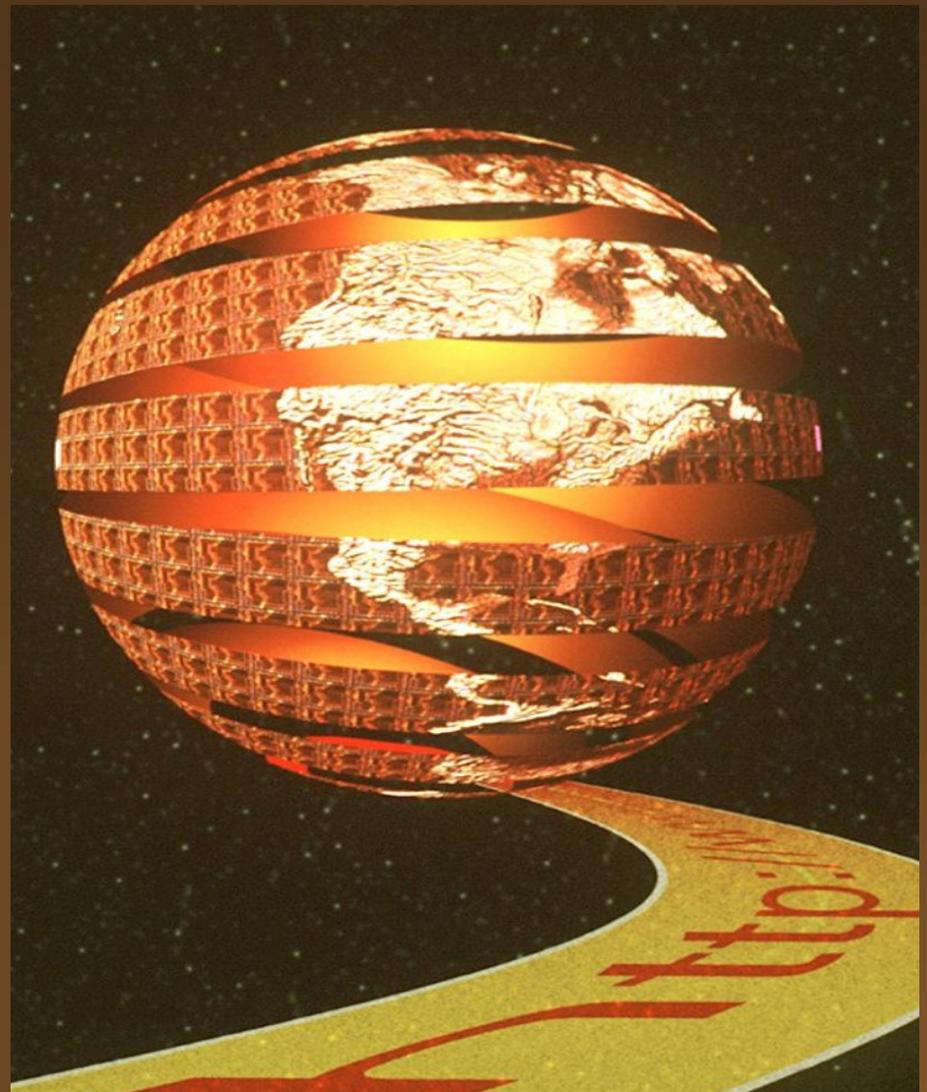


PAVIA -IEEE - LEOS &  
DOTTORATO DI RICERCA

# Panoramica dei moderni sistemi di accesso all'utente per informazioni multimediali



*Da un passato con poche e ben definite soluzioni...*

*... ad un mondo variegato per il futuro*

*G. Vannucchi, Politecnico di Milano*

PAVIA 5.4.05



## Sommario

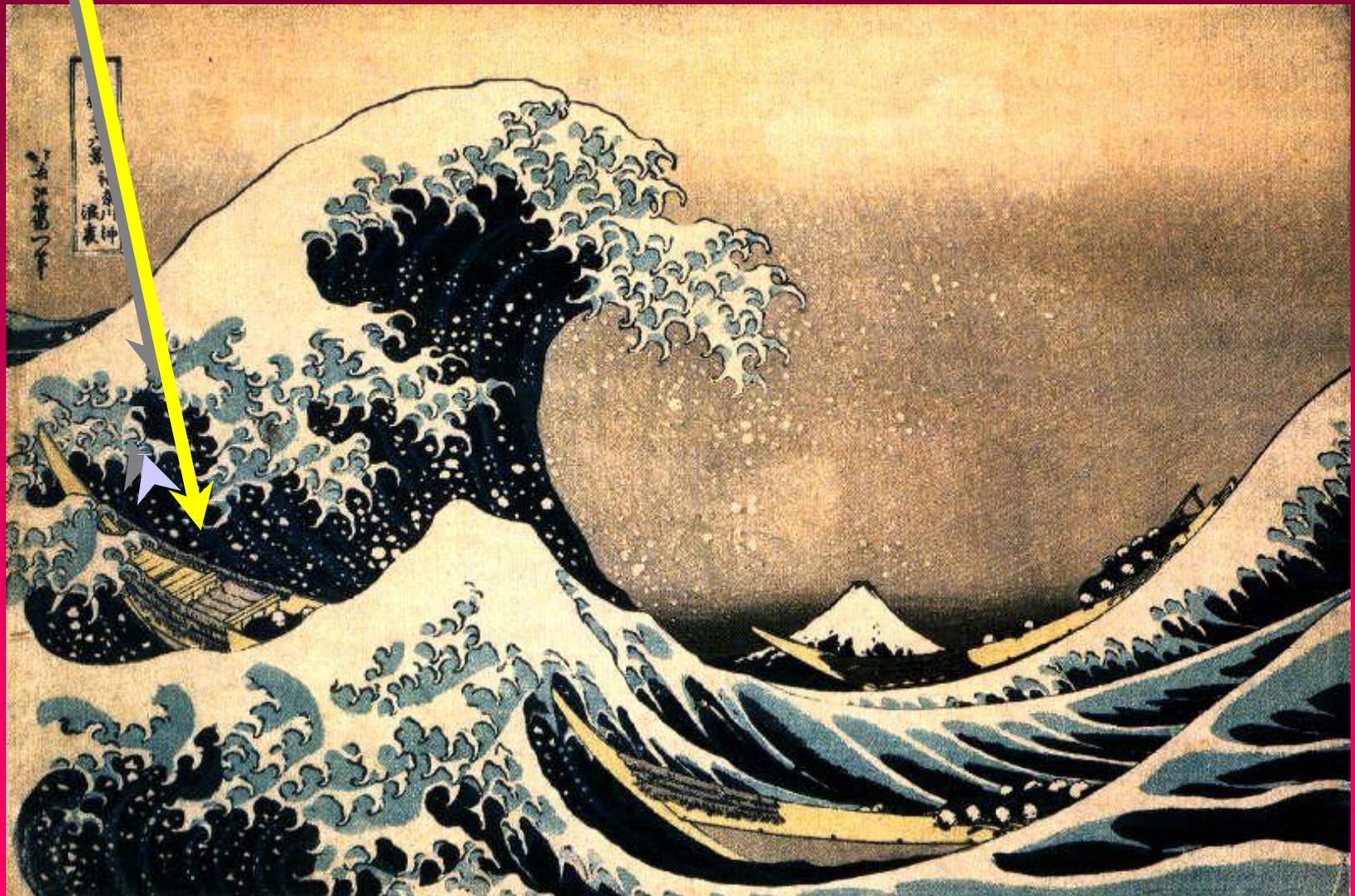
- 1) Le varie onde digitali che hanno portato all'IS
- 2) Evoluzione dei sistemi di accesso all'utente residenziale
- 3) I sistemi digitali di accesso all'utente per multimedialità
- 4) Standard dei sistemi di accesso digitali
- 5) Stato dell'arte dei sistemi digitali di accesso all'utente
- 6) E cosa dire dei "set-top-box"?

