



B-ISDN (Broadband ISDN)

Silvano GAI

Silvano.Gai@polito.it

<http://www.polito.it/~silvano>



Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

Argomenti

- Da ISDN a BISDN
- La fibra ottica
- SONET/SDH
- ATM: Asynchronous Transfer Mode
- Quali applicazioni per la larga Banda?
- CATV

Il futuro

Informatica Elettronica consumer Telecomunicazioni



IT (Information Technology)

Nel 2012 il fatturato dell'IT è
stimato in 5.000.000 di miliardi!

Le centrali telefoniche

- A partire dagli anni `80 le centrali telefoniche diventano elettroniche:
 - il segnale fonico subisce conversioni A/D e D/A
 - la centrale è una enorme matrice di commutazione di flussi numerici gestita da software
- Si mantiene il concetto di commutazione di circuito!


In Italia si passa:

- da 9.000 centrali analogiche
- a 660 centrali numeriche

tasso di numerizzazione del 85%



ISDN

- Il digitale sino a casa dell'utente
 - Integrated Service Data Network
 - Dati + Fonia + Videotelefonia + FAX G4
 - Anche il terminale d'utente diventa digitale
 - 2B + D o accesso base
 - 2 canali dati a 64 kbps
 - 1 canale segnalazione a 16 kbps
 - totale 144 kbps sino a casa dell'utente
 - 30B + D o accesso primario
 - 30 canali dati a 64 kbps
 - 1 canale segnalazione a 64 kbps
 - totale 2 Mbps sino a casa dell'utente
- 



ISDN

Videoconferenza

Telefono ISDN

Bus S

NT1

ISDN Exchange

PC con ISDN

Fax G.4


c/o UTENTE

c/o PTT





B-ISDN

- **La grande sfida si chiama B-ISDN**
 - **Broadband ISDN**
 - **fornire servizi ISDN a banda larga**
 - **Il B-ISDN si basa su:**
 - **trasmissione principalmente su Fibra Ottica**
 - **trasmissione sincrona SONET/SDH**
 - **ATM**
 - **Il B-ISDN sarà una realtà nel 2000**
 - **prima qualche sperimentazione su particolari servizi**
- 

Le definizioni

■ Broadband

- un servizio o un sistema che richiede una velocità trasmissiva superiore a quella dell'accesso primario ISDN

■ B-ISDN

- utilizzato per enfatizzare la caratteristica Broadband dell'ISDN
- esisterà comunque un solo ISDN comprensivo dei servizi Broadband e Narrowband


■ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- la tecnologia di trasporto per la realizzazione di B-ISDN

ITU-T I.113 e I.121



I fattori guida

- La domanda crescente di servizi a larga banda
 - La disponibilità di tecnologie ad alta velocità per trasmissione, commutazione e signal processing
 - La crescente capacità di processare dati ed immagini da parte dell'utente
 - La necessità di integrare servizi interattivi e di distribuzione
 - La necessità di integrare i vantaggi della commutazione di circuito e di pacchetto
- 





I servizi


- **Servizi Interattivi**
 - servizi di conversazione
 - servizi di messaggiera
 - servizi di retrieval
- **Servizi di distribuzione**
 - senza controllo dell'utente
 - servizi broadcast
 - con controllo dell'utente





Servizi Interattivi


■ Servizi di conversazione

- videotelefonia broadband
 - videoconferenza broadband
 - video sorveglianza
 - suono ad alta qualità
 - interconnessione di LAN
 - file trasfer di grossi volumi di dati
 - fax ad alta velocità
 - videogiochi
 - trasferimento di immagini mediche, cartografiche,
...
- 





Servizi Interattivi

- **Servizi di messaggiaeria**
 - **posta elettronica convenzionale**
 - **posta elettronica di immagini video**
 - **Servizi di retrieval**
 - **broadband videotext**
 - **telesoftware**
 - **servizio di retrieval di filmati**
 - **retrieval di immagini mediche, cartografiche, ...**
- 



Servizi di distribuzione

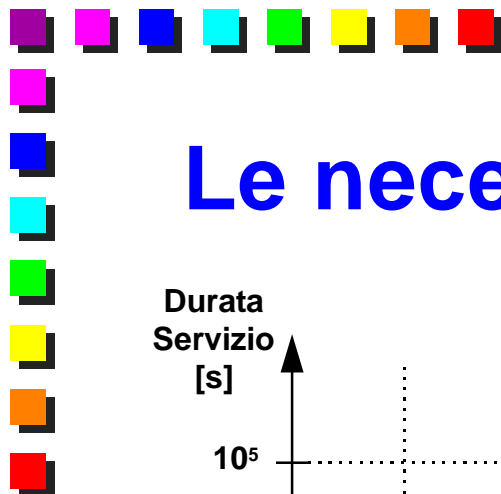
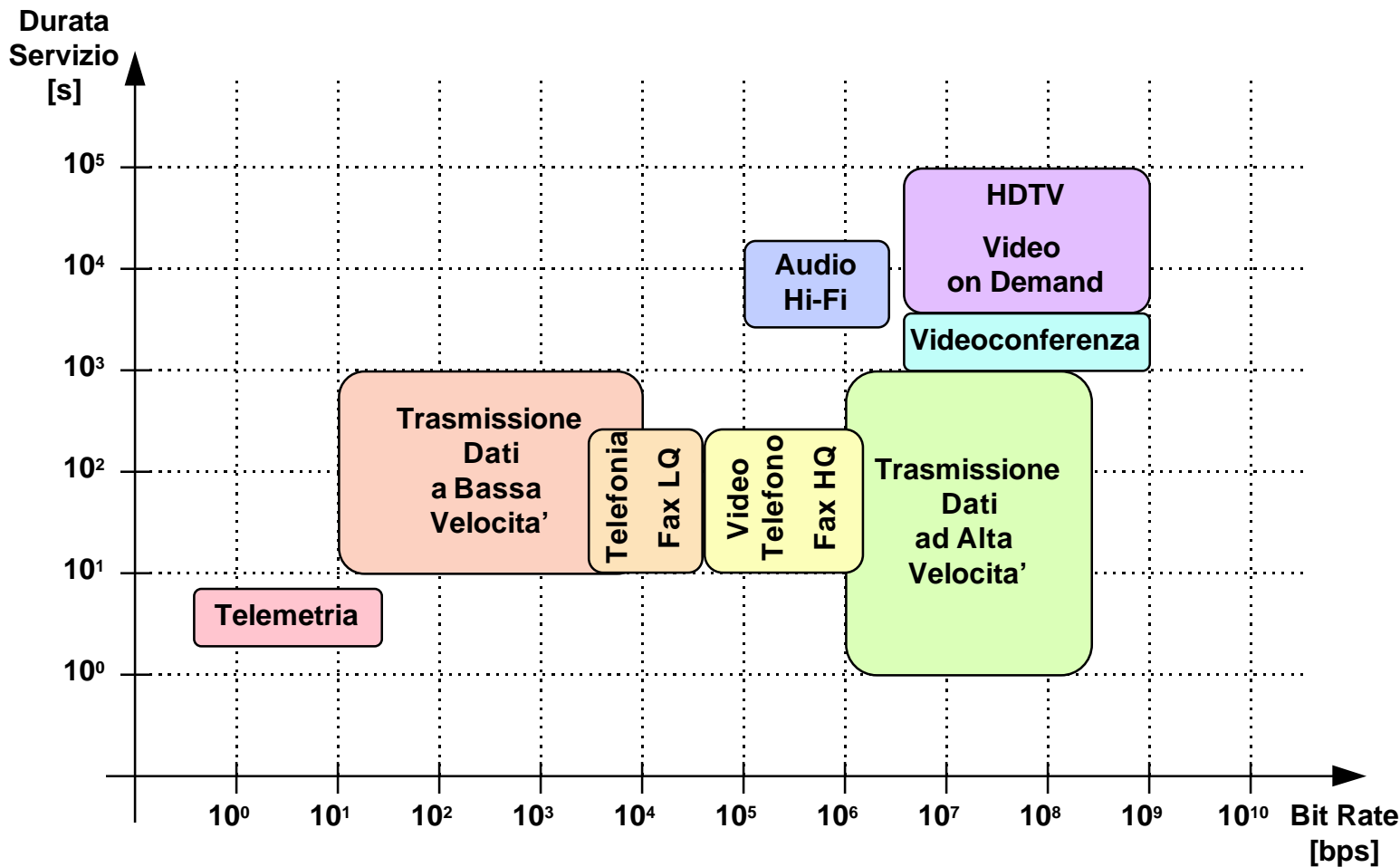
■ Senza controllo dell'utente

- distribuzione televisiva PAL, Secam, NTSC
- HDTV
- Pay TV
- giornali elettronici
- dati di dominio pubblico

