introducción de la TV digital
- Y de la tecnología óptica: HFC (Hybrid Fiber Coaxial)



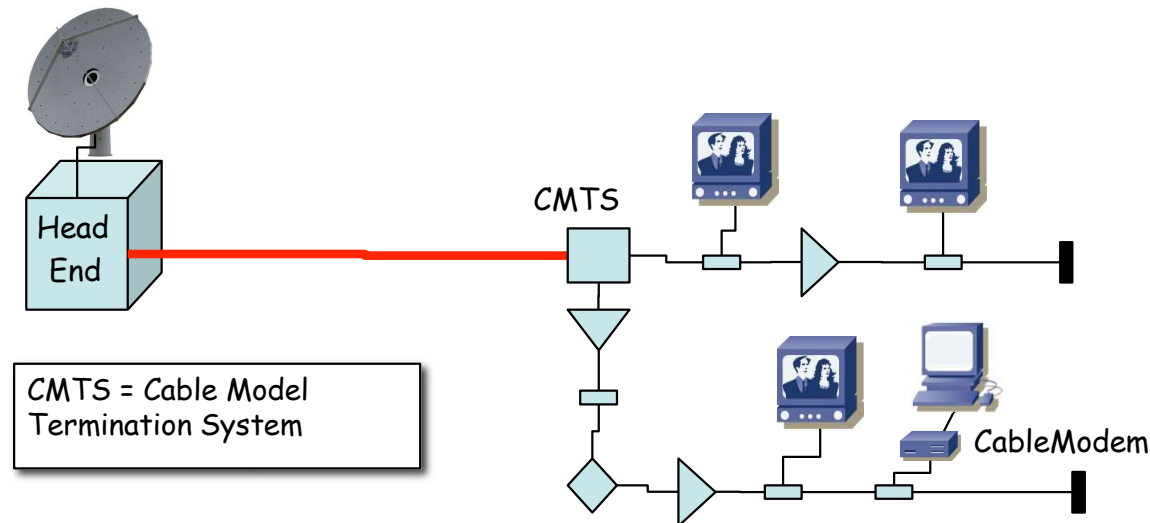
Cable: TV

- Canal de retorno por el mismo coaxial
- Transmisión desde el usuario en la banda 5-50 MHz
- Con TV digital el transporte por fibra puede ser por ejemplo SDH
- Se puede transportar también telefonía mediante soluciones propietarias (no está normalizado)
- Por ejemplo 30 canales TDM compartidos entre los abonados que dependen de un mismo conversor óptico-eléctrico
- Aunque en ocasiones se han tendido pares de cobre en paralelo