---

*1. Le varie “onde” che hanno  
portato all’IS*

---

# TRA I MAROSI DELLE ONDE DIGITALI....E NON



## 2.1 Le varie onde digitali: la prima onda

---



**LA PRIMA ONDA (anni 60):**

**LA DIGITALIZZAZIONE TELEFONICA**

**(INTRODUZIONE TECNICA PCM E CONSEGUENZE)**

---



**LA SECONDA ONDA (anni 70):**

**CONVERGENZA**

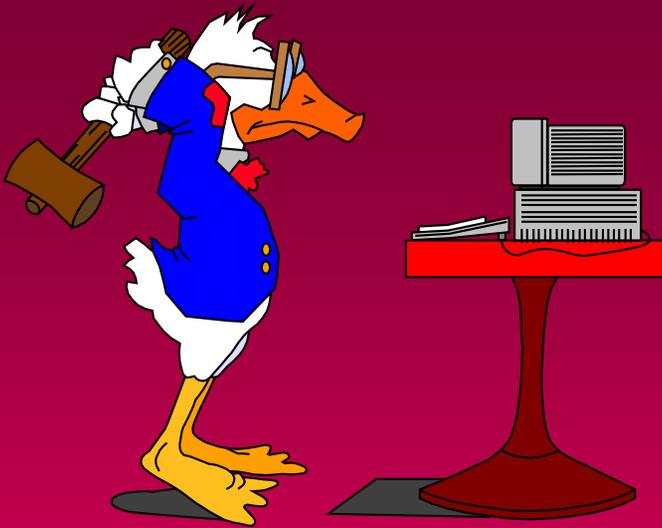
**TRASMISSIONE - COMMUTAZIONE**

---



**LA TERZA ONDA (anni 80):**  
**CONVERGENZA TRA**  
**INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI:**  
***la nascita dell' ICT (C&C)***

---



# ***IL DIAGRAMMA DI KOBAYASHI***

***La convergenza tra***

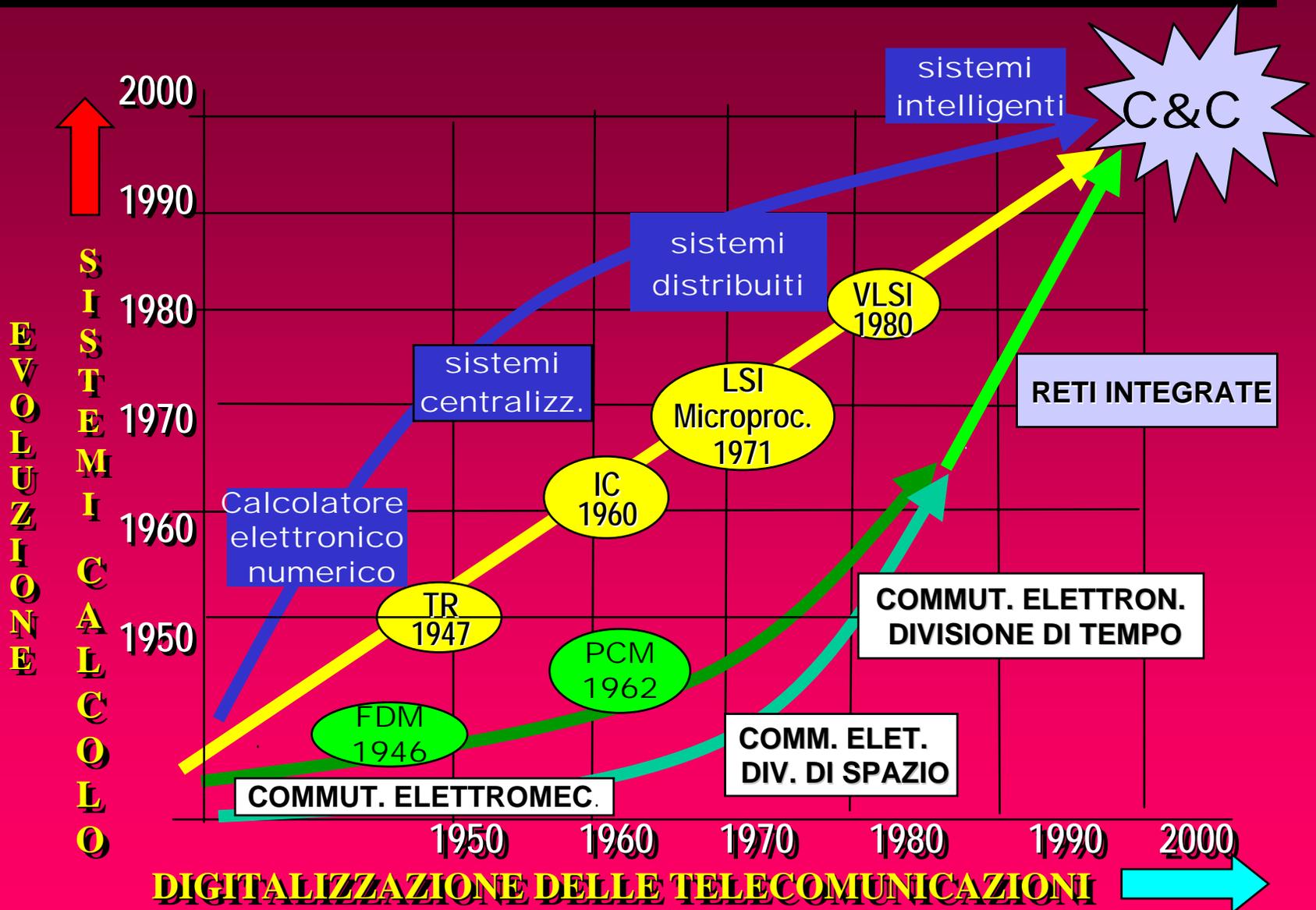
***Informatica e Telecomunicazioni attraverso***