■ Con controllo dell'Utente

- testo
- grafica
- suono
- immagini

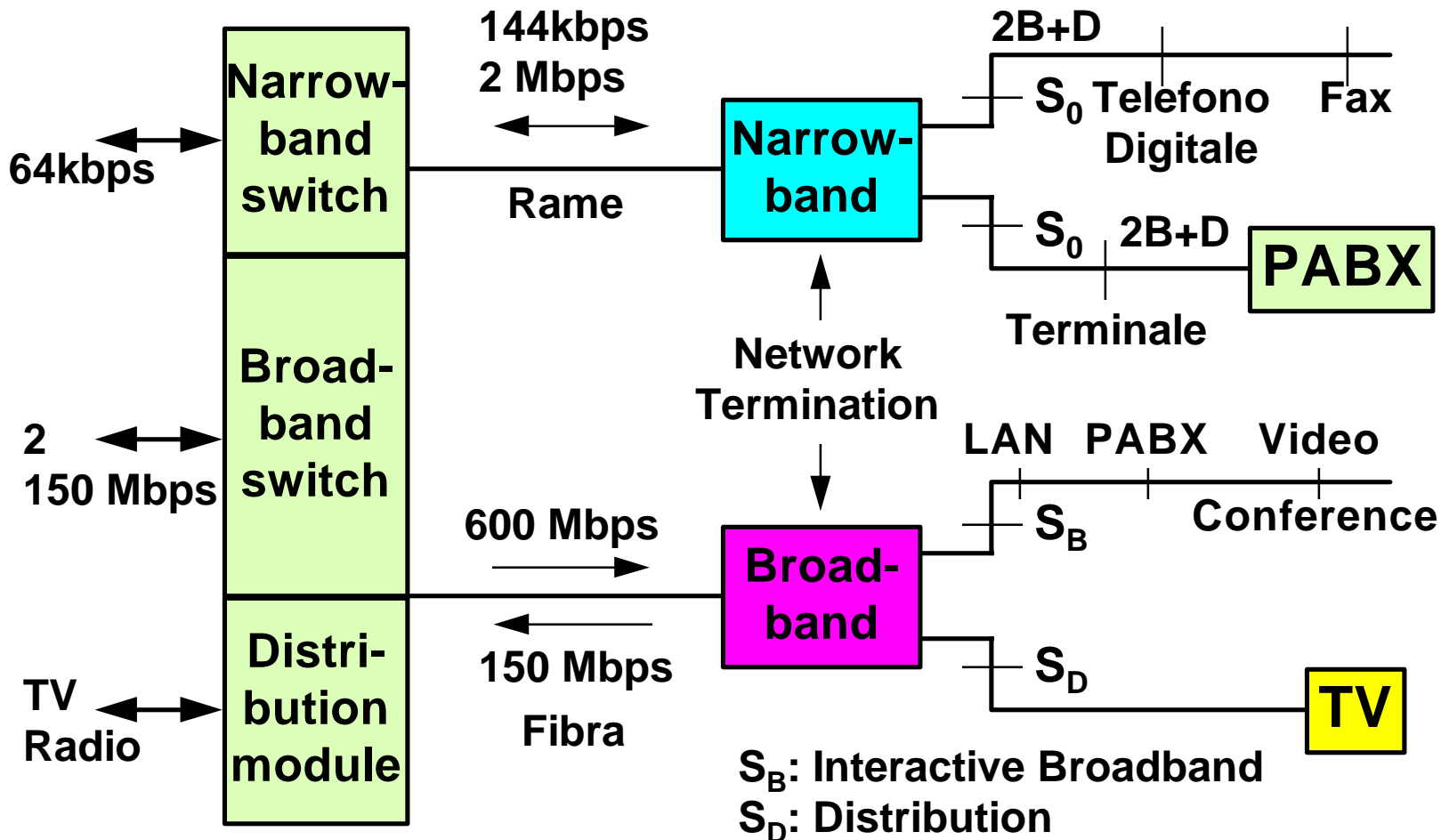
Le necessità



Le necessità per il video

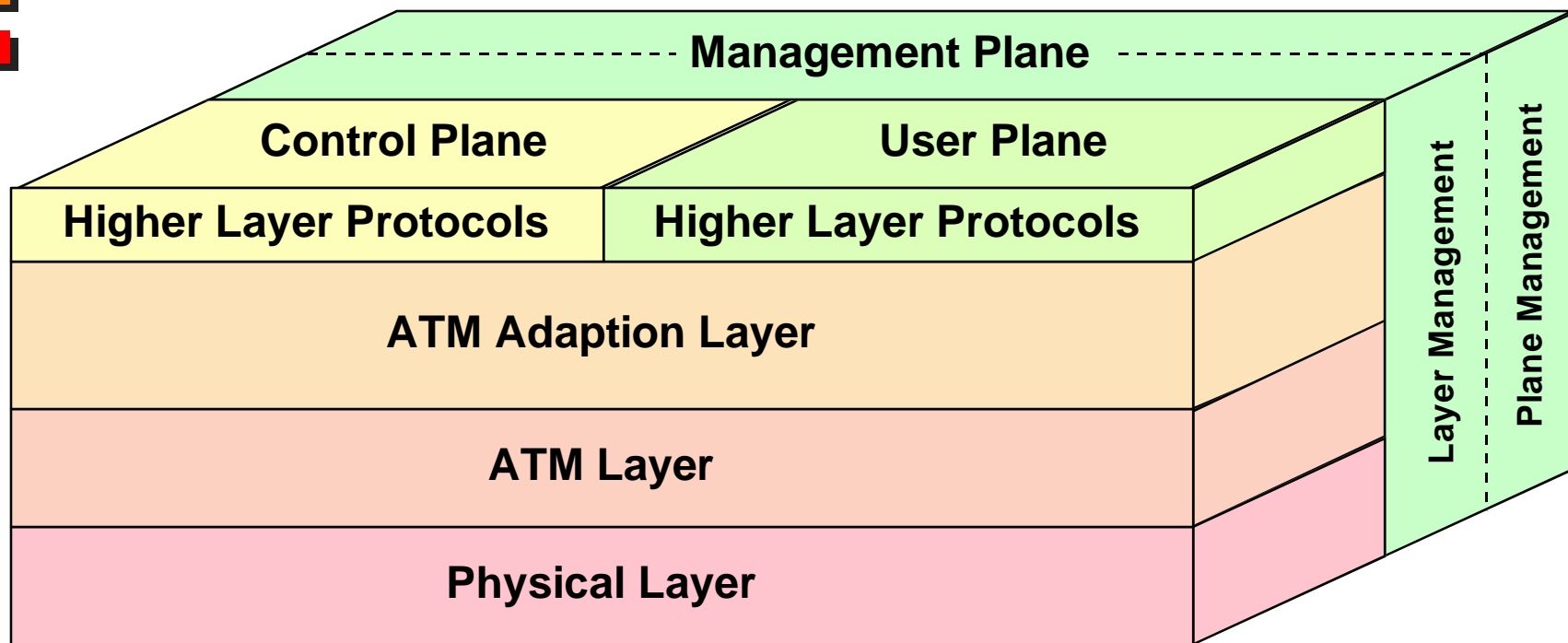
- Bit rate per la trasmissione di immagini video compresse:
 - HDTV
 - 90-200Mbps
 - NTSC, PAL, Secam (Qualità Broadcast)
 - 20-45Mbps
 - NTSC, PAL, Secam (Qualità VHS)
 - 1.5Mbps
 - videoconferenza
 - 64Kbps - 2Mbps

Diagramma a blocchi per B-ISDN



S_B: Interactive Broadband
 S_D: Distribution

B-ISDN: Protocol Reference Model





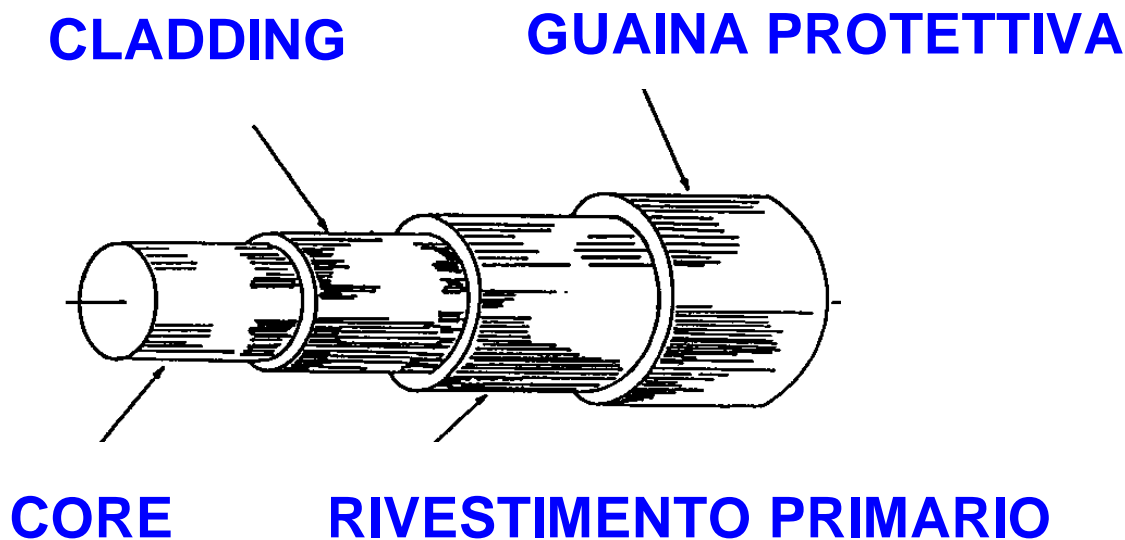
La fibra ottica

**Il mezzo fisico indispensabile
per le
autostrade dell'informazione**



Fibre Ottiche

- Minuscolo e flessibile filo di vetro costituito da due parti con indici di rifrazione diversi
- Diametro esterno inferiore al millimetro



Ragioni del successo

- **Totale immunità ai disturbi elettromagnetici**
 - la fibra ottica è un isolante
 - i fotoni non sono particelle cariche
- **Bassa attenuazione**
 - oggi si raggiungono i decimi di dB a Km
- **Altissima capacità trasmissiva**
 - 2.4 Gb/s oggi standard
 - tratte sperimentali a velocità superiori

In un capello il traffico telefonico uscente da Torino!

Cavi in fibra

- Contengono da 8 a 100 fibre ottiche
- Il segnale deve essere rigenerato ogni 20 - 100 Km
- Sono posati nei luoghi più disparati dagli enti più disparati:
 - Telecom Italia
 - Ferrovie dello Stato
 - SNAM (ENI)
 - Autostrade
 - Enel
 -

Alcune realizzazioni

- WDM: Wavelength Division Multiplexing
- Amplificatori ottici drogati all'erbio
- AT&T
 - 17 canali da 20Gbps in WDM (totale 340 Gbps) su una tratta di 150 Km con amplificatori all'erbio ogni 50 Km
- Bell Labs
 - 16 canali da 2.4 Gb/s in WDM (totale 40 Gbps) su una tratta di 1420 Km con 96 amplificatori all'erbio ogni 123 Km

Queste sono le autostrade dell'informazione!

