



Reti di Calcolatori

Protocolli datalink layer per reti di accesso
WAN



ADSL

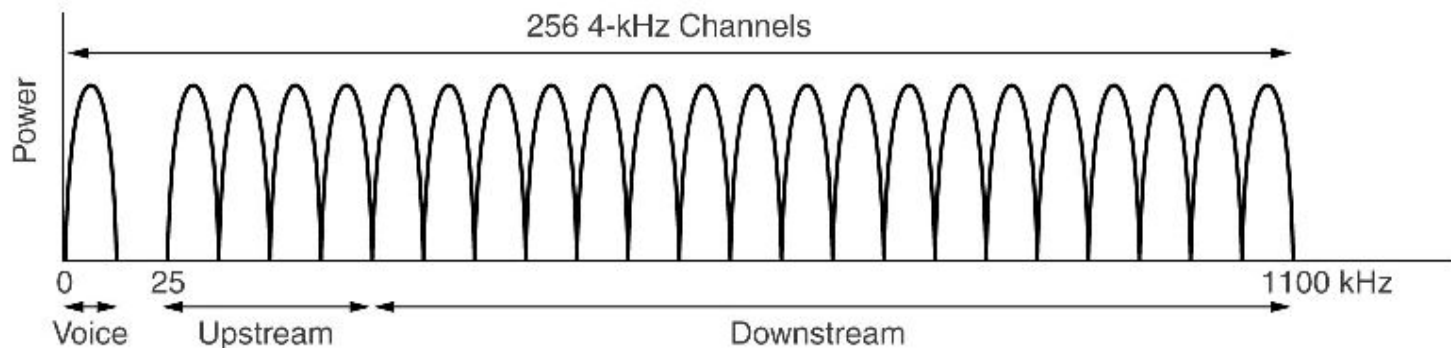
- ADSL (**Asymmetric Digital Subscriber Line**) e' lo standard per fornire all'abbonato un **accesso digitale** a banda piu' elevata di quanto non sia possibile con il modem
- La linea telefonica terminale e' costituita da un **doppino** su cui viene normalmente trasmessa la voce. Questa trasmissione si realizza applicando un **filtro passa basso a 4 KHz**
- Tuttavia il doppino ha una capacita' di banda che **raggiunge il MHz** (dipende dalla **lunghezza** del tratto terminale, che puo' variare in base alla situazione tra poche centinaia di metri a diversi Km)
- Lo spettro disponibile viene suddiviso in **256 canali da 4 KHz** (fino a 60 Kbps ciascuno):
 - Il canale 0 viene **riservato per la telefonia**
 - I successivi 4 canali **non vengono utilizzati** per evitare problemi di interferenza tra la trasmissione dati e quella telefonica
 - I restanti canali vengono destinati al **traffico dati**. Alcuni per il traffico uscente (**upstream**), altri per il traffico entrante (**downstream**)
- Il modem ADSL riceve i dati da trasmettere e li **splitta in flussi paralleli** da trasmettere sui **diversi canali**, genera un segnale **analogico** in banda base per ciascun flusso (con una modulazione **QAM** fino a **15 bit/ baud** a **4000 baud/s**) e li trasmette sui diversi canali utilizzando la modulazione di frequenza

Gli standard ADSL

- La standardizzazione dell'ADSL è stata sviluppata inizialmente in ambito americano (ANSI T1.413), con una grande spinta di ADSL Forum e UAWG (per ADSL Lite)
- ITU-T ha prodotto raccomandazione su ADSL (G.992.1) e ADSL Lite (G.992.2, 6/99)