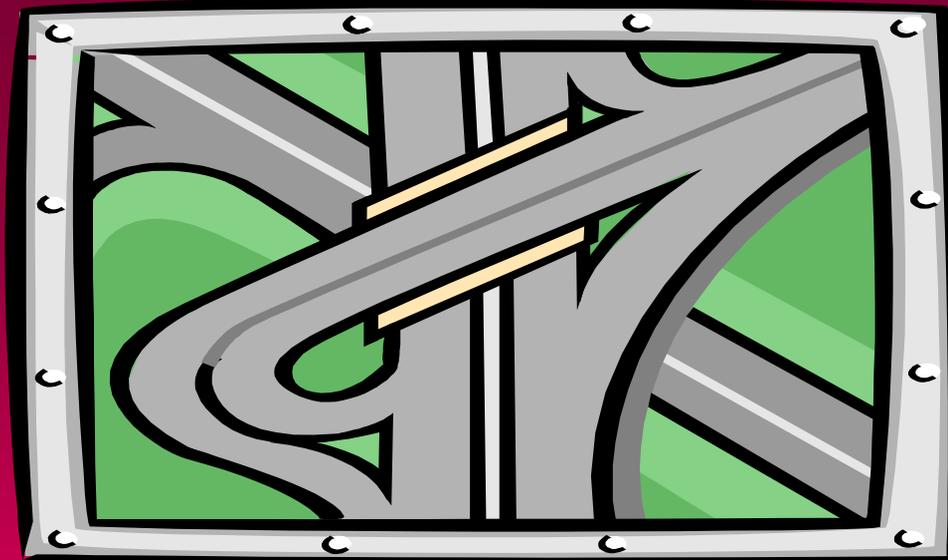
***l'asse portante della Tecnologia***

***Microelettronica***

---

# LA CONVERGENZA TRA INFO E TLC: IL DIAGRAMMA DI KOBAYASHI





**LA QUARTA ONDA (anni 90):**

**LA CONVERGENZA TRA ICT E MONDO**

**RADIOTELEVISIVO:**

***La nascita della Multimedialita'***

---



**...LE QUATTRO  
RIVOLUZIONI  
? NELL'AUDIOVISIVO**

**...e la nascita della  
multimedialità**



**A. DIGITALIZZAZIONE E COMPRESSIONE NELLA  
DIFFUSIONE AUDIOVISIVA**

***B. DIGITALIZZAZIONE ED INFORMATIZZAZIONE  
NELLA PRODUZIONE AUDIOVISIVA***

**C. DIGITALIZZAZIONE ED INFORMATIZZAZIONE  
DEGLI ARCHIVI RADIOFONICI E TELEVISIVI**

***D. CONVERGENZA DEI LINGUAGGI TRA  
RADIOTELEVISIONE E "FAST INTERNET"***

---



***LA QUINTA ONDA (anni 90)***  
***VERSO IL MERCATO:***  
***la liberalizzazione delle TLC***

---

# **LA SESTA ONDA NEGLI ANNI 2000:**

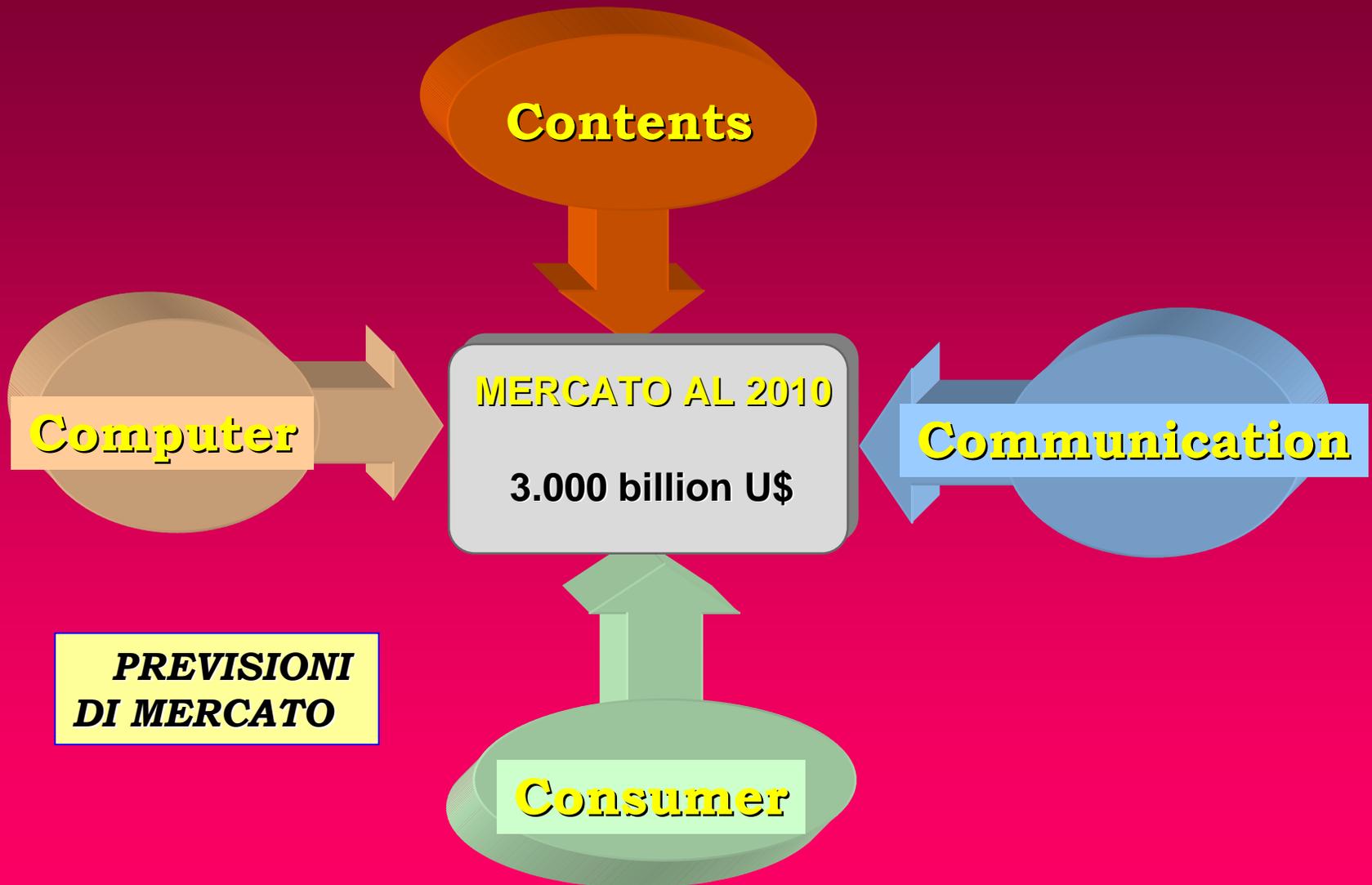
- = *il trattamento integrato delle informazioni***
- = *evoluzione delle reti verso soluzioni basate sul modello Internet (IP) qualunque sia il tipo di informazione***

---

***IN SINTESI:***  
***TUTTI I PROCESSI INDICATI***  
***HANNO PORTATO ALLA***  
***COSIDETTA “CONVERGENZA***  
***DELLE QUATTRO C”***

---

# IL PROCESSO DI CONVERGENZA: LE QUATTRO C



---

***PROCESSO DI CONVERGENZA :  
I NUOVI MERCATI***

**Il nuovo scenario di mercato è  
essenzialmente focalizzato  
sull'intersezione di quattro aree  
(convergenza)**

---

# IL PROCESSO DI CONVERGENZA: I NUOVI MERCATI

**NUOVE AREE DI BUSINESS**

## CONTENT

Software ap./Voce/ Immagini/Video/Film

OFF-LINE  
MULTIMEDIA

MULTIMEDIA  
BROADCASTING

" ON LINE "  
MULTIMEDIA

## COMPUTER

Network Computers/  
Personal Computers/  
Hardware-Software b./  
Periferiche/Interfacce

MULTIMEDIA  
NETWORKS

## COMMUNICATION

- Cable networks
- Satellite networks
- Mobile
- Broadcast

CONSUMER: TV - Set-top Box  
Web TV - VCR, CD, DVD, Hi-fi

---

## ***2. Evoluzione dei sistemi di accesso all'utente residenziale***

---

***Negli ultimi anni, per la rete di accesso verso l'utente privato, si è avuta una rivoluzione con l'introduzione di una grande varietà di mezzi diversi, determinanti per i servizi a banda larga del futuro.....***

E' utile ripercorrere la storia.....



**SATELLITE**  
(ANALOGICO, ...**DVB-S, DVB-S2**)

**RADIO**  
**"WIRELESS"**  
(**LMDS, ... WLAN**)

**"BROADCASTING"**  
**AUDIOVISIVO**  
**TERRESTRE**  
(ANALOGICO, ...**DAB, DVB-T, DVB-H**)

**FIBRA OTTICA**  
(**FTTB, FTTH**)

**MOBILE vs FISSO**  
**MOBILE vs MOBILE**  
(**GSM, ... UMTS**)

**COASSIALE**  
(**CATV, ... HFC/DVB-C**)

**LINEA ELETTRICA**  
(**ENERGIA, .....?**)



**DOPPIO UTENTE**  
(**POTS, ..... XDSL**)

---

***3. I sistemi digitali  
multimediali di accesso  
all'utente domestico e  
nomade: classificazione e  
peculiarità***

---

## 4a. Classificazione dei sistemi di distribuzione digitale (1)

---



*Per tipo di supporto nei sistemi d'accesso*

- **SATELLITE**
- **LMDS e WLAN**
- **ETERE (Terrestre)**

- **COASSIALE**
- **FIBRA OTTICA (FTTB, FTTH)**
- **DOPPIO DI UTENTE (ADSL)**

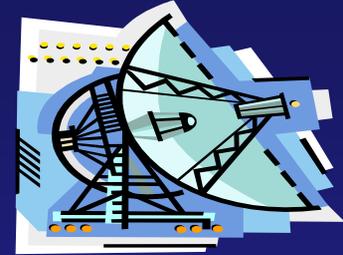


**WIRELESS**



**WIRELINE**

---



## *Sistemi d'accesso per qualità del portante e tipo di modulazione*

- Satellite
- Cavo coassiale
- LMDS
- Fibra ottica
- WLAN
- ADSL
- Terrestre

Portanti buoni (fading modesto nel satellite)  
Modulazioni multilivello

Portante ottimo sotto tutti gli aspetti

Portanti critici ad interferenze ed echi  
Modulazioni a spettro interallacciato

---

*3b. Canale e programma per  
multimedialità audiovisiva*

---

---

# La definizione di canale televisivo in analogico

## Nel mondo Analogico:

➤ Canale: è la porzione di spettro in cui si alloca un programma di diffusione TV dopo la modulazione

- nel terrestre e nel cavo coassiale (modulazione VSB): **8 MHz**

- nel transponder del satellite (modulazione FM): **36 MHz**

Quindi: CANALE sinonimo di PROGRAMMA analogico

---

---

# La definizione di canale televisivo in digitale

## Nel mondo Digitale:

➤ Canale : è la stessa porzione di spettro del caso analogico che è in grado di trasportare una determinata bit-rate

- nel satellite e nel cavo coassiale: **32 Mb/s bit-rate utili**
- nel terrestre: **24 Mb/s** “ “ “

**Quindi: 1 CANALE** trasporta **N PROGRAMMI** digitali

---

---

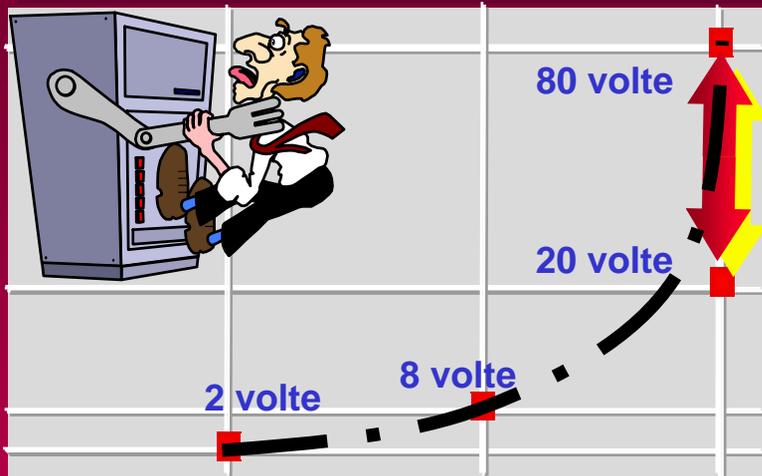
*3c. Cosa si definisce per  
compressione di un segnale TV  
e vantaggi relativi*

---



## *La "compressione" dei segnali*

- **Per "compressione" dei segnali s'intende l'eliminazione di tutte le possibili "ridondanze" contenute nelle informazioni**
  - **Nella televisione il sistema di scansione standard è intrinsecamente concepito per la massima informazione**
  - **La compressione viene eseguita sui segnali numerici ma è un concetto indipendente**
  - **Ridondanza spaziale : tiene conto delle correlazioni di brillantezza e colore dei vari punti di un quadro TV**
  - **Ridondanza temporale : evita di ripetere informazioni che rimangono inalterate nel movimento tra un quadro ed il successivo.**
-



## ***La compressione dei segnali televisivi***

**1980**      **1985**      **1990**      **1995**

➤ **Progr. TV non compresso : 140-160 Mb/s → 5 canali !!**

**Ma con MPEG-2:**

➤ **Progr. TV compresso : 2-8 Mb/s → 1/16 – 1/4 canale !**

***Stanno uscendo i nuovi standard di compressione MPEG-4  
(H-264 ) e WM9 (VC1) con i quali, a pari qualità soggettiva, si è in  
grado di raddoppiare i programmi digitali allocati in un canale!!***