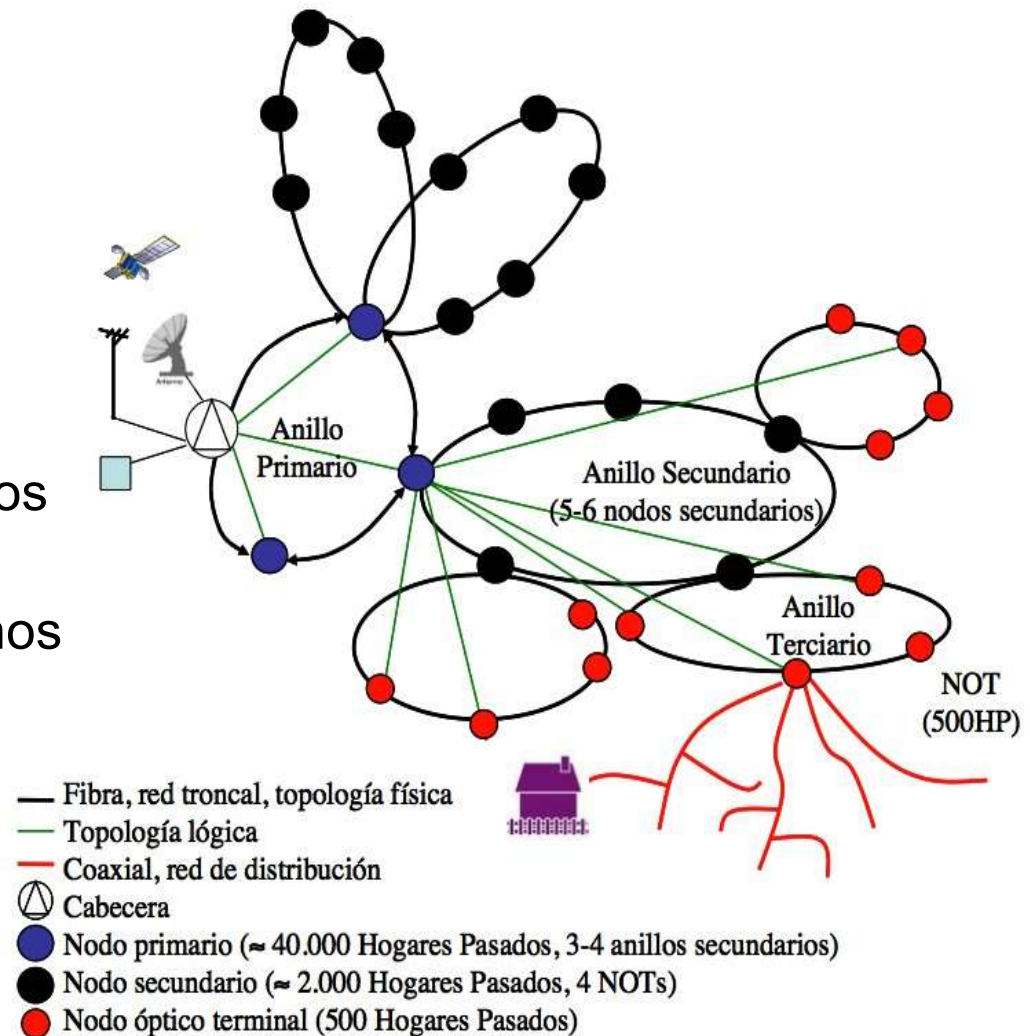
Cable: Datos

- Upstream 5-50 MHz, downstream 550-860 MHz
- DOCSIS = *Data Over Cable Service Interface Specification*
- De consorcio CableLabs pero aceptado por ITU y ETSI
- Especifica nivel físico y MAC
- Encapsulado MPEG
- Downstream: 30-50Mbps, Upstream: 10-30Mbps, por portadora
- Permite *channel bonding*



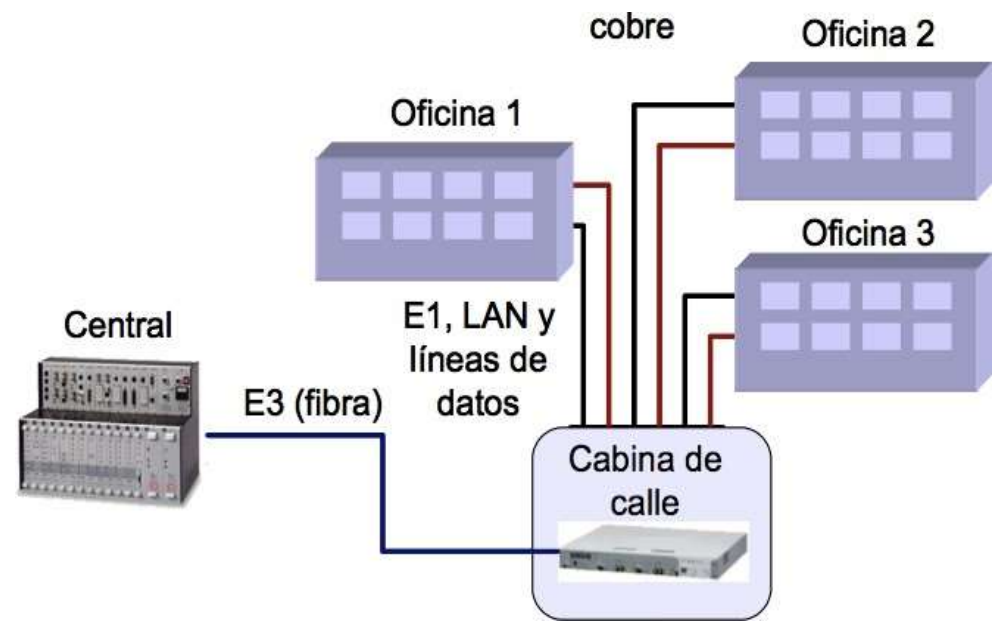
Cable: red troncal

- Un nodo primario atiende áreas de entre miles y decenas de miles de abonados
- Un nodo primario sirve a 3-4 anillos secundarios
- En un anillo secundario hay 5-6 nodos secundarios
- Un nodo secundario da servicio a unos 2000 hogares