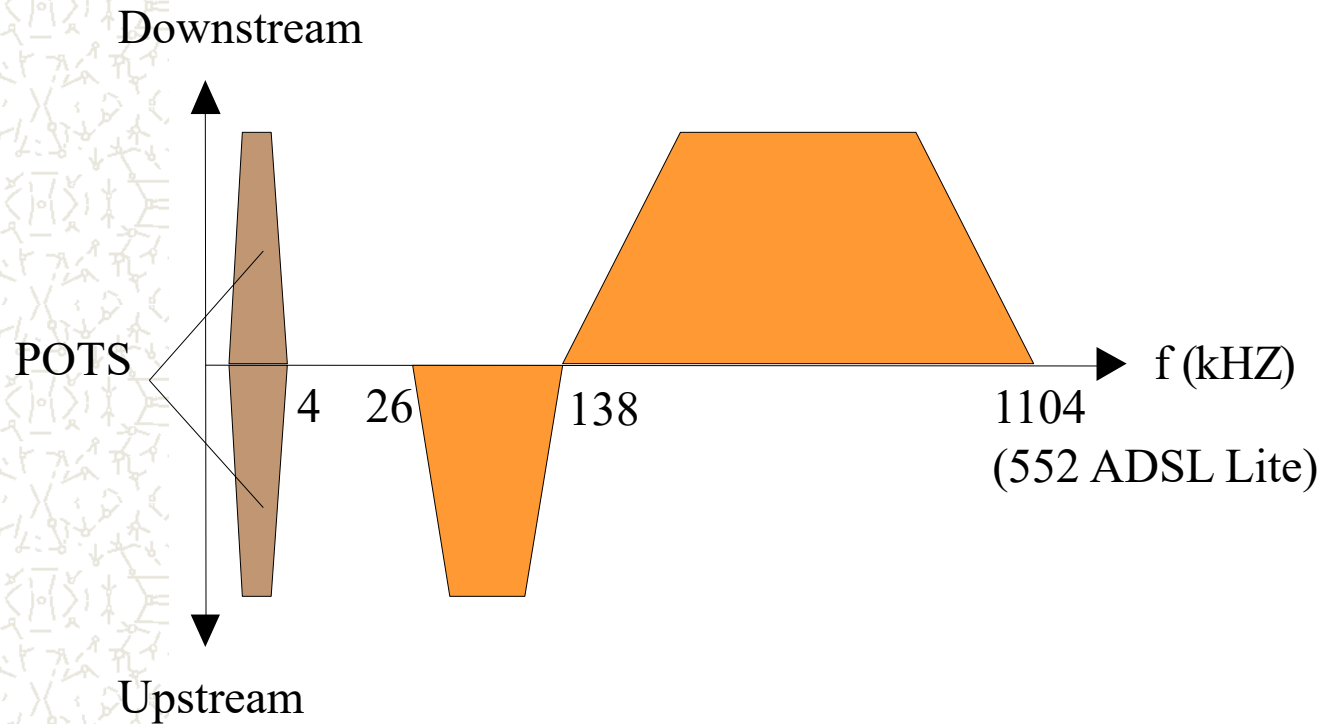
Suddivisione dei canali nell'ADSL

- In teoria l'ampiezza di banda disponibile consente un traffico pari a **13.44 Mbps**, ma non tutti i canali sono capaci di trasmettere a piena banda. L'operatore decide quale servizio offrire.
- Generalmente vengono dedicati **alcuni canali** per il traffico **entrante**, ed altri (**meno**) per il traffico **uscende** (da qui il termine *Asymmetric*)



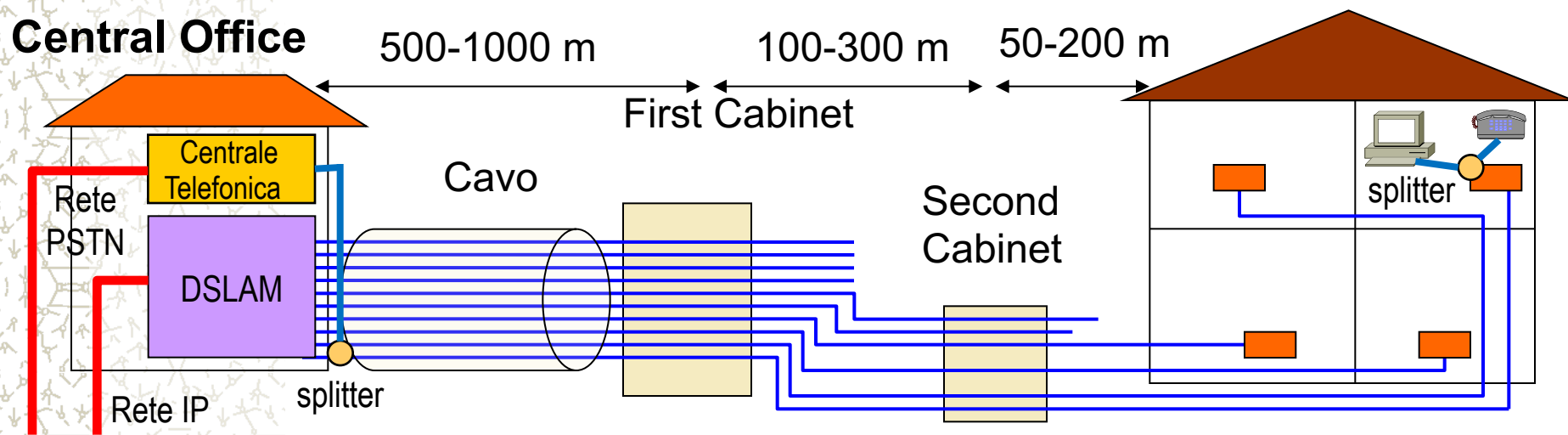
Spettro ADSL e ADSL Lite

- Le singole portanti, modulate in QAM sono spaziate a 4.3 Khz.
- La banda fra 26 e 138 KhZ è riservata al traffico in upstream mentre quella da 138 a 1104 (552) KhZ è riservata al downstream