---

*La convergenza nel digitale: lo standard MPEG  
condiviso da settori di mercato in passato con  
standard diversi*

**Computer**

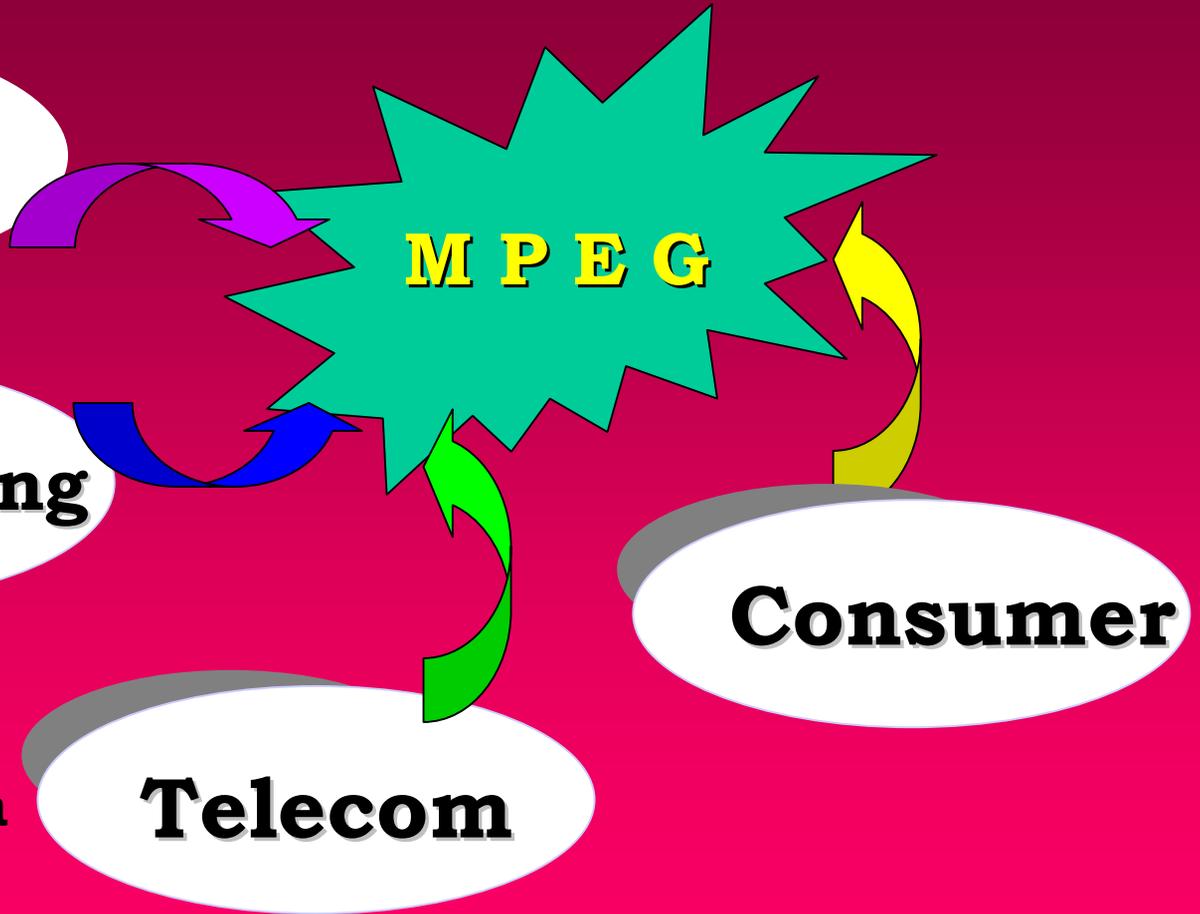
**Broadcasting**

**M P E G**

**Consumer**

**Telecom**

**Standard MPEG  
anche accettato  
universalmente da  
tutti i paesi  
mondiali!**



---

# Nuovi sistemi di compressione in via di standardizzazione

- 1) **MPEG-4 AVC (H264)**
- 2) **VC-1 (Window Media 9)**

**Ambedue consentono una qualità equivalente all'attuale con bit-rate dimezzato.**

*In tal modo senza penalizzare troppo la capacità si apre la strada, oltre alla trasmissione della SDTV (“Standard Definition TeleVision”) con alta efficienza spettrale, anche alla diffusione a basso costo dell’HDTV (“High Definition TV”)*

---

---

*4d. Cosa si definisce per  
interattività e relative  
problematiche*

---

## **INTERATTIVITA'**

***Tutti i sistemi citati possono essere interattivi ma il "gruppo" di sistemi wireless deve appoggiarsi ad un altro canale per il ritorno (in genere il doppino telefonico con modem od ADSL).***



**Il vero problema è il tipo di interattività richiesta: nel caso di votazioni o richieste di servizi "da uno a molti" non c'è problema. In caso di servizi individuali, occorre fare il conto con l'uso di una risorsa scarsa (portante wireless).**