Fibra

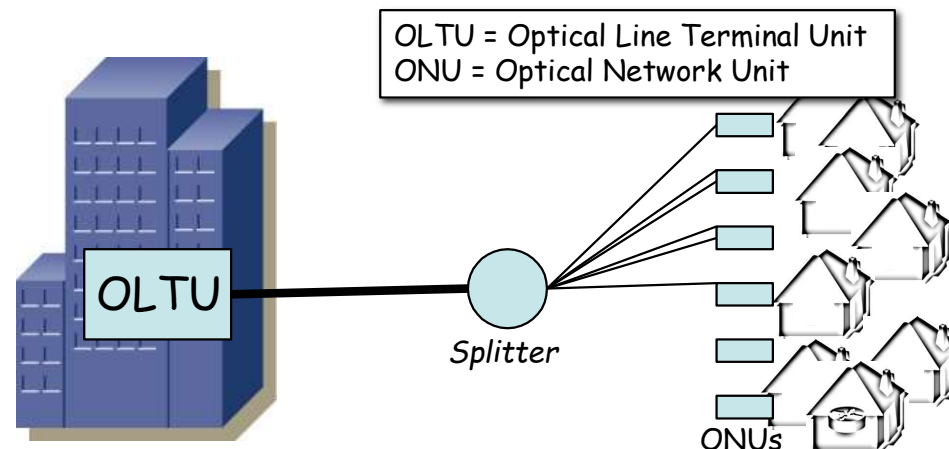
- FTTX = Fiber To The X
- Acercar la fibra al abonado
- FTTH = Fiber To The Home (hasta casa)
- FTTC = Fiber To The Curb (hasta la acera)
- FTTB = Fiber To The Building (hasta el edificio)
- FTTP = Fiber To The Premises
- FTTU = Fiber To The User
- FTTO = Fiber To The Office
- FTTCab = Fiber To The Cabinet
- Habitualmente en árbol
- Puede ser punto a punto



Fibra

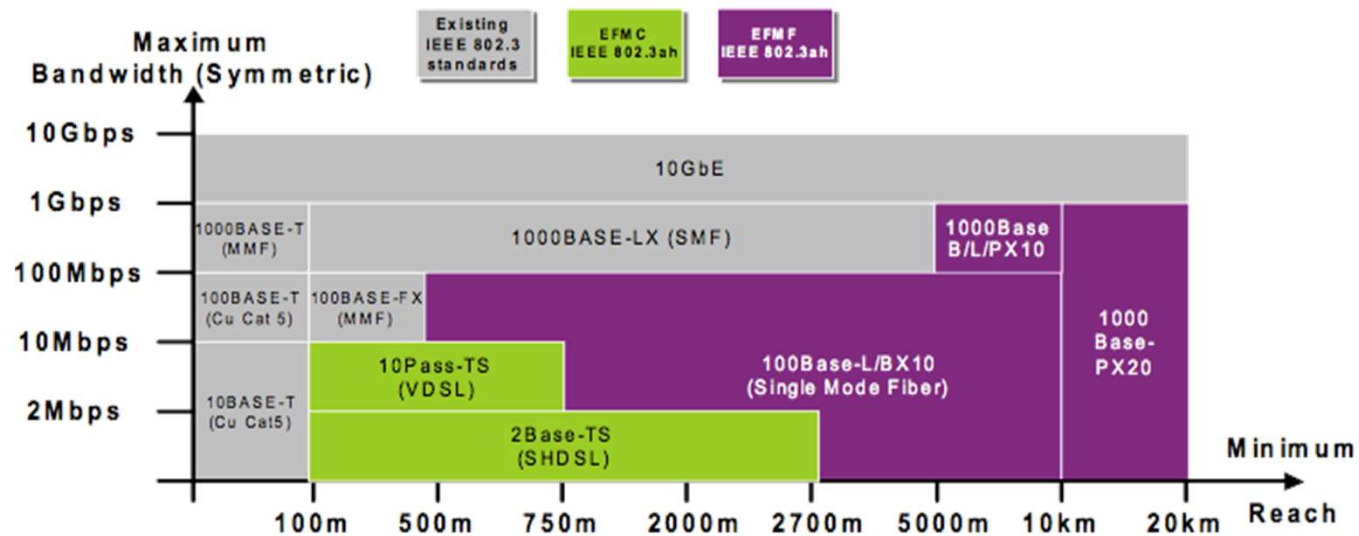
PON = Passive Optical Network

- E-PON: Ethernet PON (802.3ah): 1Gbps, 10-20Km, Ethernet
- A-PON: ATM PON (G.983.1): 155Mbps-1.2Gbps, 20Km, ATM
- B-PON: Broadband PON (G.983.3): 155Mbps-1.2Gbps, 20Km, ATM
- G-PON: Gigabit PON (G.984.1): 155Mbps-2.4Gbps, 10-20Km, Ethernet
- XG-PON: 10G PON (G.987): 2.4-10Gbps, 60Km