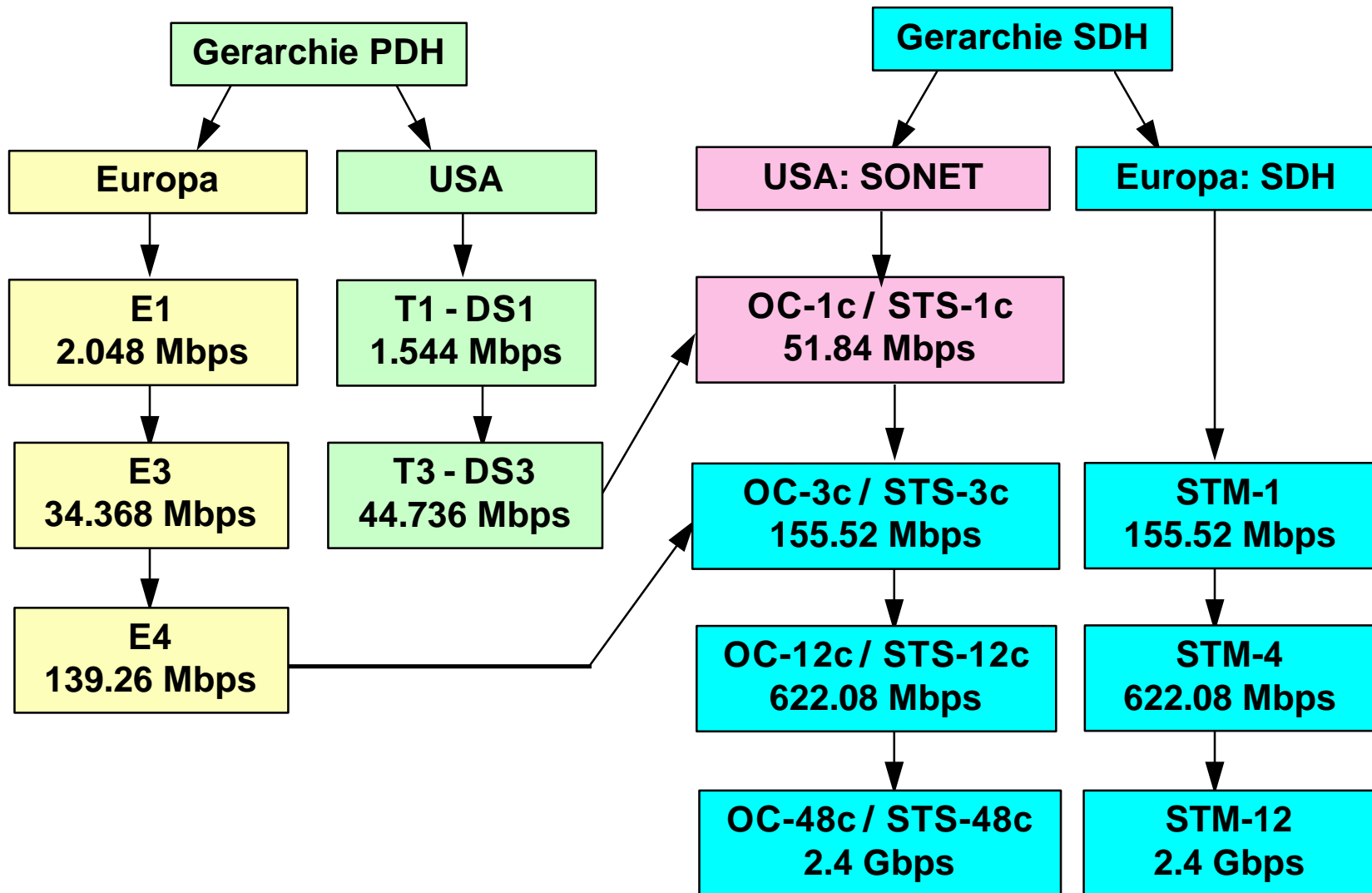


SONET/SDH

**L'unificazione delle gerarchie
europee e americane**



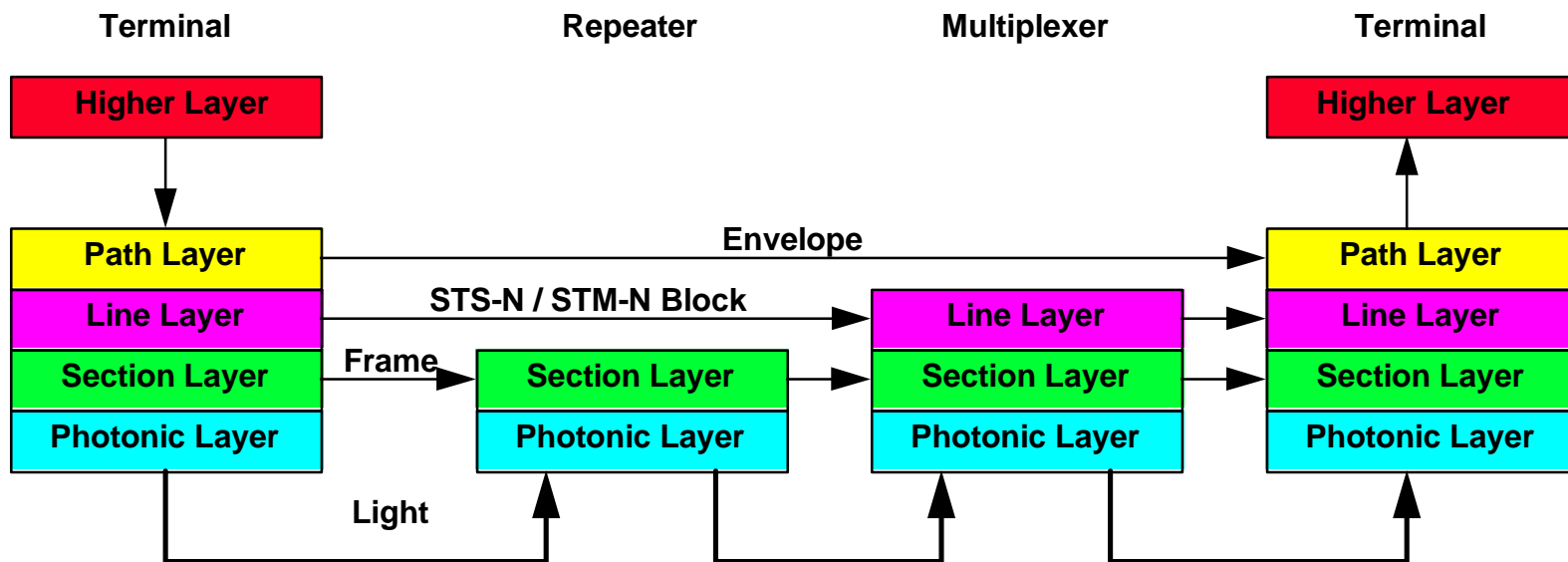
Le gerarchie trasmissive



SONET / SDH

■ Architettura

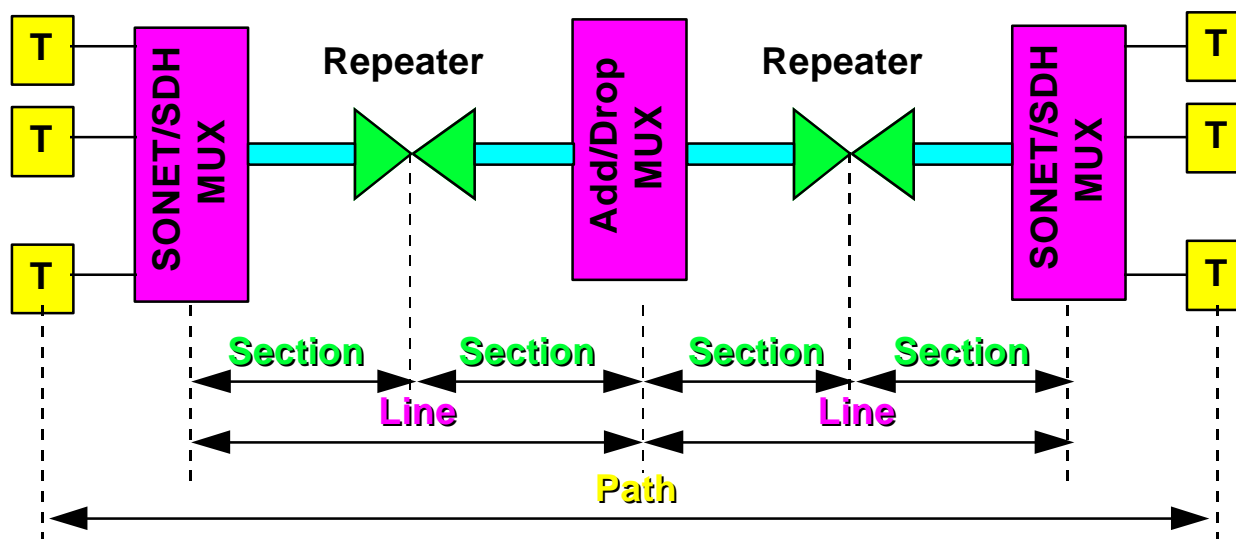
- Photonic Layer: tipo di fibra, potenza dei laser, ecc.
- Section Layer: generazione frame di trasmissione, OAM
- Line Layer: sincronizzazione, multiplexing, switching, OAM
- Path Layer: trasporto dati end-to-end



SONET / SDH

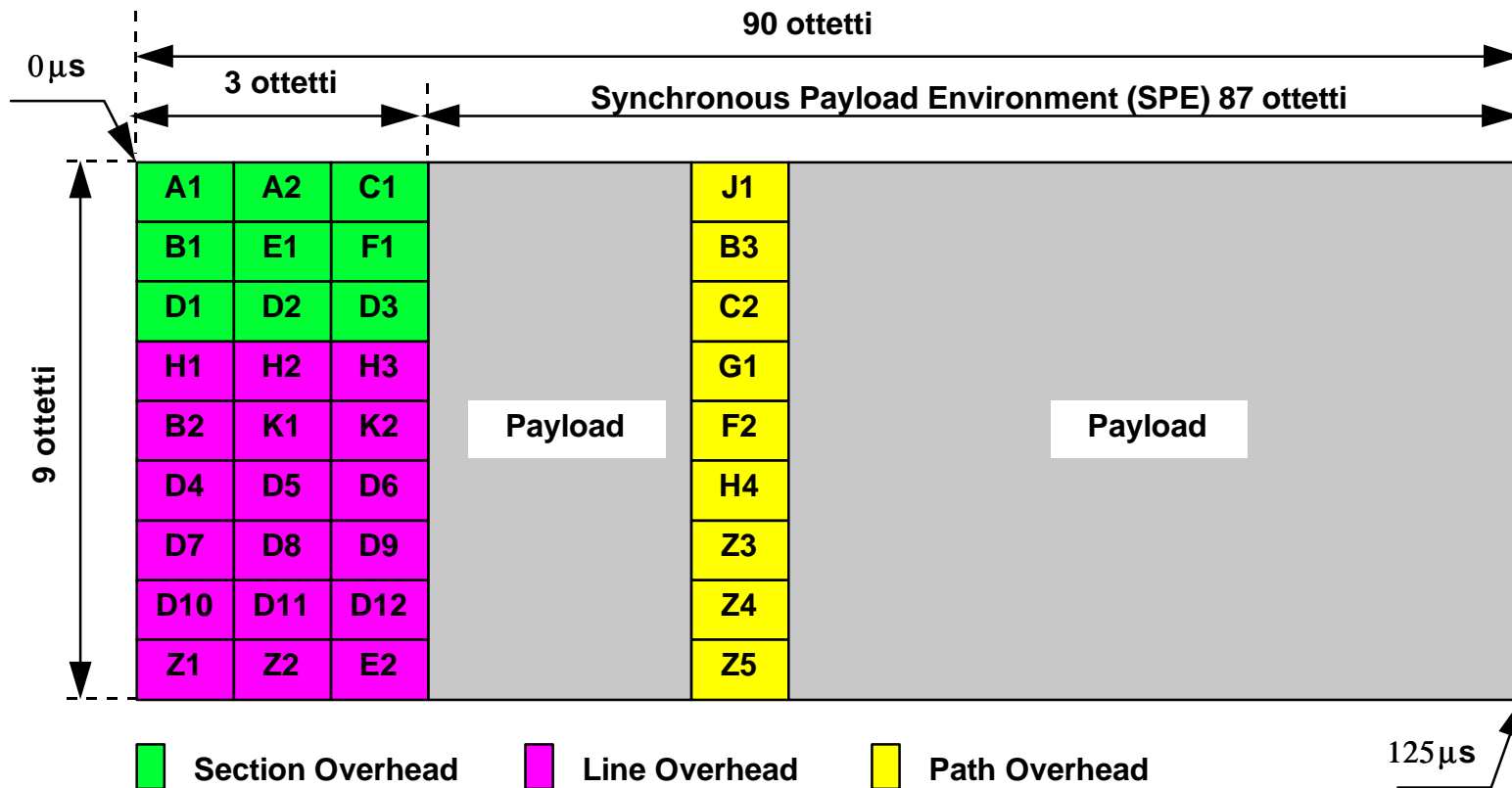
■ Architettura (cont)

- Section: segmento di fibra ottica compreso tra una coppia di transceiver
- Line: sequenza di una o più section terminata da apparati in grado di manipolare i contenuti dei frame
- Path: cammino end-to-end tra terminazioni di rete equivalente ad un circuito fisico



SONET/SDH

- Formato del frame: il blocco fondamentale è il frame STS-1, costituito da 810 ottetti trasmessi con un periodo di 125 μ s per un data rate di 51.84 Mbps