Architettura di accesso ADSL

- Nella tradizionale architettura di accesso ADSL i servizi di connettività dati e telefonica sono erogati in un **central office** da cui si dipartono i collegamenti in rame di «ultimo miglio» verso gli utenti finali (local loop)
 - Lo splitter separa in modo efficace la componente dati da quella voce
 - Il DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) ha il compito di moltiplicare centinaia o migliaia di accessi ADSL utente in un'unica interfaccia ad alta densità verso la rete di trasporto dati (tipicamente raccordata in fibra)
 - La centrale telefonica gestisce la tradizionale commutazione nel mondo PSTN



Fibra nella rete di accesso (FTTx)

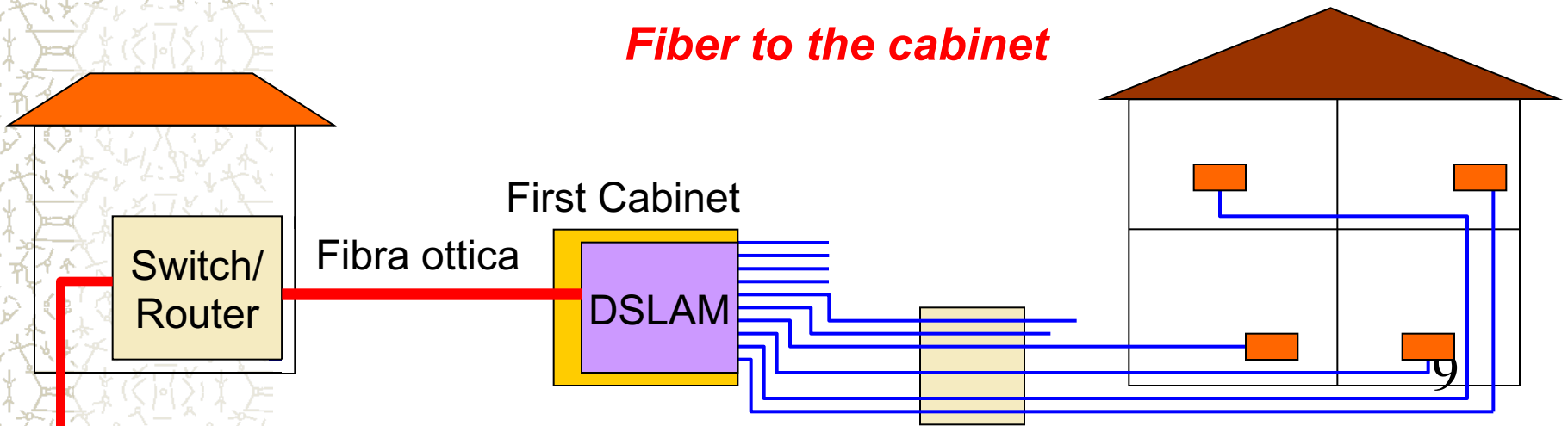
- Esistono molte soluzioni, in cui la fibra arriva fino ad un certo livello di “profondità” (vicinanza all’utente); da quel punto il collegamento prosegue in rame
- Differenti soluzioni comportano diversi livelli di investimento e capacità offerta all’utente
- Tipicamente quando il DSLAM si sposta verso gli utenti la telefonia viene fatta confluire sulla parte dati in logica Voice over IP (VoIP) eliminando la telefonia analogica tradizionale
- L’architettura dipende anche dalla situazione urbanistica
- FTTx indica delle architetture, non degli standard