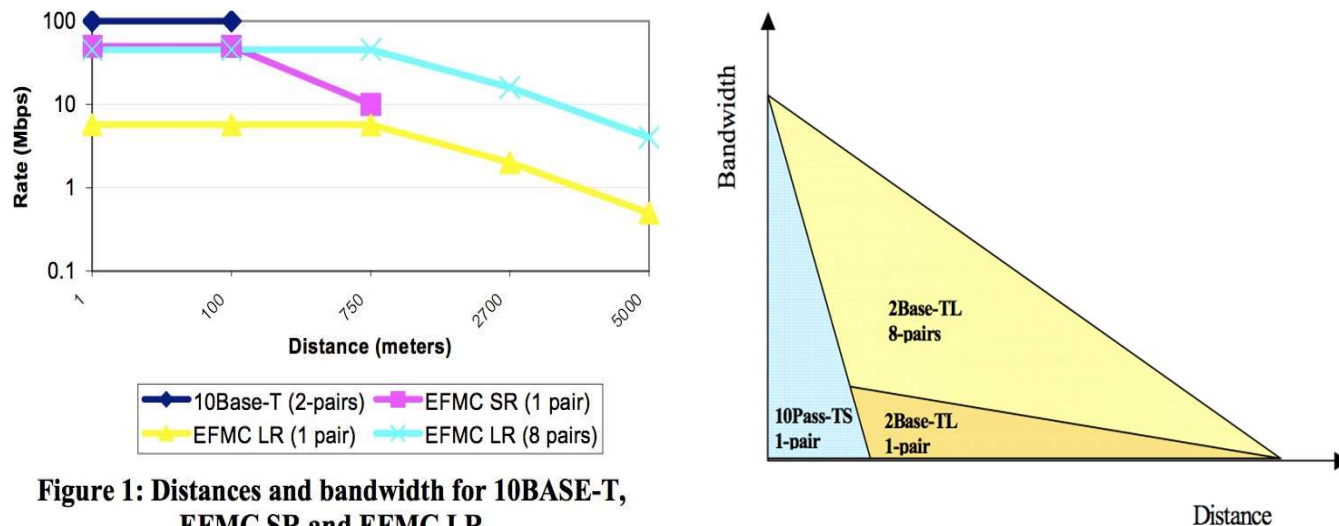
Ethernet in the First Mile

- 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

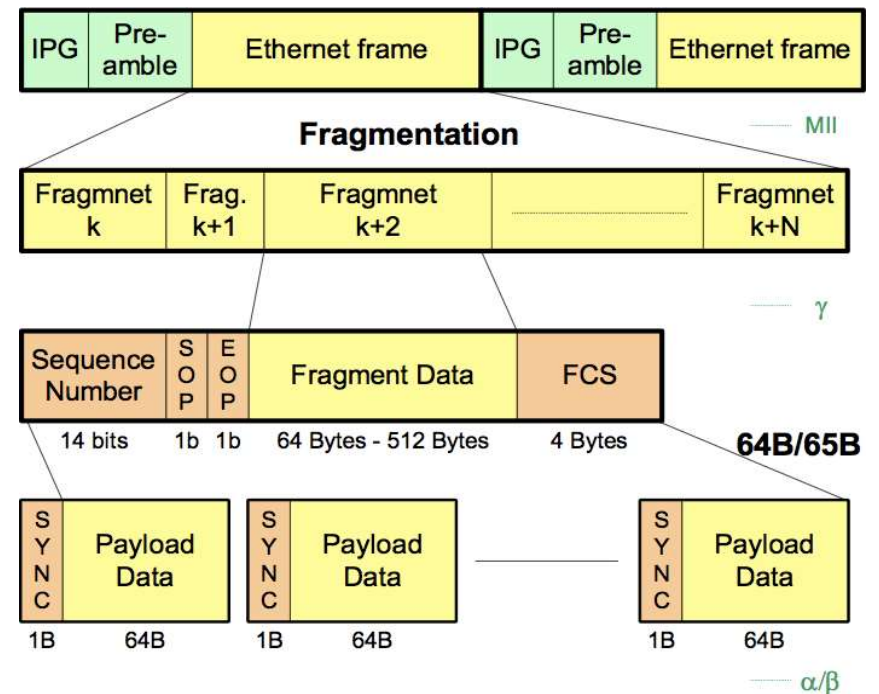
- Punto-a-punto, solo full-duplex
- *Voice grade copper*
- Los interfaces de ambos extremos son diferentes (CO side y CPE side) pero velocidad simétrica
- 2BASE-TL: 2Mb/s@2700m, mínimo 192Kb/s, máx 5.7Mb/s, basado en SHDSL
- 10PASS-TS: 10Mb/s@750m, basado en VDSL
- Son mínimos, equipos comerciales suelen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