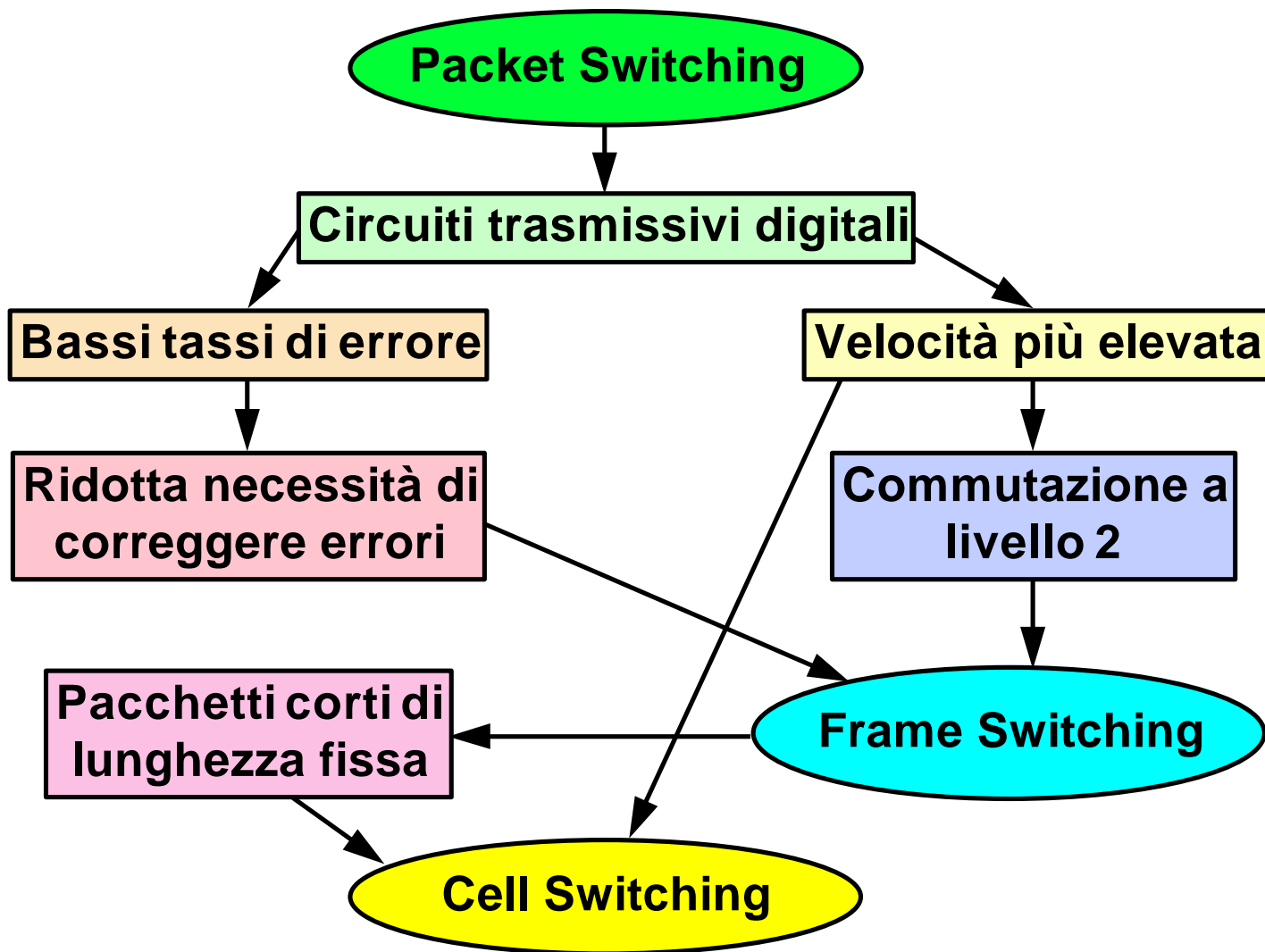


ATM: Asynchronous Transfer Mode

Una tecnologia fondamentale
per il
B-ISDN



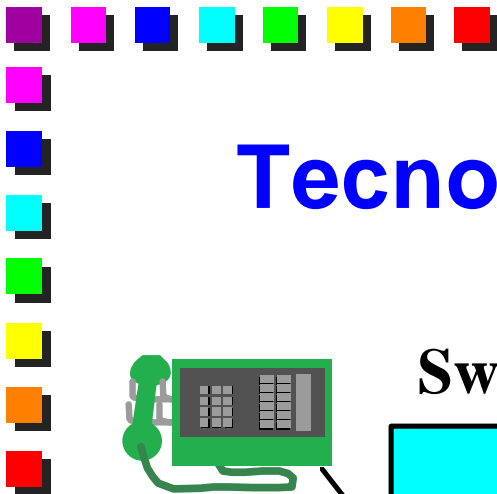
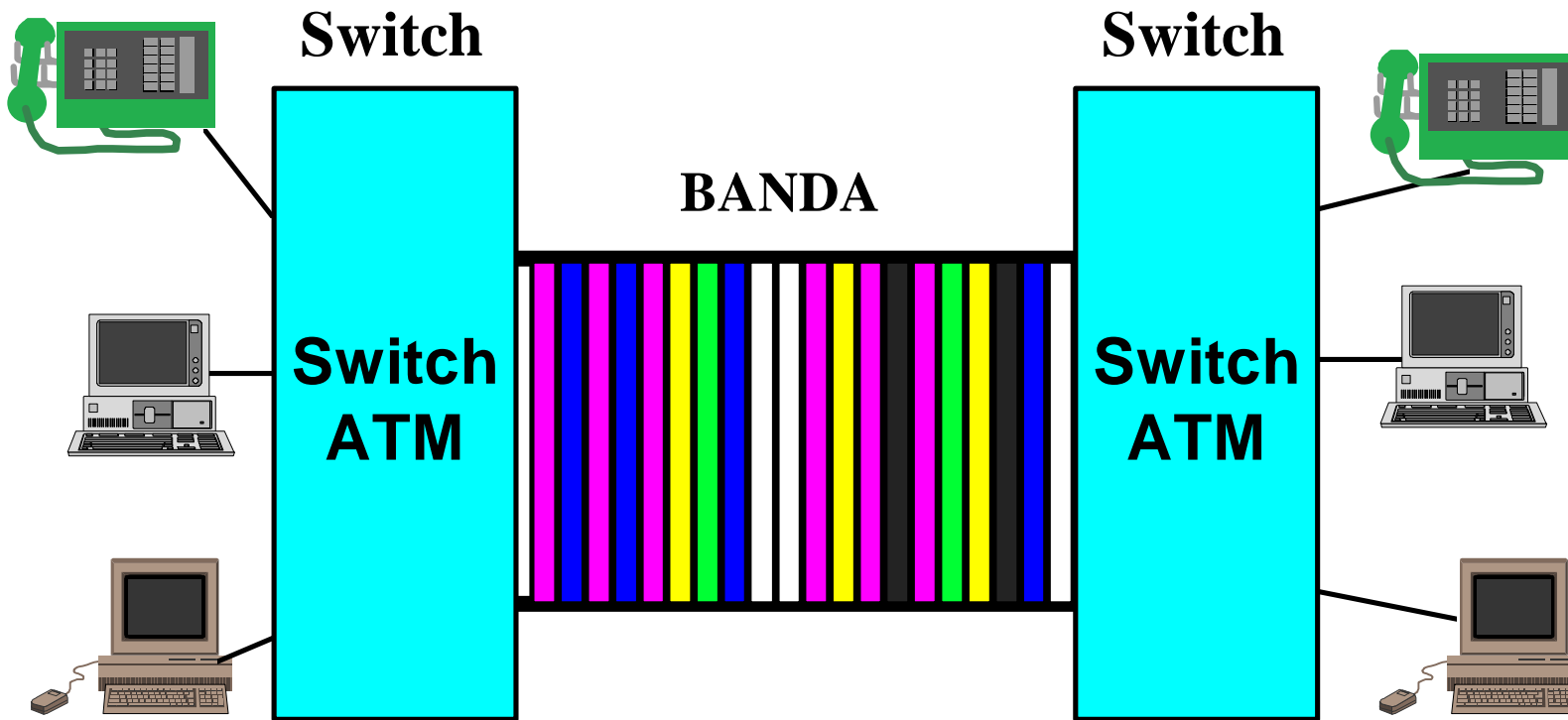
Evoluzione della commutazione



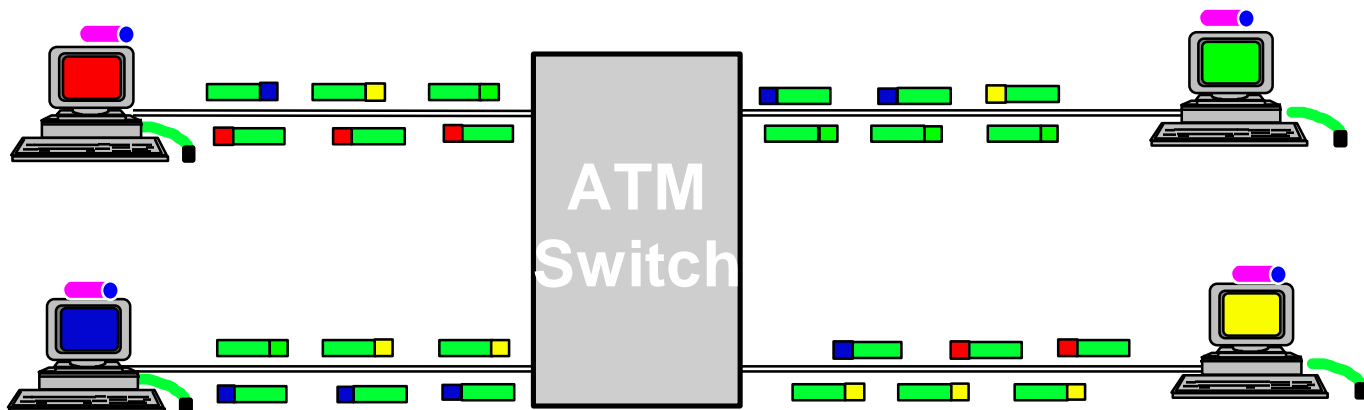
ATM: Caratteristiche Generali

- ATM: Asynchronous Transfer Mode
- Commutazione di celle di lunghezza fissa
 - 53 byte
- Mezzi trasmissivi veloci
 - tipicamente ≥ 150 Mb/s
- Bassi ritardi
 - idoneo per dati, voce e immagini video
- Tecnologia adatta a realizzare LAN e WAN
- Tecnologia su cui basare il B-ISDN
- È possibile garantire la qualità del servizio