Le principali soluzioni FTTx

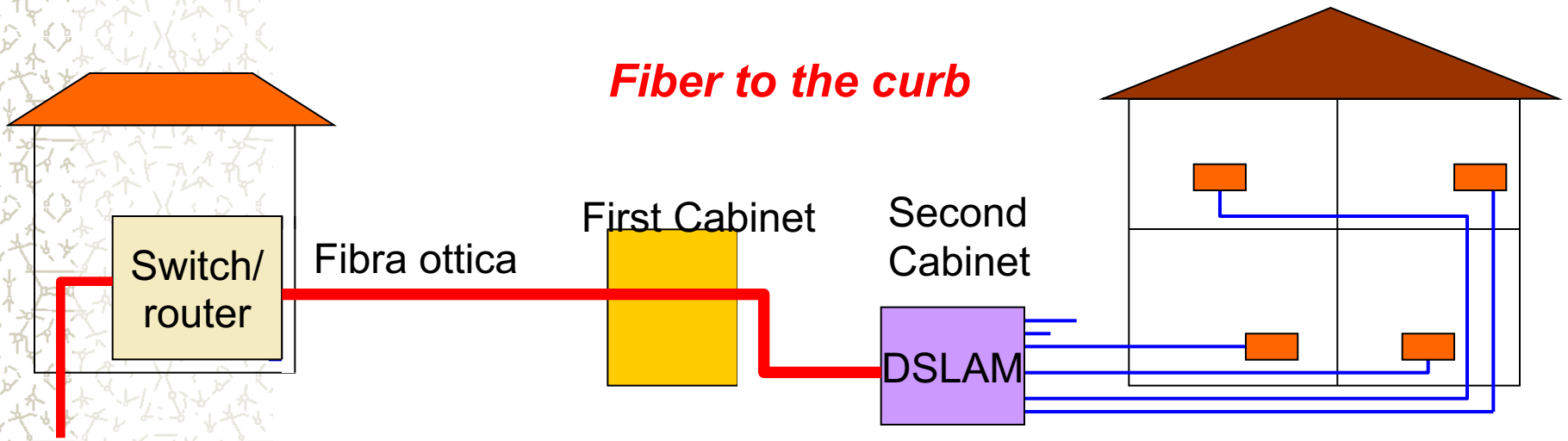
- Chiaramente il local loop in rame diventa il collo di bottiglia che limita la capacità di comunicazione dei collegamenti di accesso
 - Maggiore e la lunghezza minore la capacità di trasmissione sul doppino (attenuazione e rumore)
 - Bisogna quindi minimizzarne la lunghezza
- Ciò si ottiene portando la fibra verso i punti di erogazione dell'accesso
- Si parla quindi di "Fiber To The" ...
 - FTTO: Office
 - FTTC: Curb
 - FTTCab: Cabinet
 - FTTB: Building
 - FTTH: Home
 - FTTD: Desktop