---

---

## ***4. Standard dei sistemi di accesso digitali***

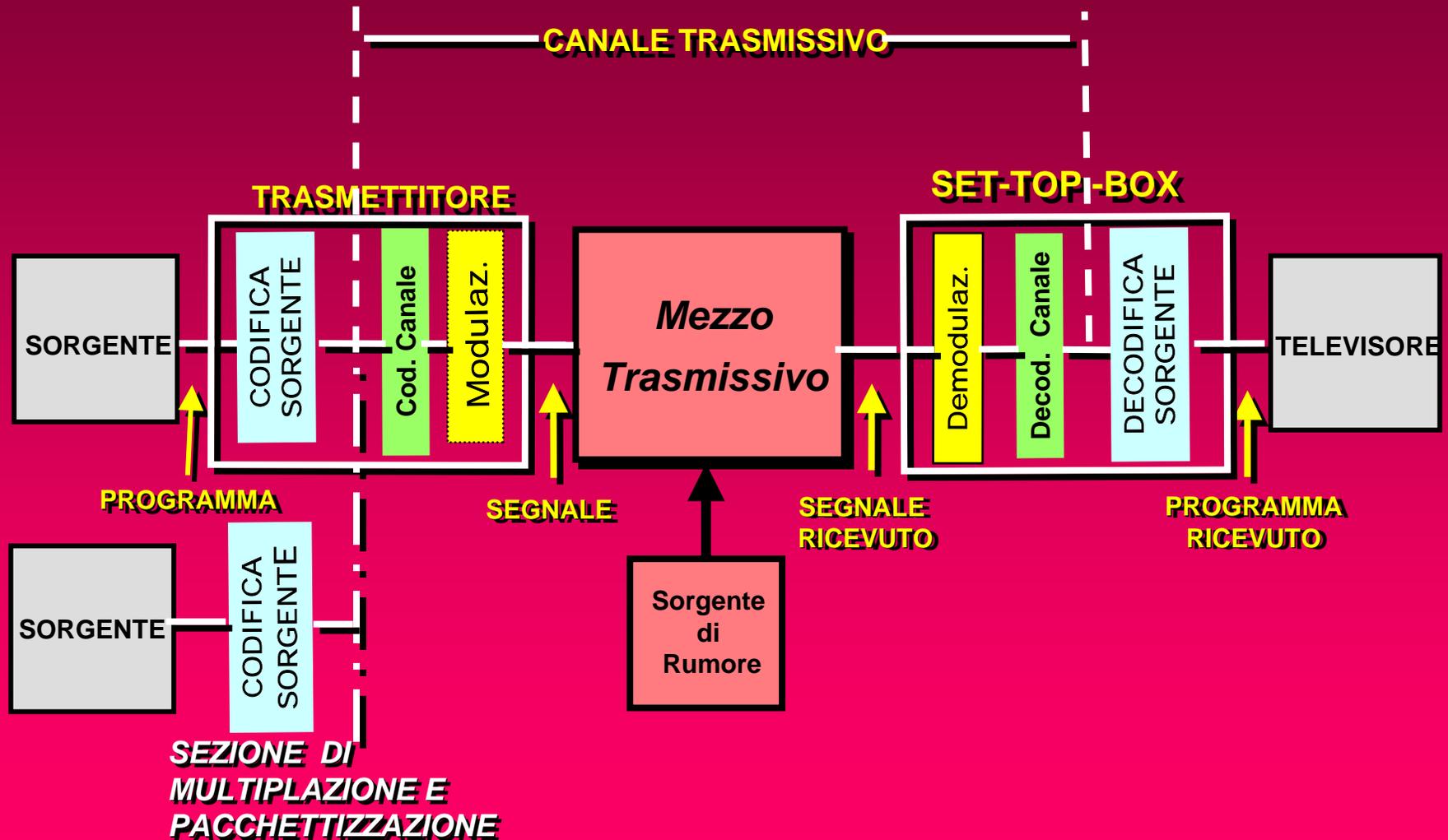
---

---

***5a. Schema del canale  
trasmissivo***

---

# Schema generale per la trasmissione di un canale TV



---

***5. Stato dell'arte dei sistemi d'accesso di televisione digitale***

---

# *5.1 Distribuzione da satellite digitale*

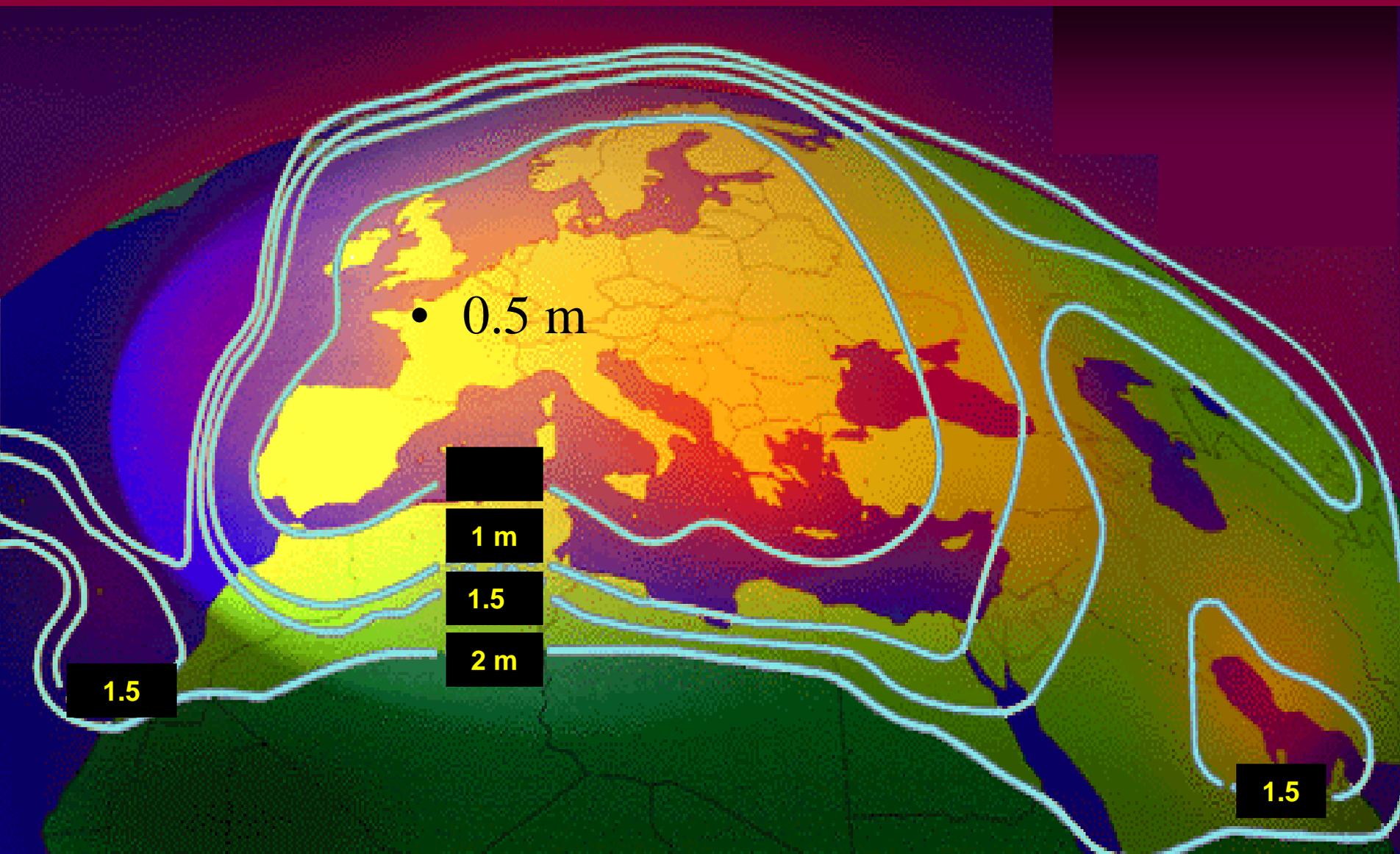


# Satellite (standard DVB-S)

- 1) **Satellite geostazionario (36.0000 Km dalla superficie terrestre) e “trasparente” al segnale inviato dalla stazione di terra**
- 2) **Un satellite ha 9-18 e fino a 55 transponder da 36 MHz di banda, originariamente nati per amplificare un segnale (programma) di TV analogica, in cui trova allocazione un “multiplo” (bouquet) di programmi digitali per una capacità complessiva di 32 Mb/s utili (equivalente 5 a 10 programmi digitali)**

- 3) **Percorsi di “up-link” con  $F1=14$  GHz e di “down-link” con  $F2=12$  GHz;**
- 4) **Tipo di modulazione (4PSK) e ragioni della scelta (non linearità TWT);**
- 5) **Impiego di due codici correttori in cascata per contrastare errori di sistema e da “fading”;**
- 6) **Potenza dai TWT (“Traveling Wave Tube”) contenuta (50-120 W)**
- 7) **Antenne domestiche di diametro assai ridotto (da 60 cm).**

# AREA DI COPERTURA E DIMENSIONI PARABOLE





## **VANTAGGI:**

- **eccezionale copertura del territorio e larga possibilità sagomatura antenne per migliorare ricezione in zone preferenziali;**
- **capacità alta di programmi (anche DVB + IP o puro streaming IP) per transponder ed assenza di interferenze ed echi;**

## **SVANTAGGI:**

- **anche se si può avere un canale di ritorno su linea telefonica verso il Centro di Servizio, non adatto a servizi interattivi con “downloading” prolungati e capacità elevata;**
  - **non in grado di fornire un servizio universale per limitazioni intrinseche di orientamento delle antenne e possibili ostacoli (richiesta di una visibilità quasi ottica per le frequenze impiegate)**
-

# ***Ulteriori considerazioni su satellite digitale***



- 1. I satelliti geostazionari (42.000 Km dal centro della terra) per TV digitale sono identici a quelli usati per TV analogica, in quanto ogni transponder è trasparente all'informazione;***
- 2. La TV da satellite si è sempre più affermata per TV digitale a pagamento (il satellite è ideale per la diffusione dei vari pacchetti base e "premium") in quanto il costo di diffusione diminuisce notevolmente***
- 3. La mescolanza di protocolli DVB e IP non ha avuto molto seguito in Italia per problemi commerciali***
- 4. Impiegati più recentemente anche per diffusione in "DVB-IP" verso i PC per applicazioni Internet.***
- 5. Eccezionali possibilità di sagomatura delle antenne per la copertura del territorio (coperture regionali e dinamiche).***
- 6. Una futura e promettente applicazione sarà quella della distribuzione di film digitali alle sale cinematografiche***

## *5.2 Distribuzione da cavo coassiale*



# **Coassiale (DVB-C)**

**1) Praticamente inesistente in Italia per il fallimento del Progetto Socrate di Telecom Italia (prima metà anni 90). Molto usato in altri paesi, in particolare in Usa, per la difficoltà di diffusione e.m. in città con grattacieli ma anche per la facilità di reperire condotti sotterranei preesistenti.**

- 2. Sistema ibrido fibra-coassiale (HFC: fibra per il trasporto e coassiale per l'ultimo miglio) con, in genere, architettura ad albero (non adatta ad impieghi personalizzati)**
- 3. Capacità di distribuzione di un numero elevatissimo di canali di TV digitale (un multiplo da 32 Mb/s per "slot" da 8 MHz della canalizzazione analogica dello spettro del cavo)**
- 4. Possibilità di canale di ritorno a banda limitata sullo stesso portante**
- 5. Tipo di modulazione: 64 QAM**
- 6. Impiego di un solo codice correttore per assenza fading nel cavo**

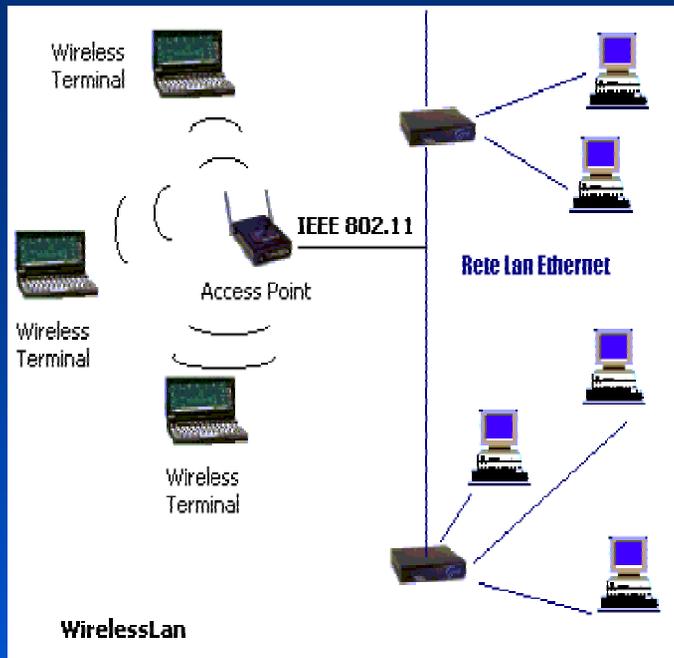
## *5.3 Distribuzione LMDS e W-LAN*



# Sistemi d'accesso WLL (LMDS)

- ❑ **LMDS è un sistema punto-multipunto radio in IP, complementare della fibra, per accesso a banda larga all'utenza residenziale**
- ❑ **Consiste di una stazione base che - nella versione in banda a 26 GHz - può coprire un raggio di 3 Km, con una capacità complessiva di 144 Mb/s e può fornire una capacità fino a 12 Mb/s per utente**
- ❑ **La infrastruttura consiste, per la stazione base, in un'antenna trasmittente montata sulla sommità di edifici alti e di un *router*. A casa dell'utente occorre una piccola antenna ricevente ed un *router*.**
- ❑ **La maggior parte dei "*provider*", interessati a questa soluzione, hanno realizzato piattaforme pilota, ma il sistema stenta a decollare per difficoltà burocratiche e di copertura effettiva degli utenti interessati**