Tecnologia ATM



Commutazione di Cella



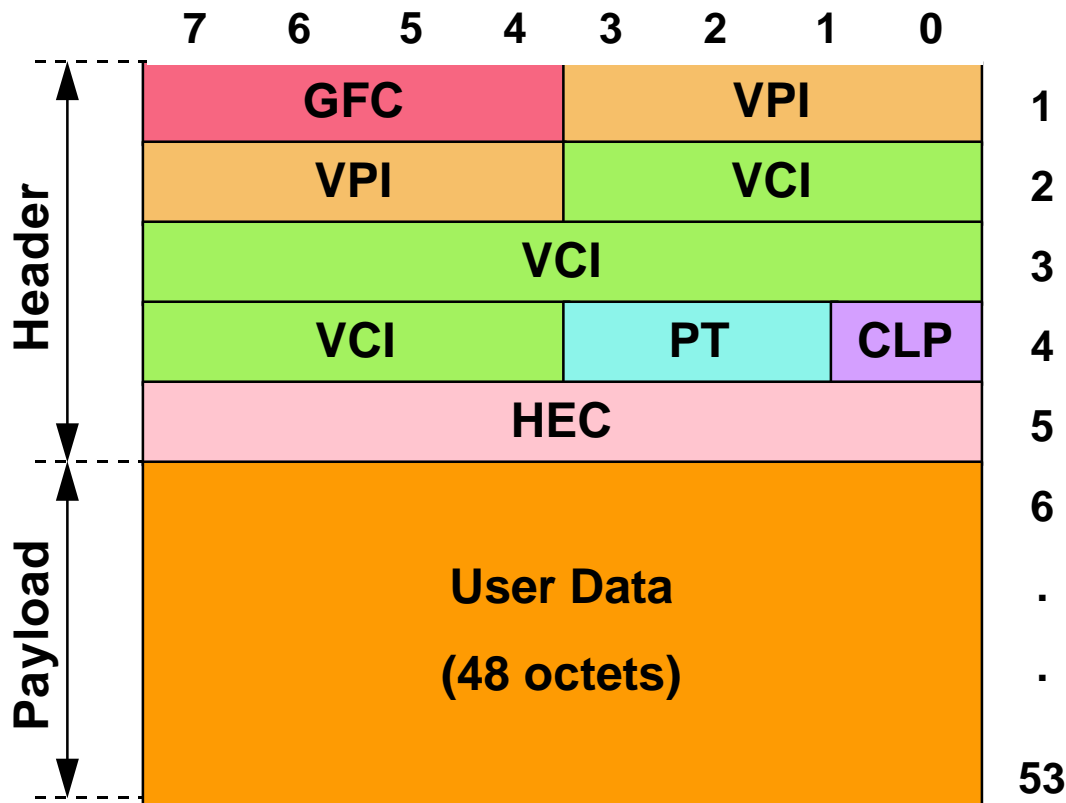
Cella = 53 Ottetti



ATM

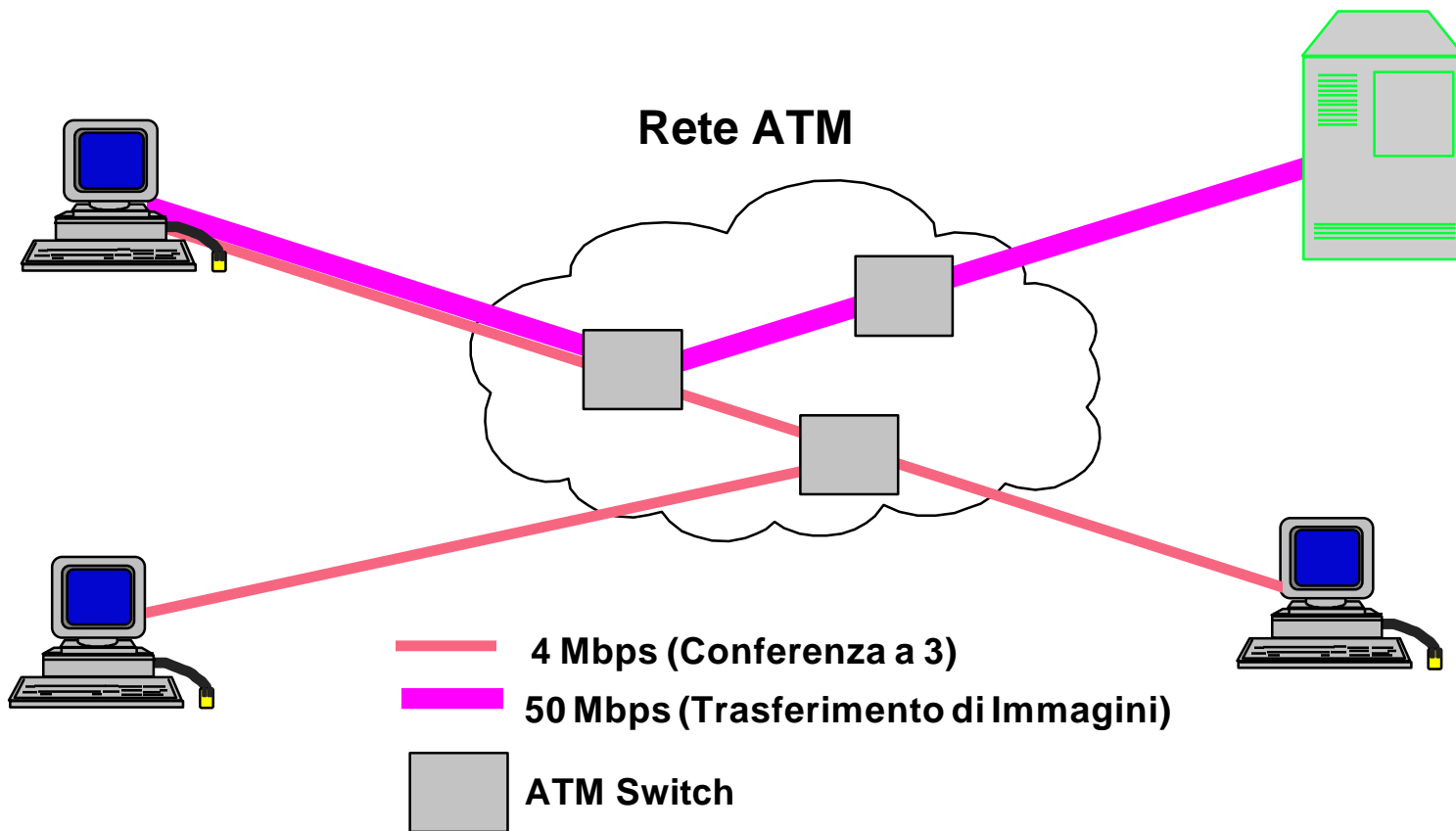
- Unisce i vantaggi della commutazione di pacchetto e della commutazione di circuito:
 - flessibilità
 - ritardi limitati
- L'informazione è trasportata sempre e solo in forma numerica, ma può essere di tipo:
 - continuo
 - a burst
- L'informazione viene trasportata in celle
- Le celle sono trasportate su connessioni virtuali

La cella ATM



UNI Cell

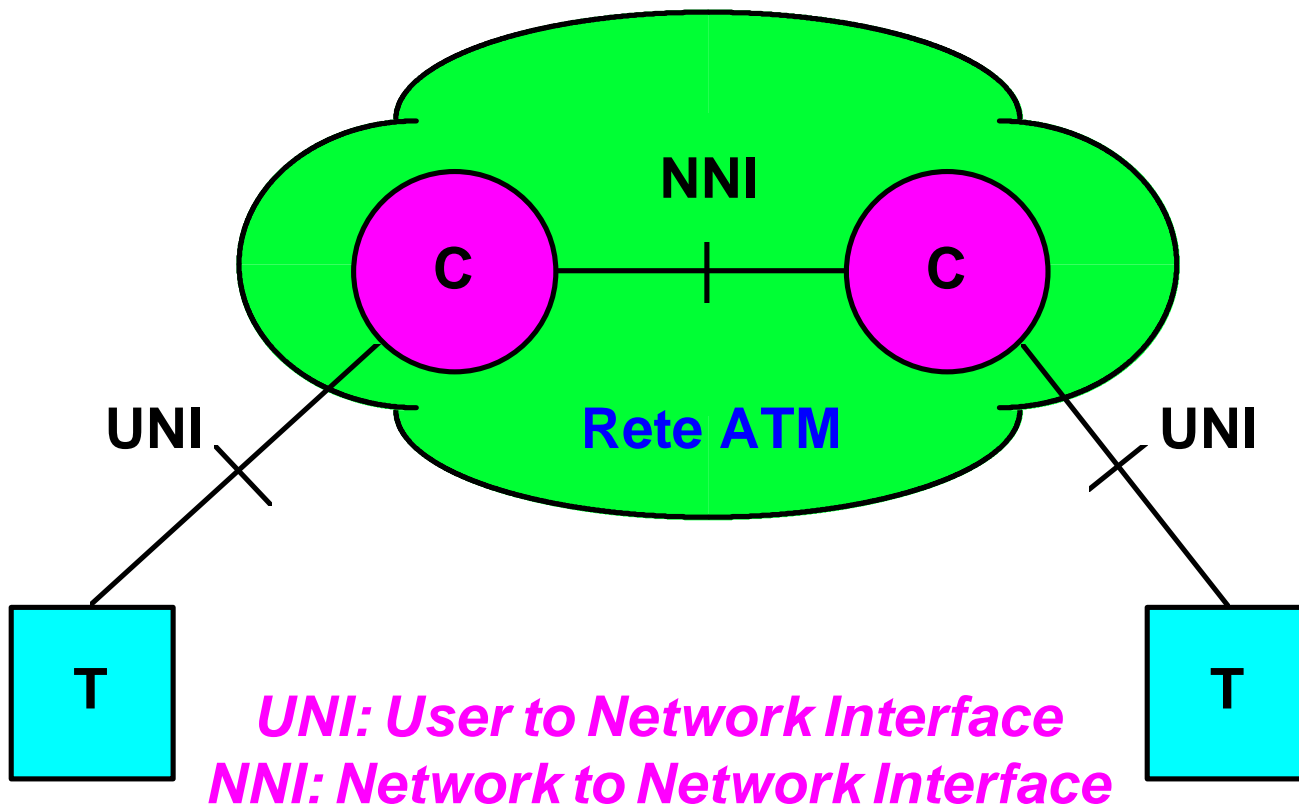
Connessioni Virtuali



Velocità di ATM

- Indispensabili velocità trasmissive elevate
- Il CCITT in ambito pubblico utilizzerà ATM a
 - 155 Mb/s
 - 620 Mb/s
 - 2.4 Gb/s
- I costruttori di LAN propongono versioni anche più lente:
 - 25.6 Mb/s
 - 51 Mb/s
 - 100 Mb/s