<http://metroethernetforum.org/PDFs/EFMA/efm%20copper%20tutorial%20v2.pdf>

Sobre Cobre

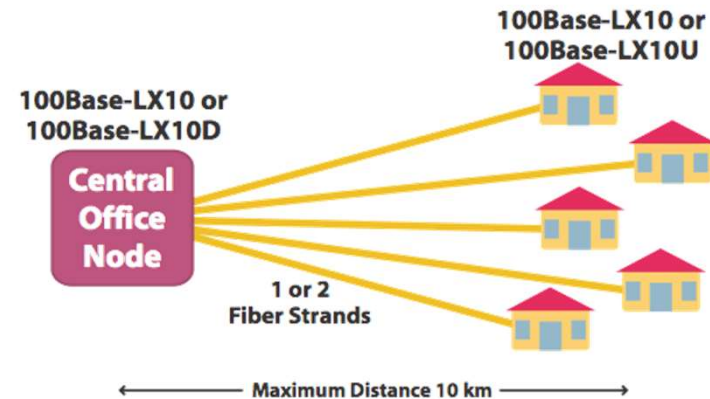
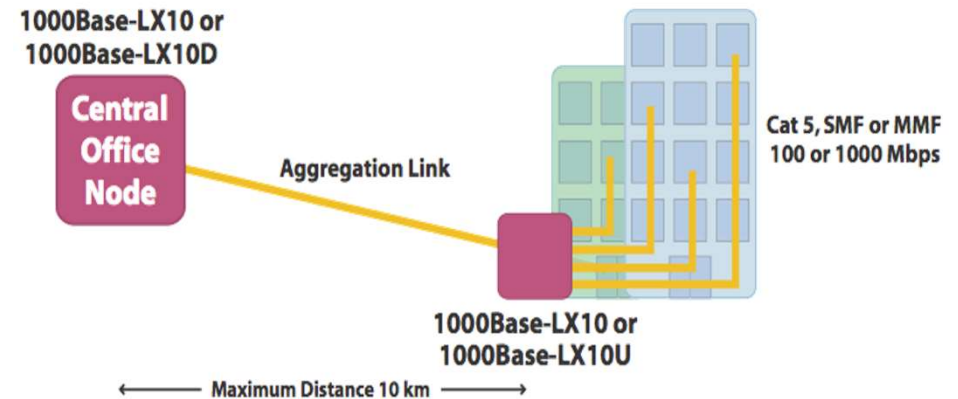
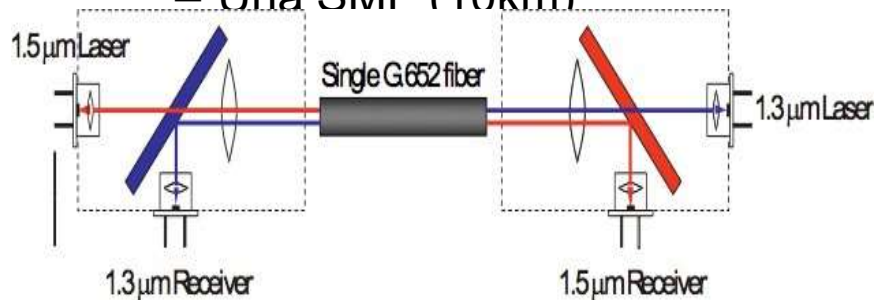
- Conectables a otras Ethernet mediante puentes
- Puede usar *bonding*
- Mecanismos OAM
 - Monitorizar estado del enlace
 - Emplea OAMPDUs que se multiplexan con las de datos
 - Entre subnivel MAC y LLC



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)

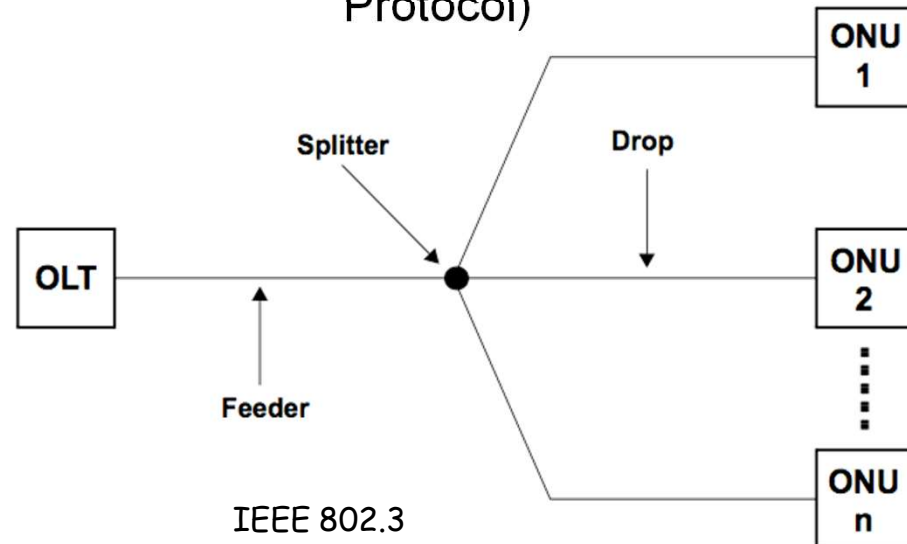


Sobre Fibra

■ EPON:

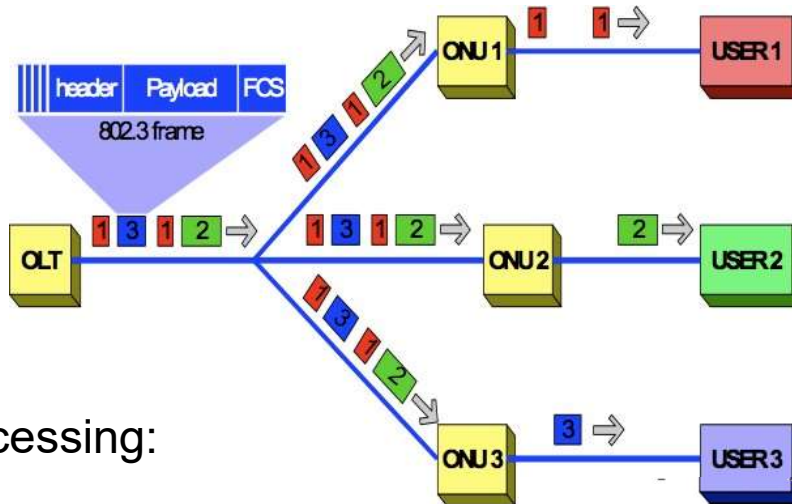
- ⑩ Punto-a-multipunto pasiva
- ⑩ Full-duplex
- ⑩ Diferente λ uplink y downlink
- ⑩ Los interfaces extremos son diferentes (*CO side* y *CPE side*)
- ⑩ 1000BASE-PX10:
 - ⌘ Monomodo, 10km
- ⑩ 1000BASE-PX20:
 - ⌘ Monomodo, 20km
- ⑩ Al menos 1:16

- OLT controla cuándo pueden transmitir las ONUs
- MAC
 - Modificado para p2mp
 - No CSMA/CD
 - MPCP (Multi-Point Control Protocol)



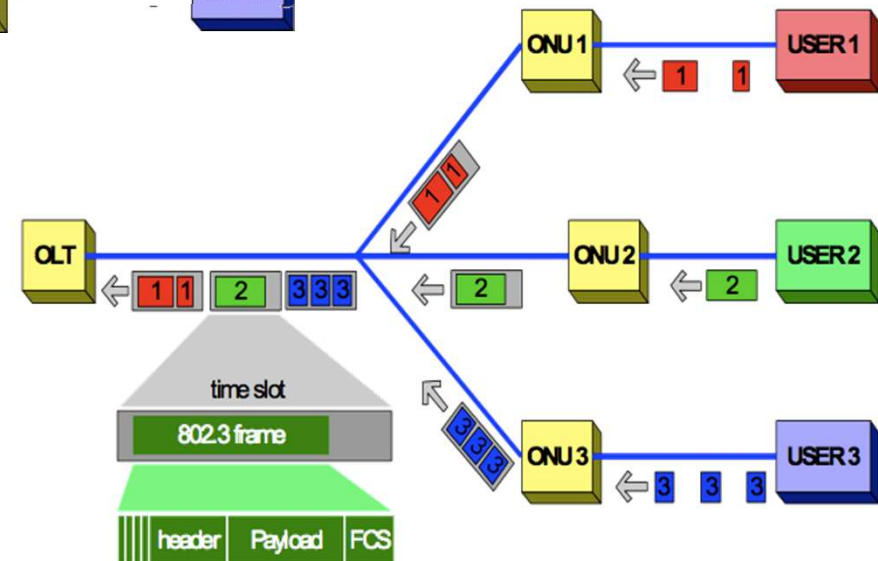
Sobre Fibra

Downstream



Upstream

- TDMA



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

Tramas de control MPCP

- Mismo tipo de tramas que para flow-control con 802.3x
- Ethertype 0x8808
- Campo de 2 bytes para indicar la función de control concreta