# ***Sistemi d'accesso W-LAN (Wi-Fi)***

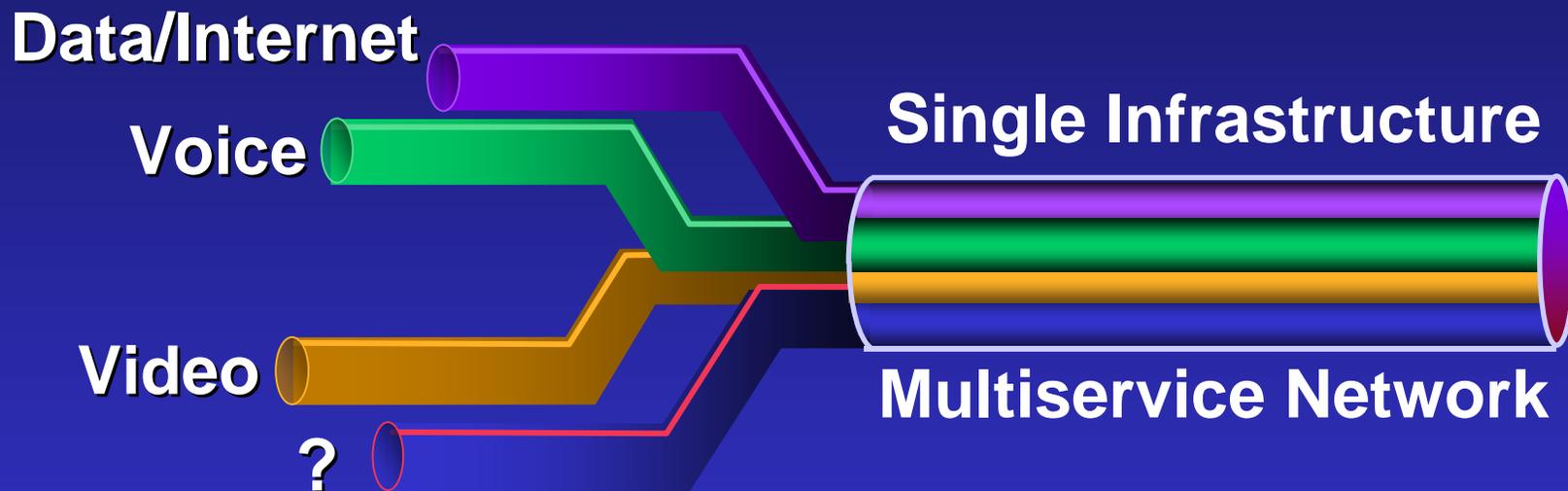


- 1. Una Wireless Local Area Network (WLAN), è un sistema flessibile e implementabile nella sua estensione, realizzato tramite collegamento wireless (alternativo o integrativo ad una rete fissa);***
- 2. Permette velocità da 10 a 50 Mb/s nella famiglia di standard IEEE 802.11 ma di tipo condiviso;***
- 3. Applicazione 1: per ricevere su PC segnali TV di buona qualità in aeroporti, alberghi, ecc***
- 4. Applicazione 2: per distribuzione di segnali a banda larga all'interno di edifici condominiali o di appartamenti evitando i cablaggi interni.***

## *5.4 Distribuzione in fibra ottica*

---

# *Tendenza ormai generalizzata verso il protocollo IP che abilita la convergenza*



- Integrazione di servizi dati, voce e video (“Triple Play”) su un’unica **infrastruttura a pacchetto** utilizzando il **protocollo IP**. **E la mobilità?**
-

# LA CONVERGENZA DELLA RETE

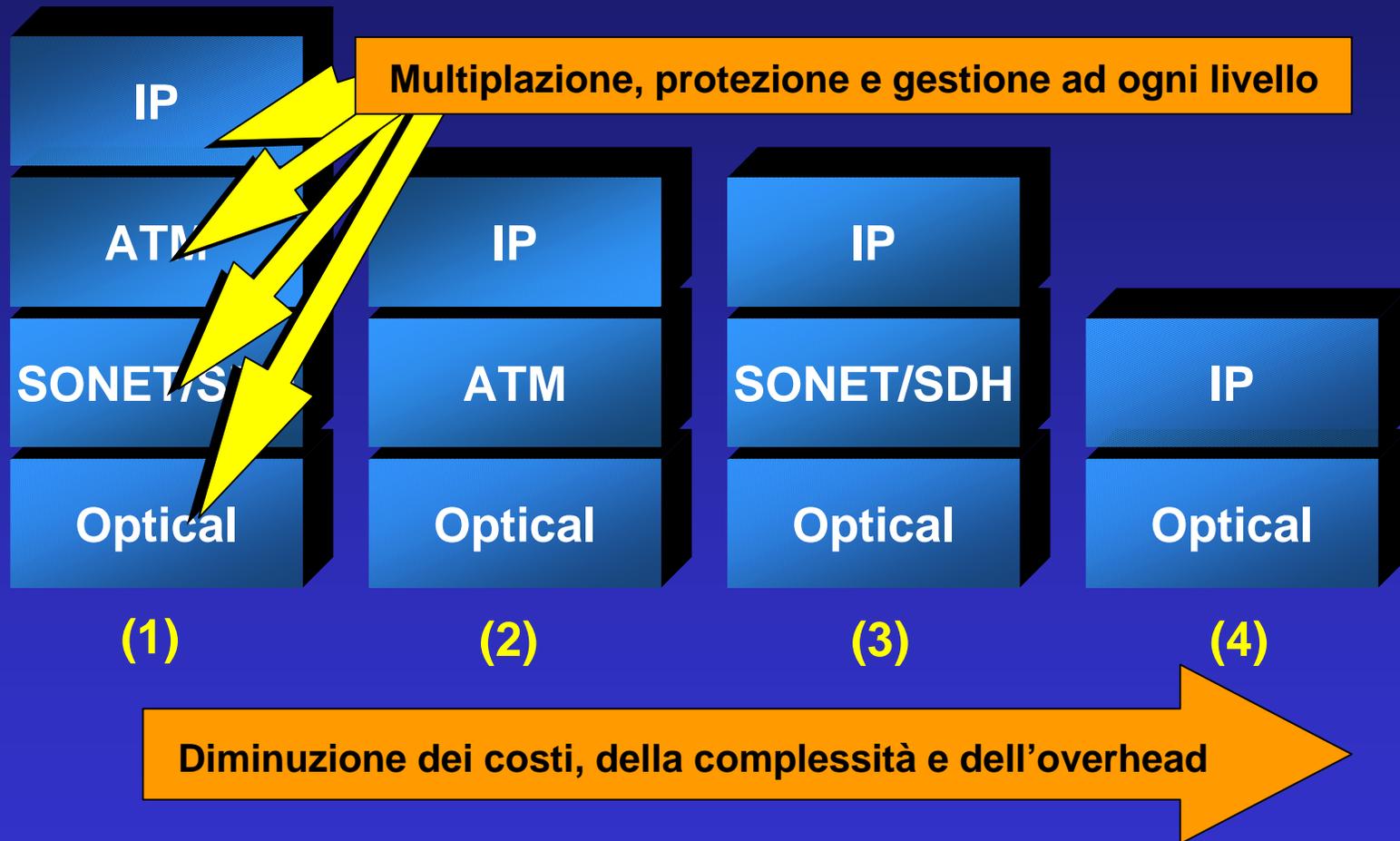
1. **CONFLUENZA DI DATI/VOCE/VIDEO (“triple play”) IN UN’UNICA ARCHITETTURA DI RETE DI TIPO INTERNET (PARADIGMA IP) PER TUTTI I TIPI DI INFORMAZIONI**
  2. **COMPLETA INTEGRAZIONI DI RETI FISSE, SATELLITARI E MOBILI (“triple play + quarta dimensione della mobilità = “quadrupole play”)**
  3. **RETI DI ACCESSO A LARGHISSIMA BANDA CON ARCHITETTURA IP ED APPROCCIO DI TIPO MULTISERVIZIO.**
-