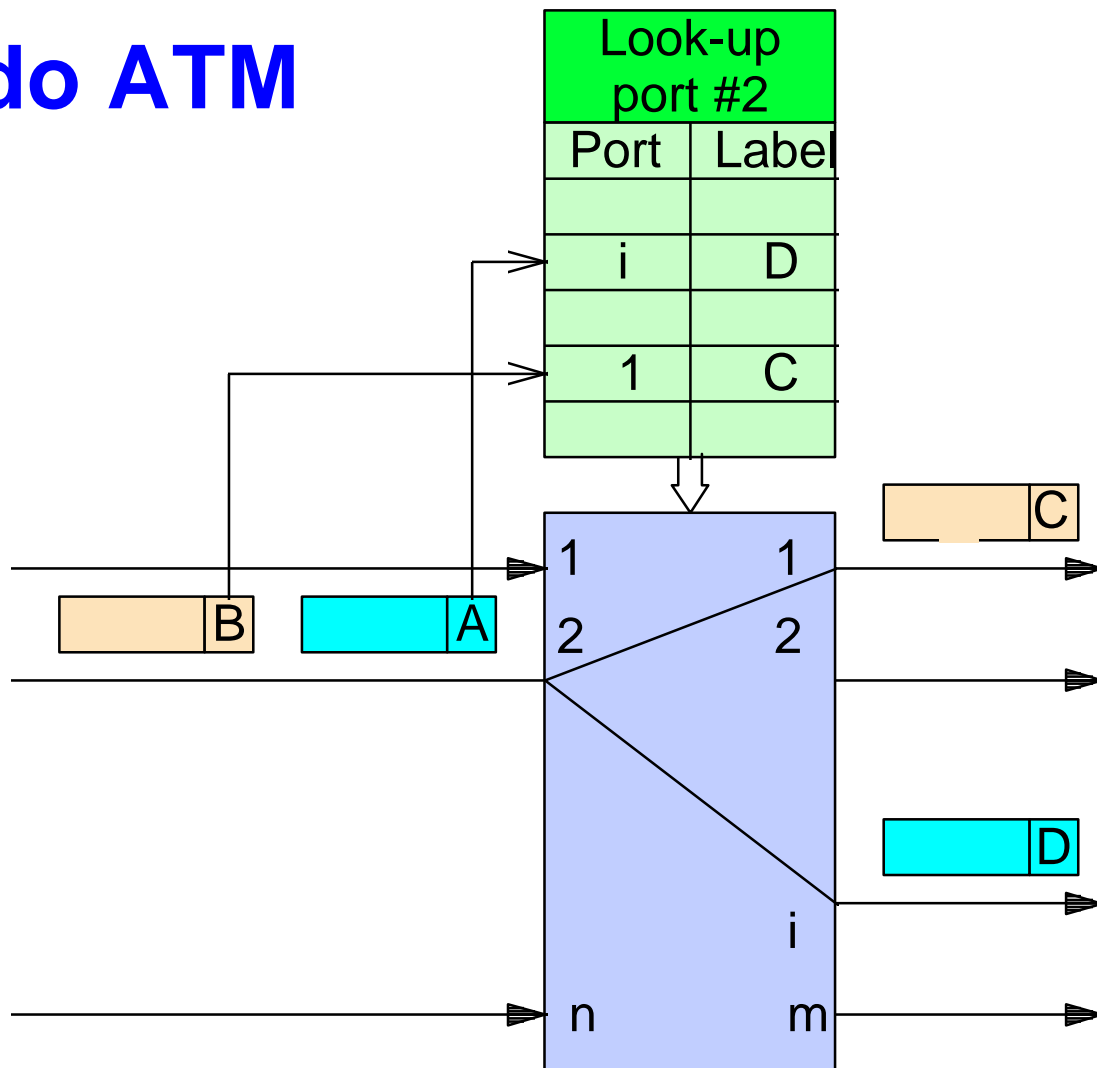
Elementi di una rete ATM



Nodo ATM

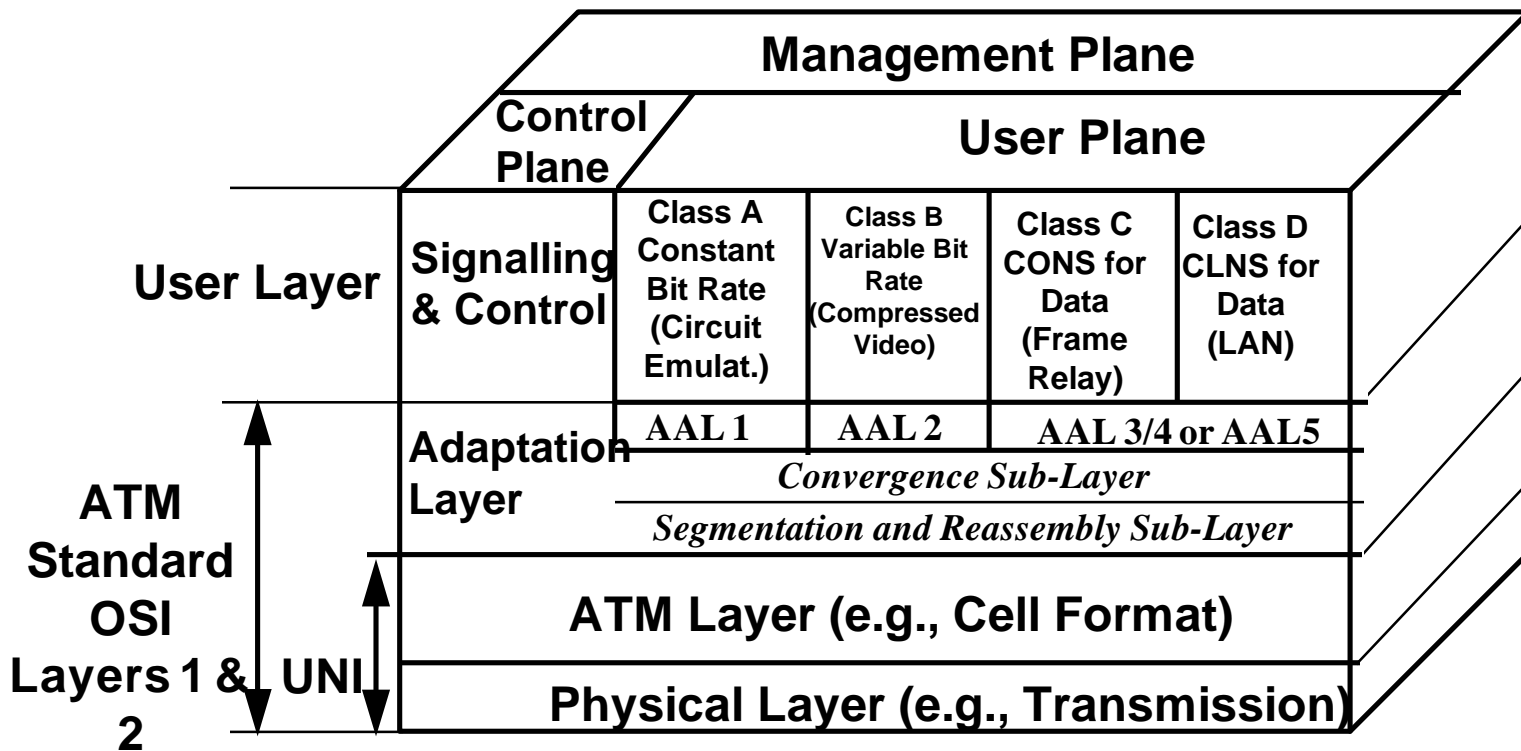
- Tre funzionalità principali:
 - commutazione di multiplex
 - commutazione di etichetta (label swapping)
 - replicazione di celle

Nodo ATM



VCI/VPI varia ogni volta che si attraversa un multiplex ATM

ATM Protocol Reference Model



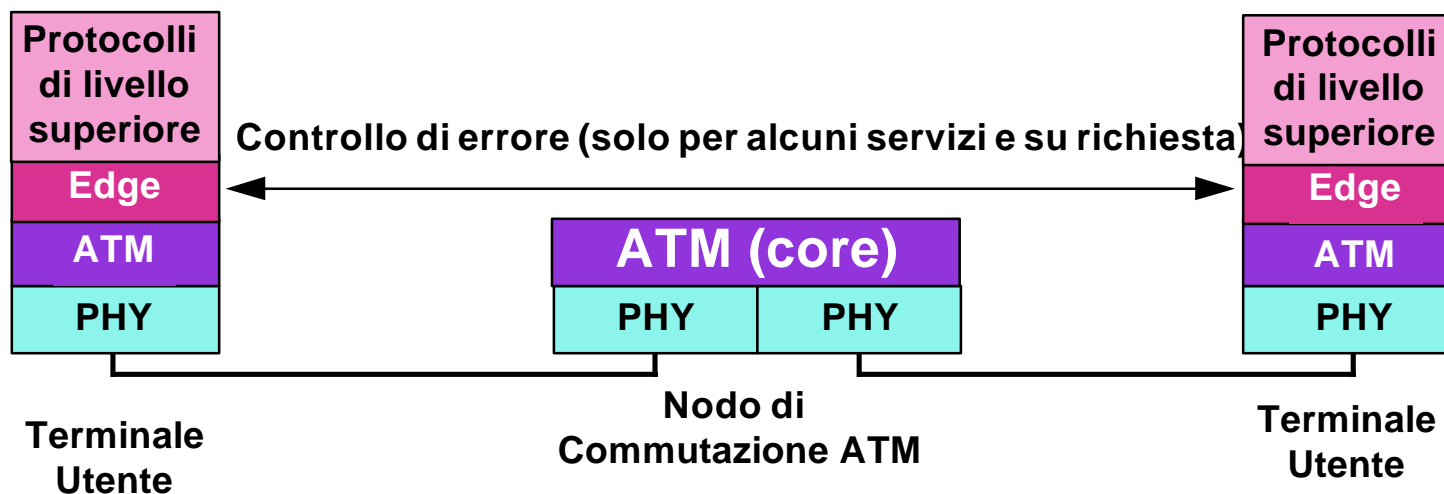
UNI: User-Netwok-Interface

SAR: Segmentation and Reassembly

ATM: Caratteristiche Generali

■ Protocolli : principio del Core and Edge

- nei nodi sono eseguite solo le funzioni essenziali (commutazione e multiplazione) a livello ATM (1-2 della pila OSI)
- le funzionalità residue, specifiche per i diversi tipi di servizio, sono svolte agli estremi



Tecniche di Interfaccia

- **Frame Relay**

 - sì

- **SMDS**

 - solo negli USA, non in Europa

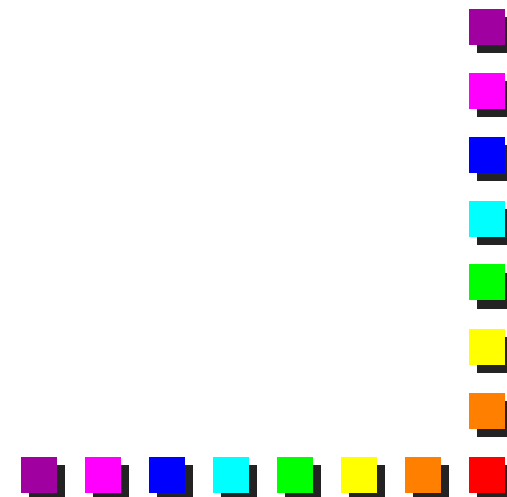
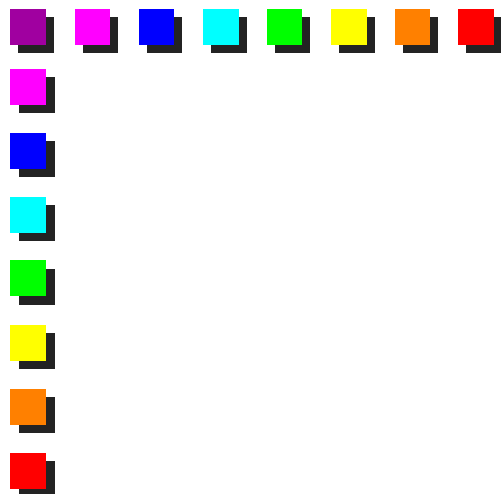
- **ATM stesso**

A cosa serve tutta questa banda?

- Non certo alla telefonia
- Non certo all'informatica
- Bisogna inventarsi le applicazioni:
 - multimedialità per gli informatici
 - ..., ma soprattutto
 - divertimento (Entertainment)
 - VOD: Video On Demand
 - Teleshopping

Quali applicazioni per la larga Banda?

Entertainment
e
Entertainment

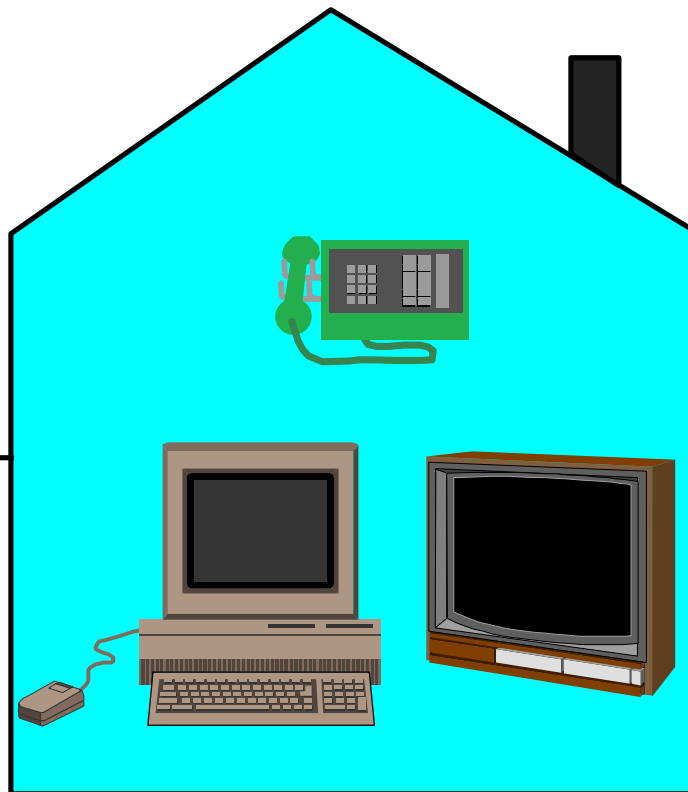




L'utente

- TV
- VOD
- NVOD
- Dati
- Telefono
- Giochi
- Musica
- Divertimento
- Teleshopping
- ...