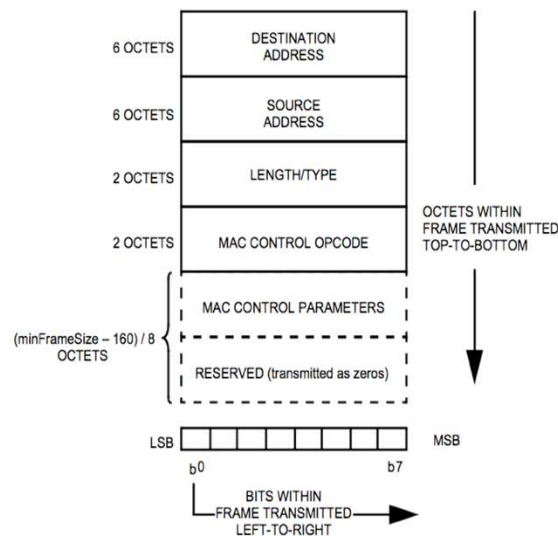


Table 31A-1—MAC Control opcodes

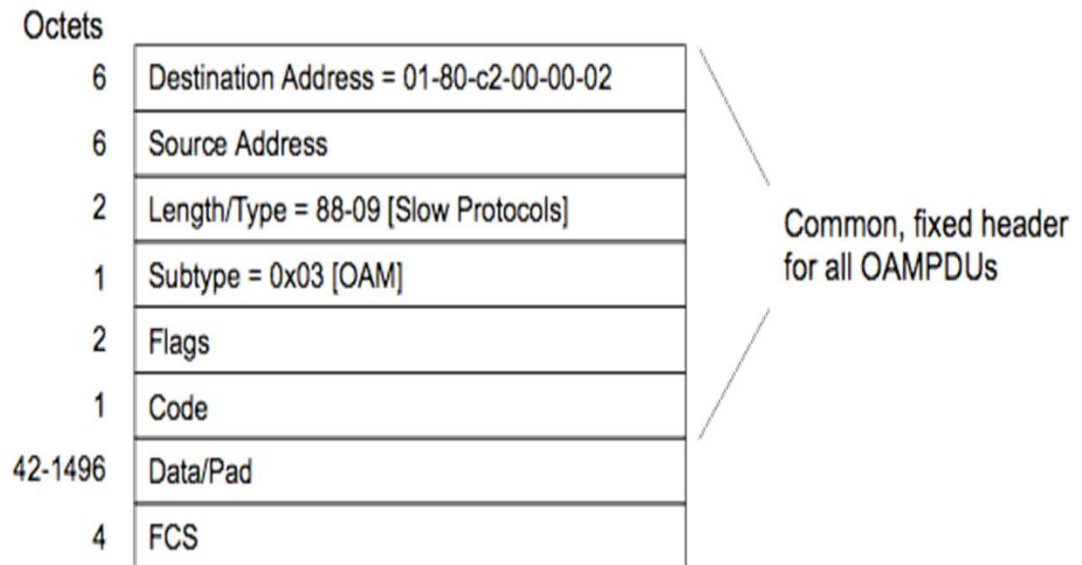
Opcode (Hexadecimal)	MAC Control function	Specified in	Value/Comment	Timestamp ^a
00-00	Reserved			
00-01	PAUSE	Annex 31B	Requests that the recipient stop transmitting non-control frames for a period of time indicated by the parameters of this function.	No
00-02	GATE	Clause 64	Request that the recipient allow transmission of frames at a time, and for a period of time indicated by the parameters of this function.	Yes
00-03	REPORT	Clause 64	Notify the recipient of pending transmission requests as indicated by the parameters of this function.	Yes
00-04	REGISTER_REQ	Clause 64	Request that the station be recognized by the protocol as participating in a gated transmission procedure as indicated by the parameters of this function.	Yes
00-05	REGISTER	Clause 64	Notify the recipient that the station is recognized by the protocol as participating in a gated transmission procedure as indicated by the parameters of this function.	Yes
00-06	REGISTER_ACK	Clause 64	Notify the recipient that the station acknowledges participation in a gated transmission procedure.	Yes
00-07 through FF-FF	Reserved			

^aThe timestamp field is generated by MAC Control and is not exposed through the client interface.

Ethernet OAM

- Operation, Administration and Maintenance
 - 802.3ah, opcional
 - Compatible con Ethernet full-duplex
 - Objetivos:
- OAMPDU
 - MAC destino reservada, filtrada filtrada
 - Ethertype 0x8809 (Slow Protocols)

- Remote failure indication
 - Indicar al otro extremo que el camino de recepción del DTE local no funciona
- Remote loopback
- Link monitoring



10G-EPON

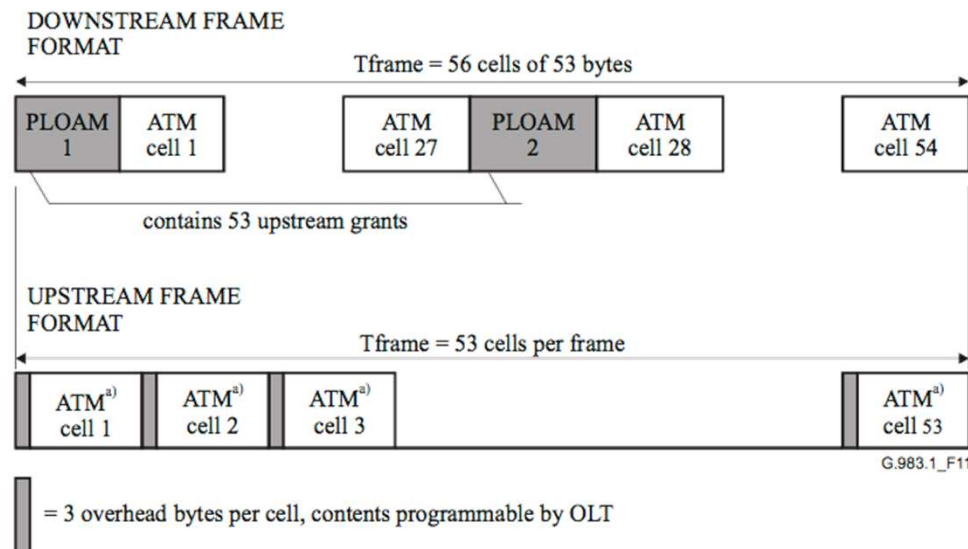
- 802.3av-2009
- Modificación a 802.3-2008
- Extiende EPON:
 - 10Gbps simétricos
 - 10Gbps downstream y 1Gbps upstream
 - Compatible con 1Gbps EPON: Cambia capa física, no MAC
 - Al menos 10 y 20Km (según velocidad)
 - Split ratio de 1:16 y 1:32