***La rete Fastweb  
in fibra ottica***

# PRINCIPI BASE DELLA RETE

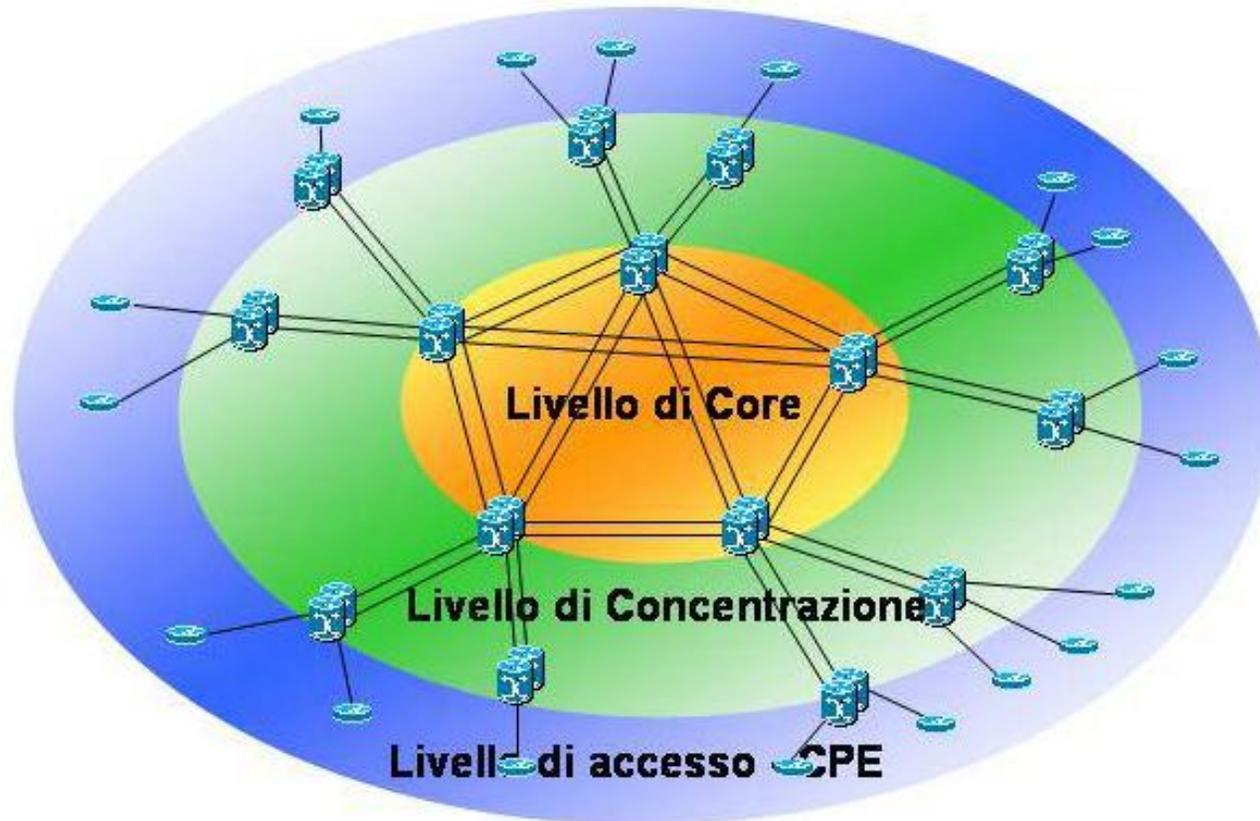
- **Rete IP inizialmente mappata sul backbone di trasporto SDH**
- **Futura evoluzione verso un'architettura IP over Fiber (Figura A)**
- **Presenza di uno strato ATM dovuto ai DSLAM disponibili sul mercato**
- **Ottimizzazione della topologia per il controllo dei livelli di servizio (Fig.B)**
- **Introduzione di elementi di ridondanza nei punti più critici per garantire la max continuità di servizio con struttura ad anello**
- **Architettura gerarchica in cui la rete SDH viene posta come substrato della rete IP**

# FIG.A Optical networking: architetture protocollari



# Reti Metropolitane (MAN)

## Architettura Generale gerarchica



---

# Fibra ottica verso la casa (FTTH)

1. **Architettura di accesso pienamente scalabile (10Gb Ethernet) e Tecnologia IP nativa, dalla sorgente al ricevitore**
2. **Può considerarsi il punto di arrivo del futuro dei sistemi per l'area di accesso per larghezza di banda e completa bidirezionalità il che permette un bouquet di servizi erogabili praticamente illimitato**
3. **Oggi è ancora una soluzione di "elite" perché, in molte situazioni, il costo di posa può risultare troppo elevato. Inoltre la definizione del confine ottimo ottico-elettrico è tema ancora in evoluzione**
4. **Non sarà in grado di realizzare, per molti anni, le condizioni di servizio universale richieste, ad esempio, alla Televisione pubblica**
5. **Come portante multiservizio IP è ancora in evoluzione**



---

## *5.5 Accesso su doppio di utente : famiglia DSL*

---

## *Famiglia DSL su doppino di utente (1/2)*

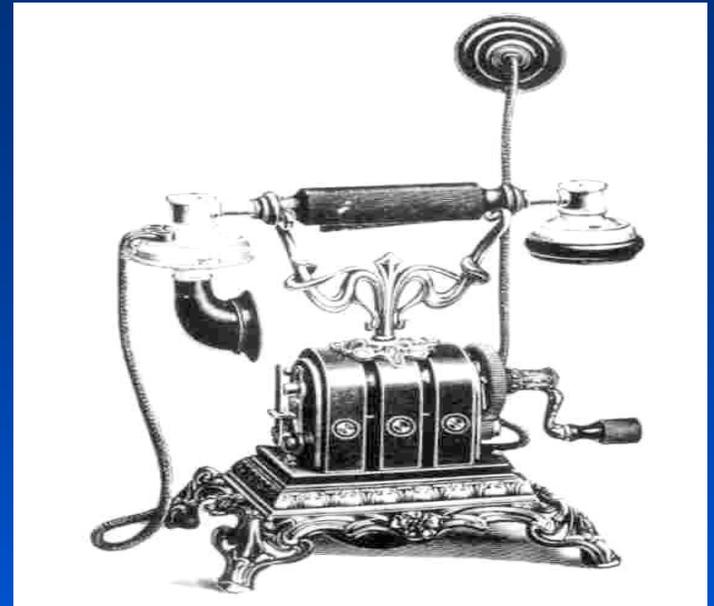


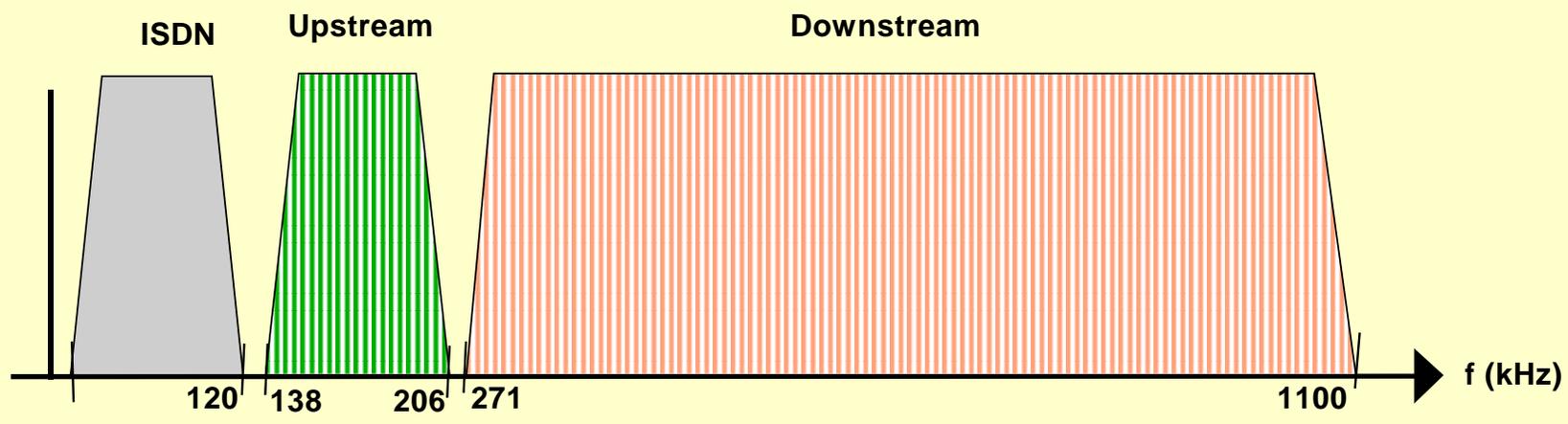
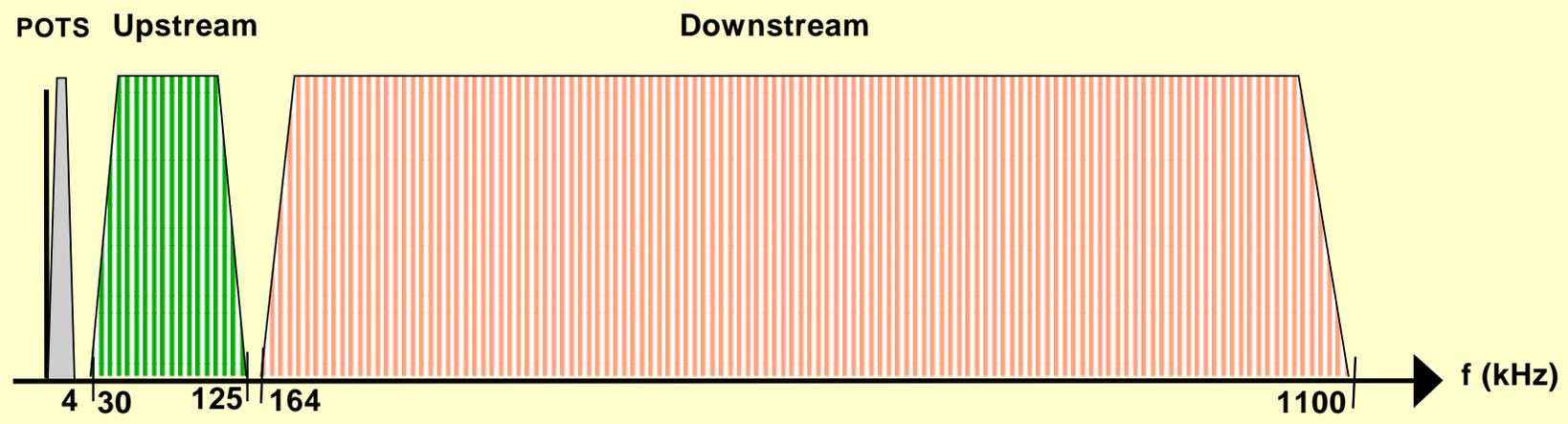
- 1. Nato storicamente per servizi "video on demand" (mantenendo inalterati i servizi POTS e ISDN del doppino) e con canale di ritorno a banda stretta;**
  - 2. Architettura a stella, con potenzialità di un programma televisivo a 6MB/s nella versione ADSL e più programmi in versione VDSL;**
  - 3. Oggi in Italia è limitato ad Internet con velocità non elevate e non garantite (640 Kb/s up-stream e 240Kb/s down-stream): non esistono gravi problemi tecnici ad aumentare la velocità per caricamento di "file " veloci" e per servizi TV (impiego Fastweb)**
-