Canale



La grande sfida

■ Teorema di Negroponte


- prendere il telefono da sottoterra e metterlo in aria!
- prendere la televisione da in aria e metterla sottoterra!

**... e ricordatevi: il mercato mondiale
del noleggio delle videocassette
vale 20.000 miliardi/anno !!!**

**..., ma il fatturato della sola Telecom Italia
è stato di 26.797 miliardi nel 1994**



TV

- **In molti paesi è ricevuta via cavo (CATV)**
 - **su un cavo si riescono a mettere diverse centinaia di canali**
 - **Oltre ai canali video classici si potrebbero mettere:**
 - **game download**
 - **digital audio**
 - **telefonia**
 - **servizi Interattivi**
 - **NVOD**
- 





NVOD

■ Near Video On Demand

■ Presupposti:

- il 70% delle richieste riguarda 10 film
- un film dura in media 2 ore
- l'utente può attendere "il tempo di una birra"

■ Soluzione


- trasmettere i 10 film più gettonati, ciascuno su otto canali diversi sfasati di 15 minuti
- il tutto richiede "solo" 80 canali

■ Molto adatto ai nuovi satelliti digitali






VOD

- Video Server distribuiti sul territorio che contengono i film digitalizzati
 - Interconnessione dei video server tramite ATM a formare una gigantesca videoteca
 - Possibilità per l'utente di richiedere e ricevere istantaneamente qualsiasi film
 - Problemi:
 - solo i film futuri saranno digitalizzati, chi digitalizzerà quelli del passato?
 - enorme mole di dati sui video server
 - come trasmettere il film dal video server a casa dell'utente?
- 



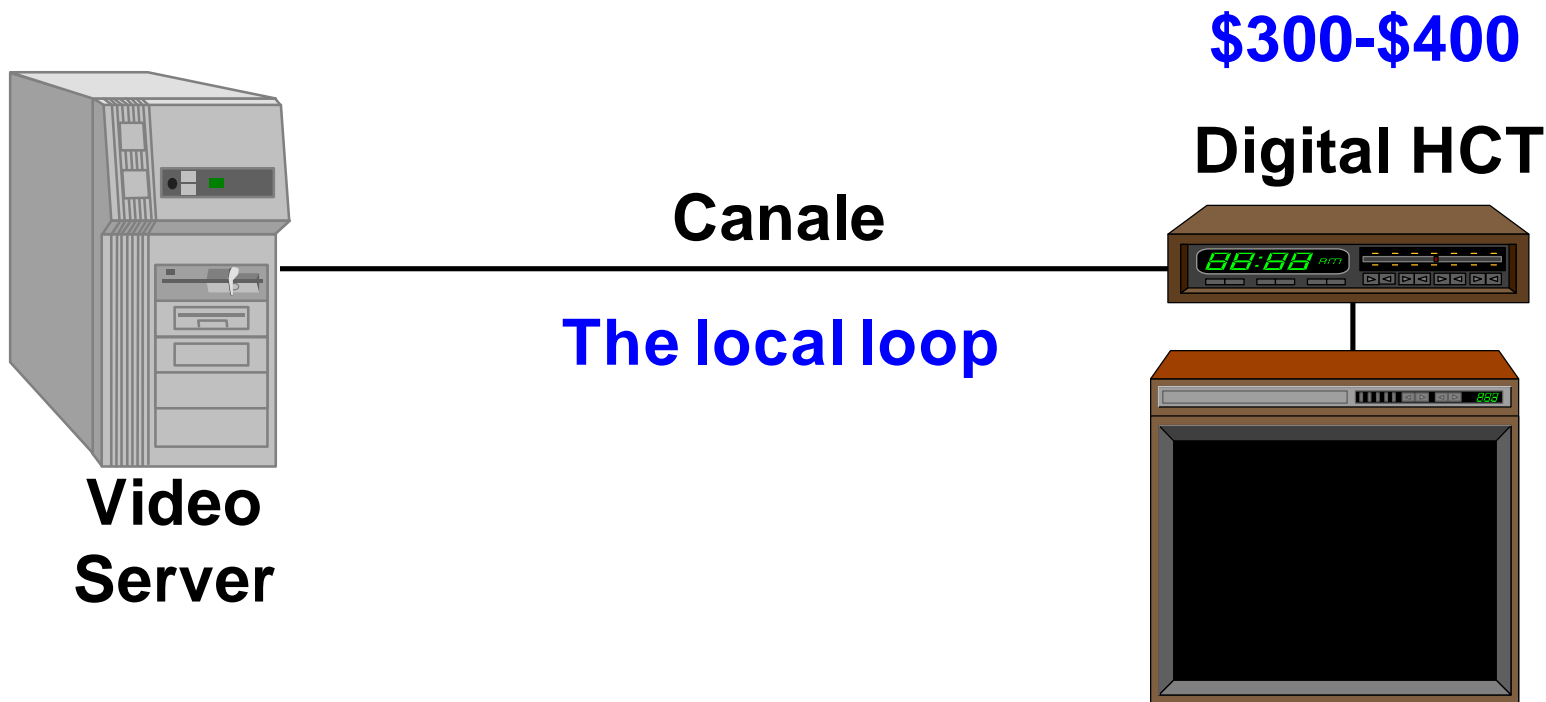


Compressione

- I film devono essere compressi
 - Gli standard utilizzati sono
 - MPEG I
 - può comprimere un film a 1.5 Mbps con qualità paragonabile a cassetta VHS
 - un film da 120 minuti occupa circa 11 Gb, cioè 1.4 GB
 - MPEG II
 - può comprimere un film a 6 Mbps con qualità PAL broadcasting
 - un film da 120 minuti occupa circa 44 Gb, cioè 5.6 GB
- 



La rete di distribuzione



HCT: Home Communication Terminal




Il canale

- **Varie soluzioni possibili:**
 - **doppino telefonico**
 - **ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Loop)**
 - **HFC (Hybrid Fibre Coax)**
 - **FSA (Fiber to the Service Area)**
 - **CTH (Coax to the Home)**
 - **FTTH: Fiber To The Home**

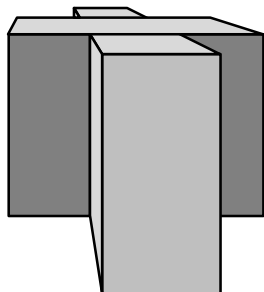
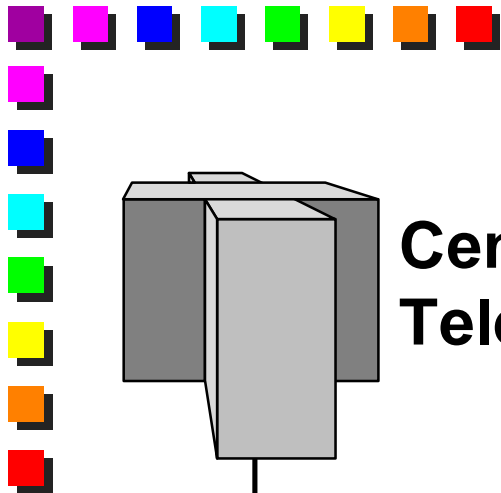




ADSL

- **Asymmetrical Digital Subscriber Loop**
 - **Tecnica di modulazione che permette di trasmettere sul doppino telefonico:**
 - downstream da 2 a 6 Mb/s
 - upstream da 0 a 640 Kb/s
 - distanza da 0 a 9 Km (tipica 3 Km)
 - **Vantaggi:**
 - non richiede modifiche alla rete di distribuzione
 - **Svantaggi**
 - banda limitata
- 

ADSL

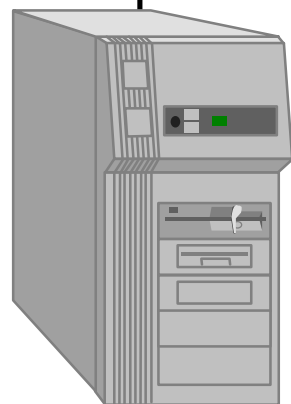
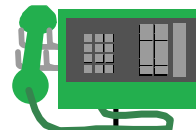


**Centrale
Telefonica**

**Terminale
ADSL**

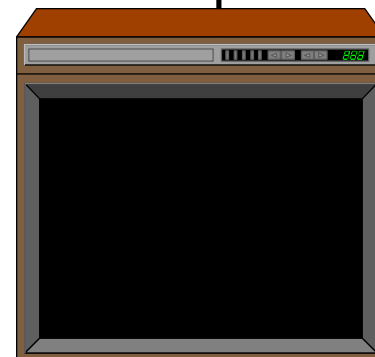
Doppino Telefonico

**Terminale
ADSL**



**Video
Server
(anche virtualizzato
tramite ATM)**

Decoder





HFC

■ HFC: Hybrid Fibre Coax

- fibra ottica sino ad un armadio che interconnette sino a 500 abitazioni
- cavo coassiale con 1 GHz di banda dall'armadio alle abitazioni
- cable Modem per trasmissione dati

■ Soluzione preferita in questo momento

- in particolare dagli operatori CATV

■ Vantaggi:

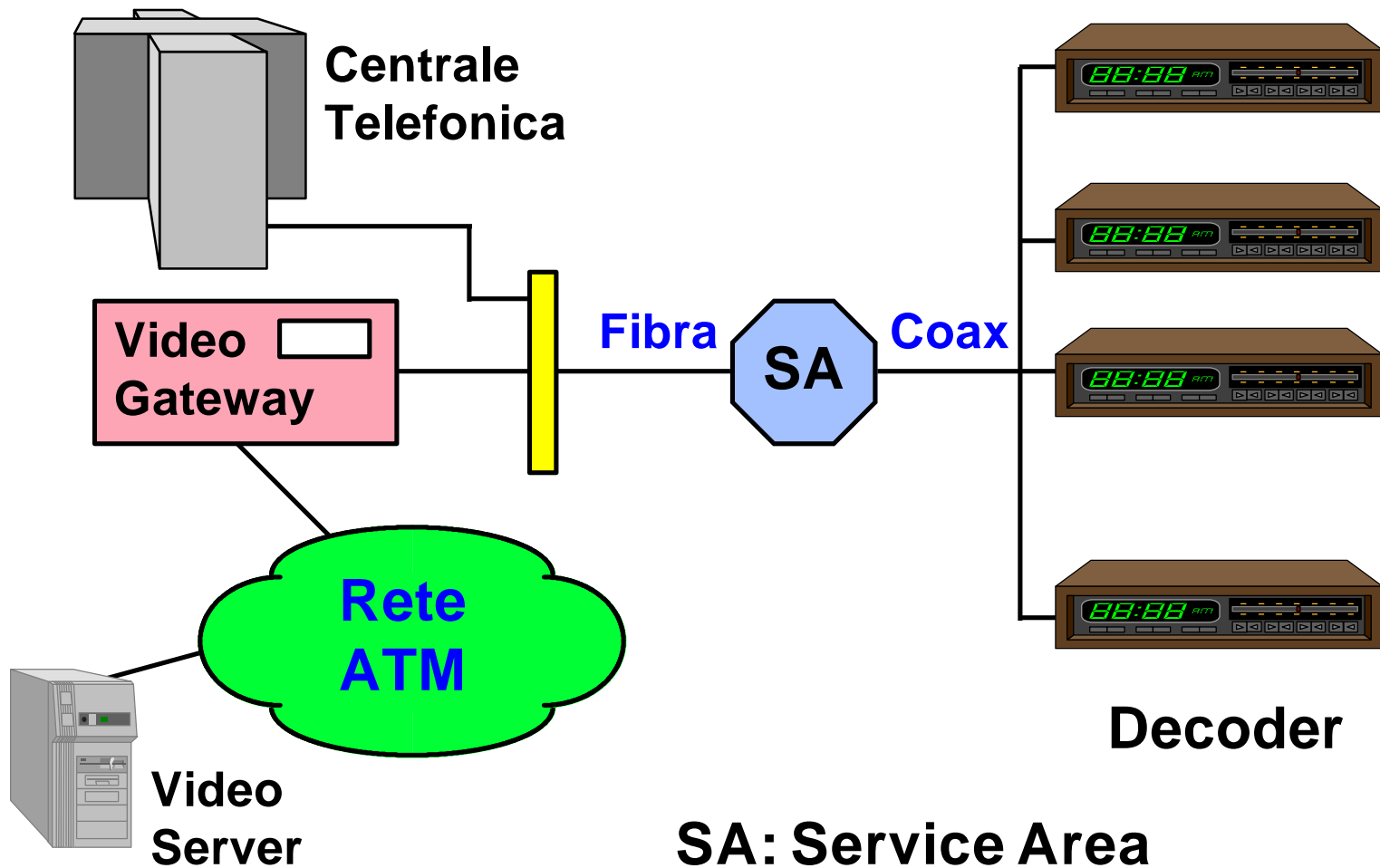
- alta disponibilità di banda

■ Svantaggi:

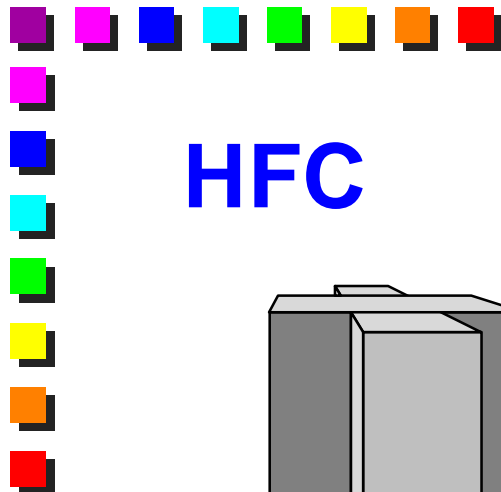
- richiede una nuova rete di distribuzione
- 



HFC



SA: Service Area



CATV

- Il coax può essere lo stesso della CATV
 - 75 Ω
- La CATV ieri:
 - tutta in coassiale
 - sino a 30 amplificatori in cascata
 - sino a 600 m tra due amplificatori
 - 300 MHz di banda utilizzati
- La CATV oggi
 - HFC
 - minor numero di amplificatori
 - distanze minori in coassiale
 - maggiore banda disponibile
 - 550 MHz \rightarrow 750 MHz \rightarrow 1 GHz




CATV

■ Un canale televisivo

- 6 MHz di banda

■ Sistema bidirezionale

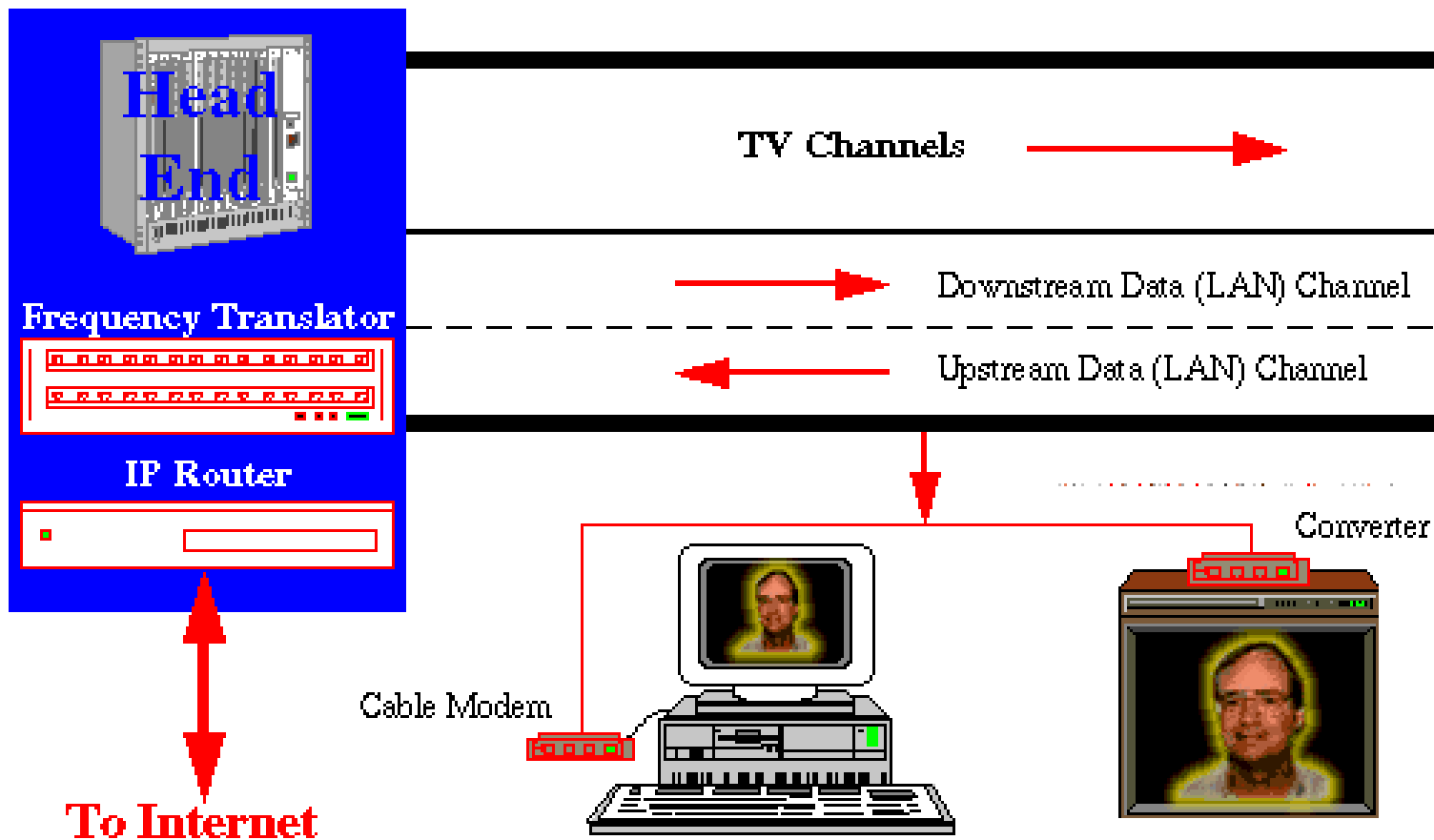
- da 5 MHz a 40 MHz canali upstream
 - da 40 MHz a 56 MHz guard-band
 - duplex filter
 - amplificatori bidirezionali
 - da 56 MHz in su canali downstream
 - da 56 MHz a 300 MHz → ch. 2 - 36 + radio FM
 - da 300 MHz a 500 MHz → ch. 37 - 68
 - da 500 MHz in su → ch. 69 - ...
- 



Cable Modem

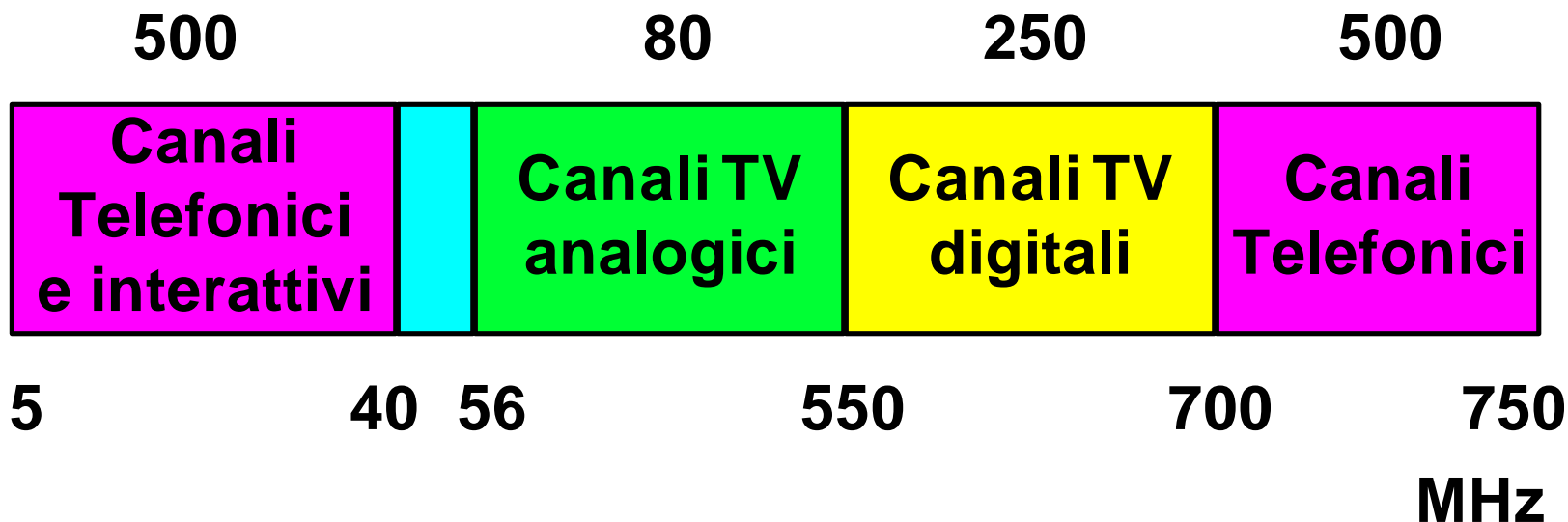
- **Si connettono ai coax HFC**
 - utilizzano un canale da 6 MHz upstream e uno downstream
 - forniscono un canale da 3 a 40 Mb/s condiviso tra tutti gli utenti
- **Forniscono interfacce**
 - Ethernet (10baseT)
 - ATM
- **Usano schemi di modulazione sofisticati;**
 - 64 QAM
 - S-CDMA (Synchronous CDMA)
- **Necessitano di un Head End**

Utilizzo di Cable Modem



Evoluzione della CATV

■ Utilizzo ibrido analogico/digitale



■ Utilizzo totalmente digitale

■ 104 canali da 6 MHz

- rapporto di compressione 4:1 → 416 canali
- rapporto di compressione 6:1 → 626 canali



LEO

■ Low Earth Orbit

- Telefono, fax
- Messaggi, teledrin
- Internet

■ Tre concorrenti principali

- Iridium (Motorola)
 - 66 satelliti, 6 piani orbitali, 780 Km, 1998
 - Global Star (Loral/Qualcomm)
 - 48 satelliti, 8 piani orbitali, 1414 Km, 1998
 - Teledesic (Bill Gates ???)
 - 840 satelliti, 21 piano orbitali, 700 Km, 2001
- 