Fiber to the cabinet/curb

Fiber to the cabinet

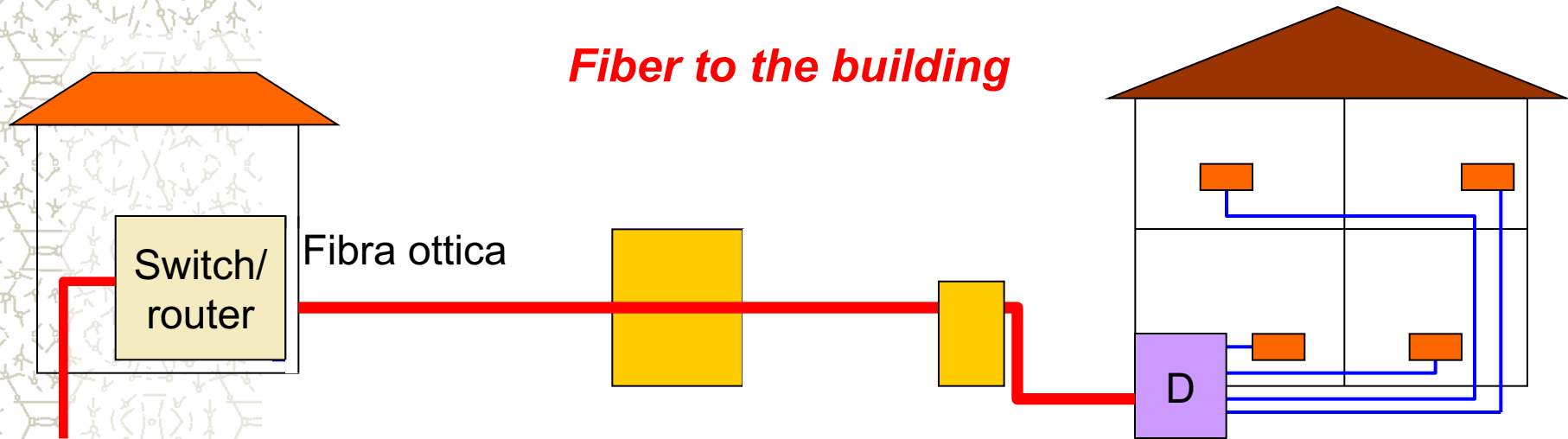


Fiber to the curb

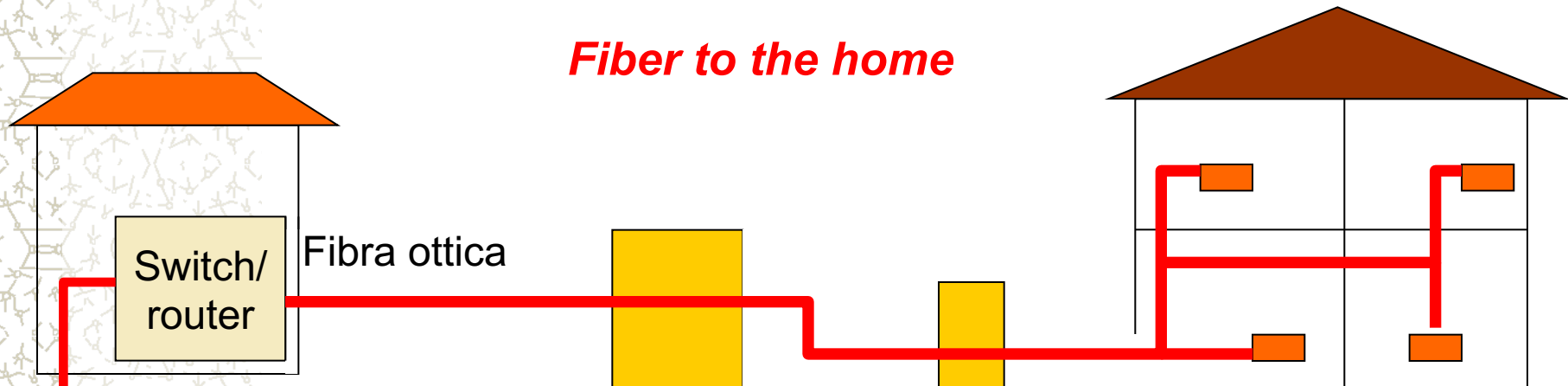


Fiber to the building/home

Fiber to the building

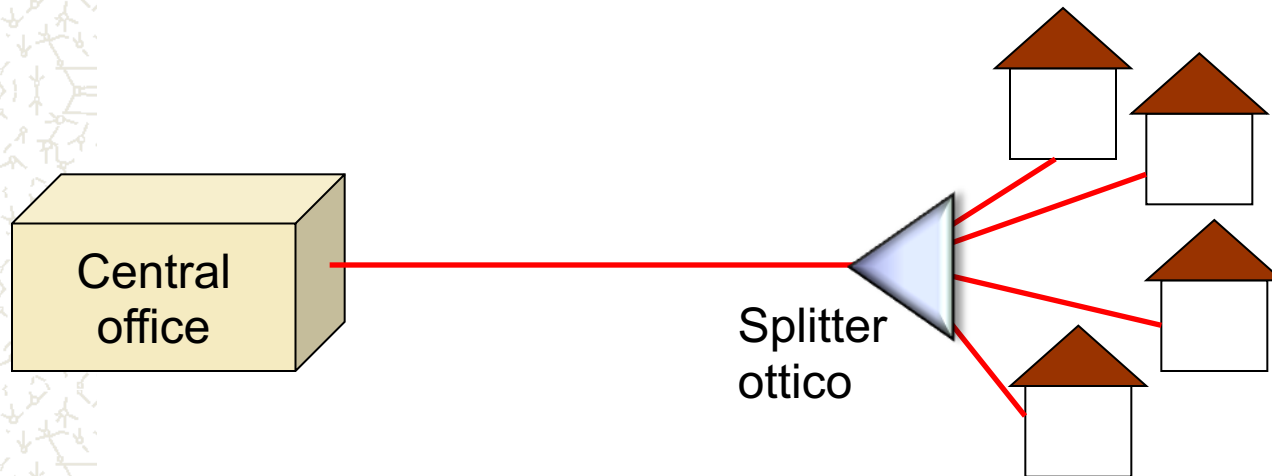


Fiber to the home



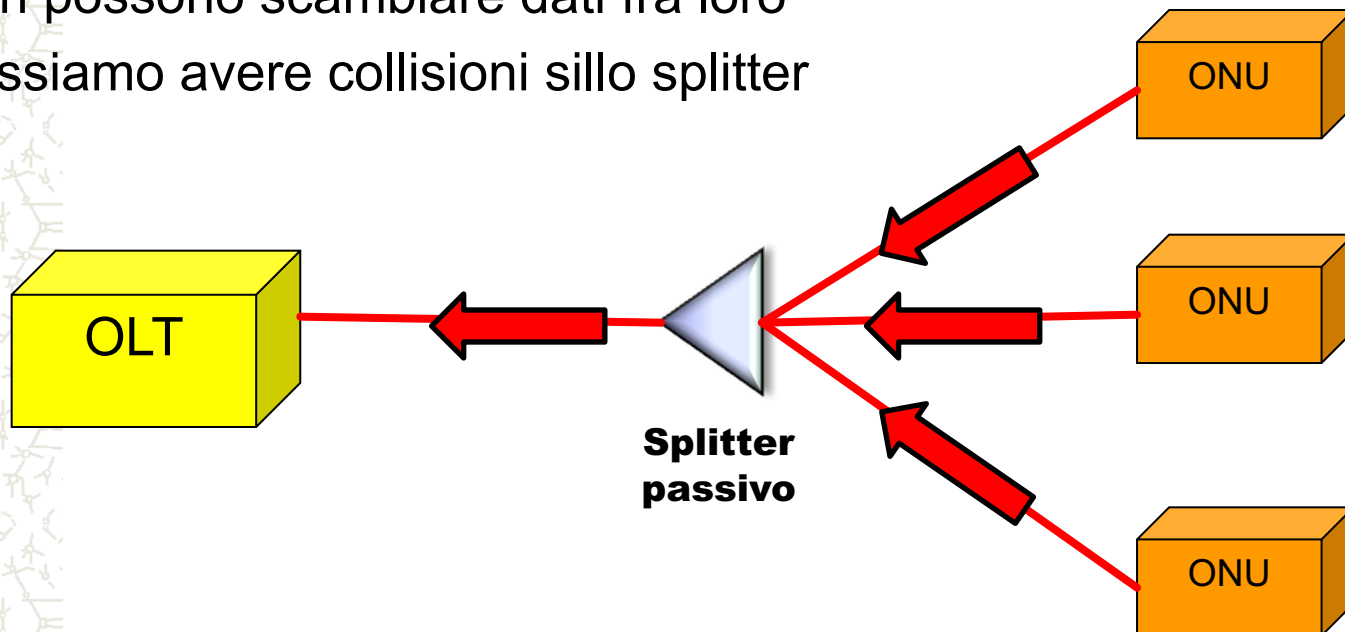
Passive Optical Networks (PON)