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

B-PON

- Frame es básicamente un conjunto de celdas ATM (mayor número a mayor velocidad)
- Intercala celdas PLOAM (Physical Layer OAM)
- “Churning” en el downstream para conexiones punto-a-punto empleando clave enviada por la ONU (al menos 1 por segundo) (evitar que una ONU lea el flujo de otra)



^{a)} Any ATM cell slot can contain an upstream PLOAM or divided slot rate controlled by the OLT.

NOTE – ATM cells are transmitted in the order of ascending cell numbers.

Figure 11/G.983.1 – Frame format for 155.52/155.52-Mbit/s PON

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)

10G-EPON

Ejemplo

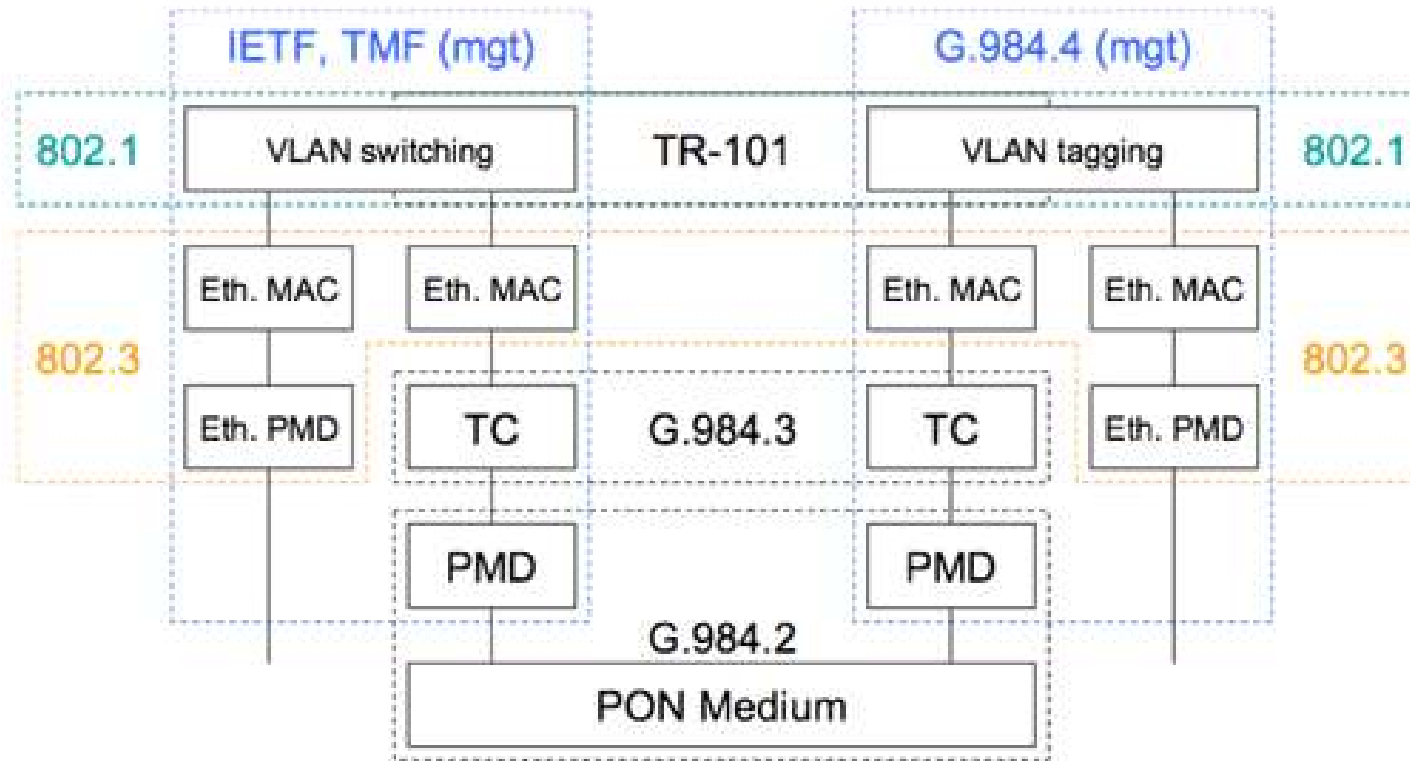


Figure I.11 – Ethernet data service

XG-PON

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