- Il mezzo di trasmissione resta la fibra ottica sull'intera tratta
- La topologia è di tipo Point-to-Multipoint con struttura ad albero.
- La rete di distribuzione ottica utilizza solo dispositivi che non hanno bisogno di essere alimentati:
 - attenuatori e connettori ottici,
 - splitter: un accoppiatori ottici



PON: OLT e ONU

- (Optical Line Terminal) OLT e (Optical Network Unit) ONU sono i dispositivi attivi che realizzano le trasmissioni:
 - l'OLT, nel Central Office, collega la rete di accesso alle WAN;
 - l'ONU interfaccia i dati di utente alla rete di accesso.
- Tutte le ONUs condividono lo stesso canale upstream
 - Non possono scambiare dati fra loro
 - Possiamo avere collisioni sullo splitter

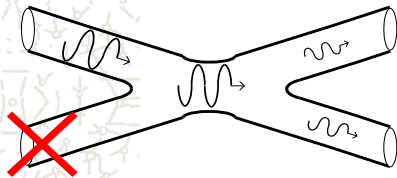


PON: Splitter

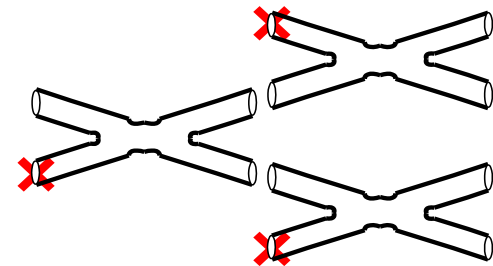
- Uno splitter consente di due fibre fuse fra loro in modo da portare il segnale su due diramazioni a scapito di un certo grado di attenuazione
- Possiamo combinare più fusione in cascata ottenendo splitter multipli
- A ogni split del segnale su due diramazioni, la sua potenza si riduce di $10\log(0.5)=3dB$

Perdita: $\sim 3dB \times \log_2(\#ONU\text{s})$

1x2 Splitter

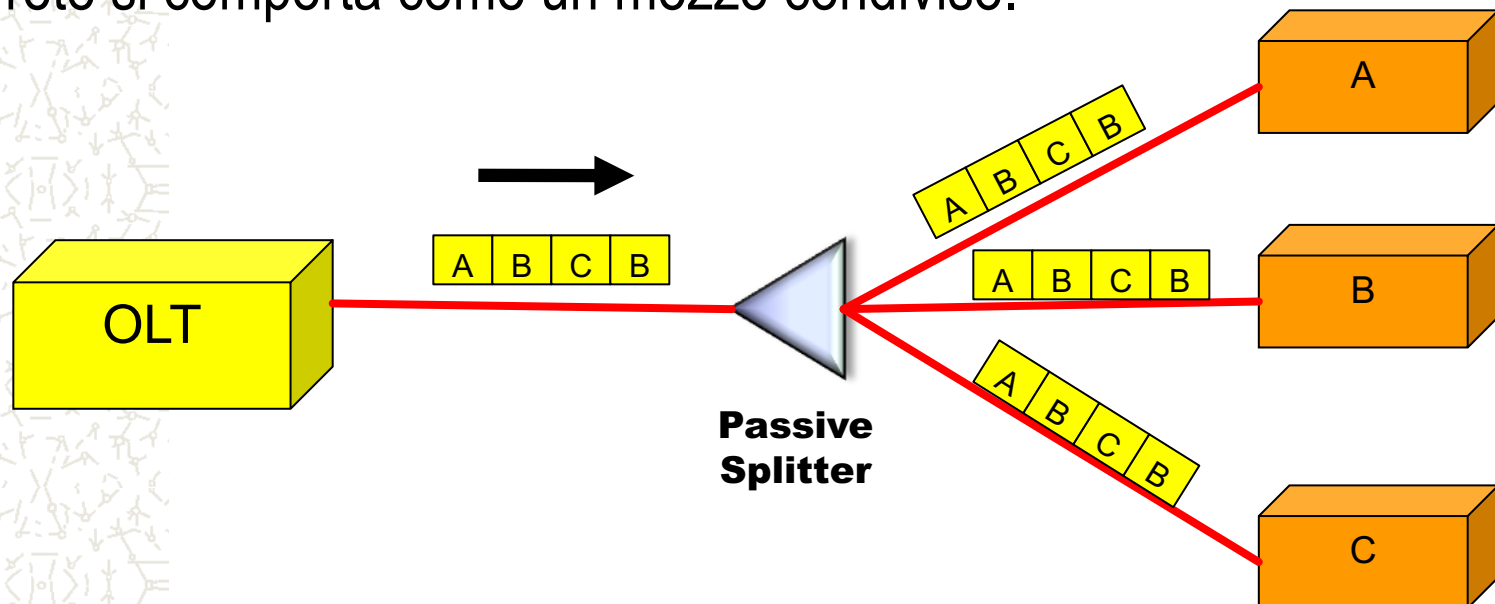


1xN Splitter



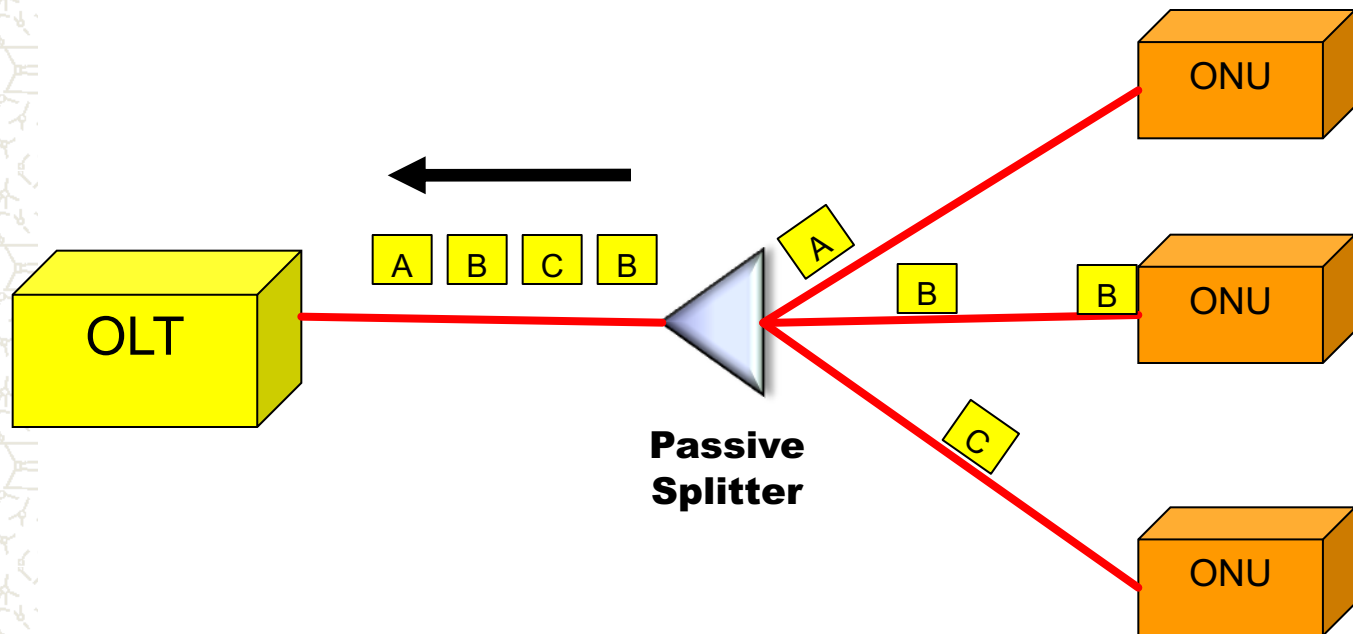
PON: gestione traffico downstream

- Il downstream è definito come il traffico che scorre dall'OLT alle ONU.
- Allo splitter il flusso dati trasmesso dall'OLT viene replicato in tutti i collegamenti destinati alle ONU.
- L'OLT schedula il traffico su diversi time slot in logica TDM
- L'ONU estrae selettivamente i pacchetti che le sono stati destinati
- La rete si comporta come un mezzo condiviso.



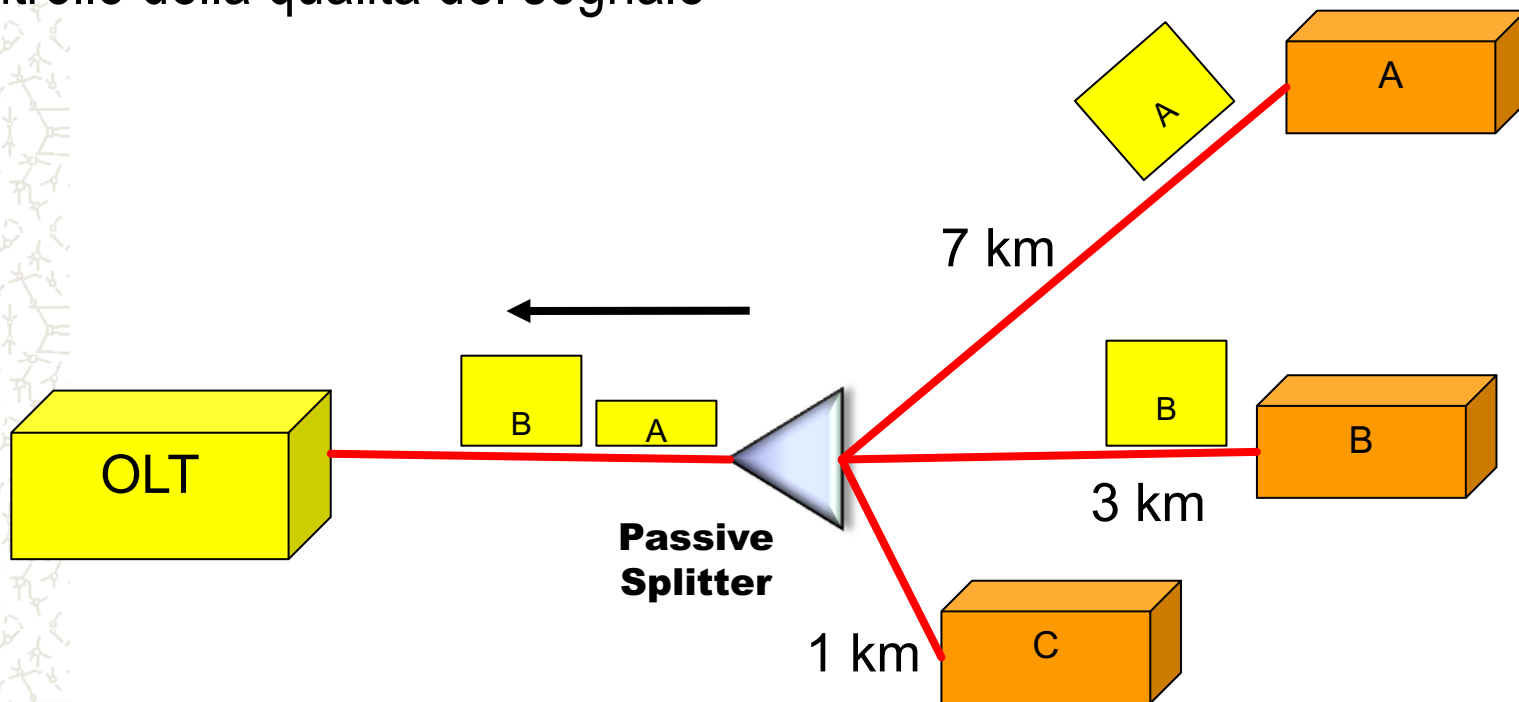
PON: gestione traffico upstream

- L'upstream è definito come il traffico che scorre dalle ONU all'OLT.
- La rete si comporta come un collegamento punto-punto.
- Il traffico in upstream è gestito utilizzando la multiplazione a divisione di tempo (TDM)
- L'accesso al mezzo è gestito mediante un meccanismo che fa uso di polling



PON: problemi in downstream

- Ogni OLT riceve trame a potenze molto differenti
 - Gestione attenta del sincronismo
 - Controllo della qualità del segnale



PON: Assegnazione della banda e frequenze

- A tutte le ONU viene assegnato un intervallo temporale
 - Gli intervalli hanno tutti la stessa durata
 - In alternativa la banda viene assegnata in funzione delle esigenze delle ONU
- Le OLT inviano i dati in downstream su lunghezze d'onda di 1,510 nm
- Le ONTs inviano il traffico upstream su lunghezze d'onda di 1,310 nm nei time slots loro assegnati

Tipi di PON

- Finora gli standard proposti per le PON sono tre, e utilizzano unicamente la multiplazione TDM.
 1. BPON (ATM-based Broadband PON): ITU-T, serie G.983. Massimo bit rate in upstream 622Mbps.
 2. GPON (Gigabit-capable PON): ITU-T, serie G.984. Bit rate massima di 1.25Gbps in upstream, 2.5Gbps in downstream.
 3. EPON (Ethernet PON): IEEE 802.3ah. Bit rate di 1Gbps in entrambe le direzioni.