---

## *Famiglia DSL su doppino di utente (2/2)*

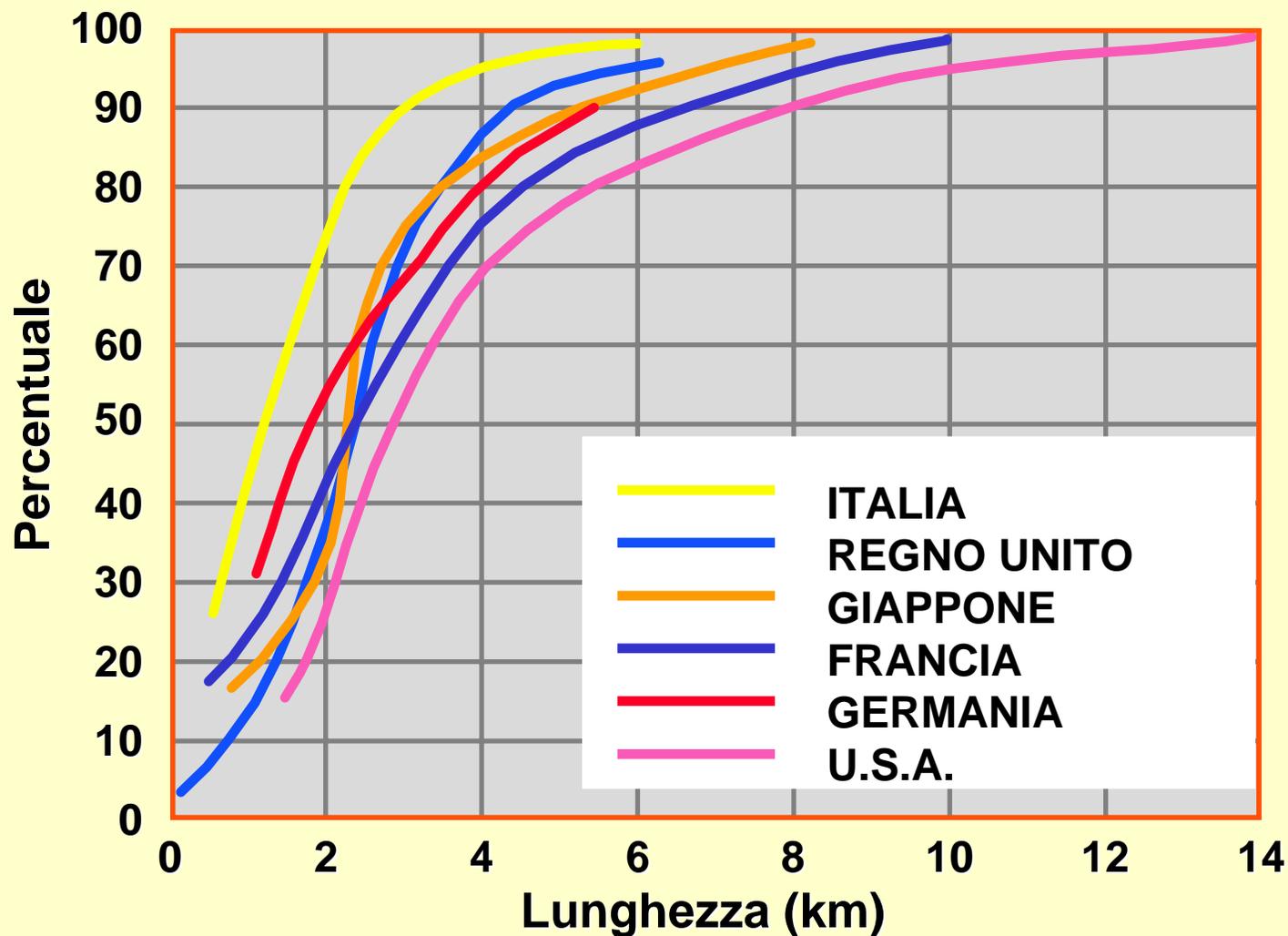
4. **Interessante sistema di transizione : non richiede scavi, con investimenti centralizzati limitati (DSLAM: vedi Fig. 1) e, per il resto, proporzionali alle richieste;**
5. **Messa in opera rapida per l'operatore dominante ma più critico per i concorrenti ("unbundling" non sempre tranquillo per possibili barriere artificiali create dall'incumbent)**
6. **Occupa una banda nel doppino di 1,1 MHz (Fig.2)**
6. **Ha caratteristiche tali da fornire (con alcune criticità) un servizio universale (particolarmente indicato per la rete italiana con "last mile" di 1 - 1.5 Km per il 70% della rete) (Fig.3)**



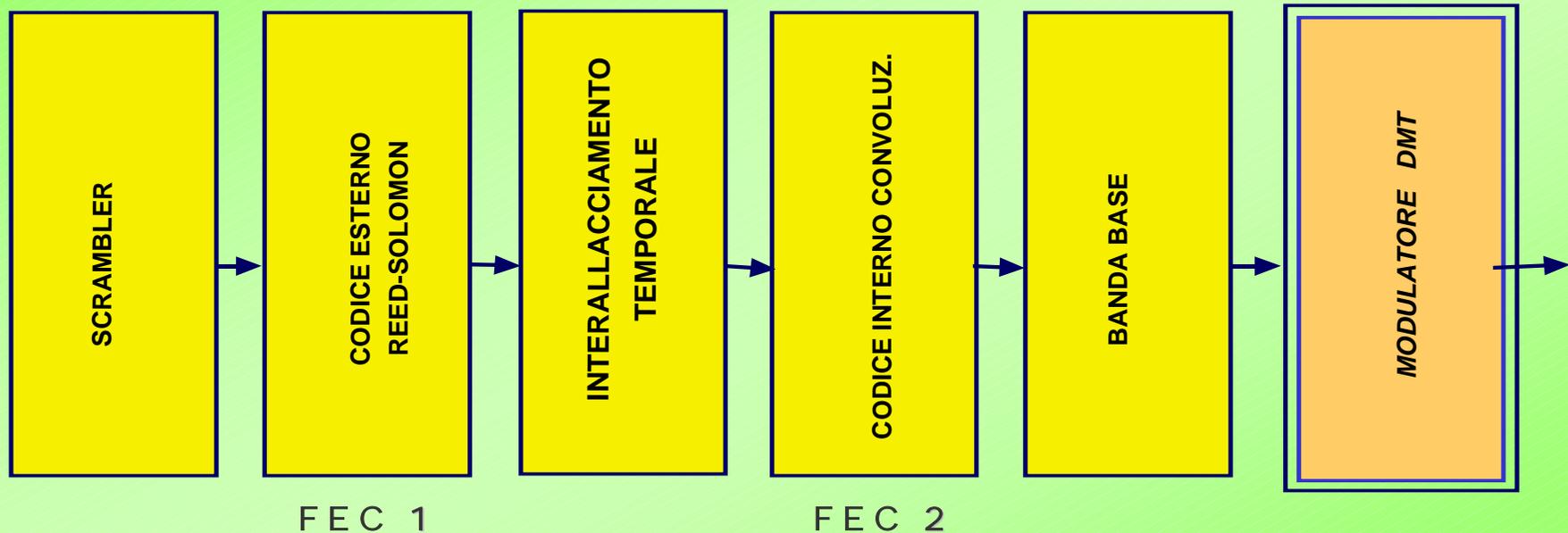


**Fig. 2: Bande occupate dal sistema ADSL**

**Fig. 3 Distribuzione della lunghezza della rete di distribuzione in rame in vari paesi**

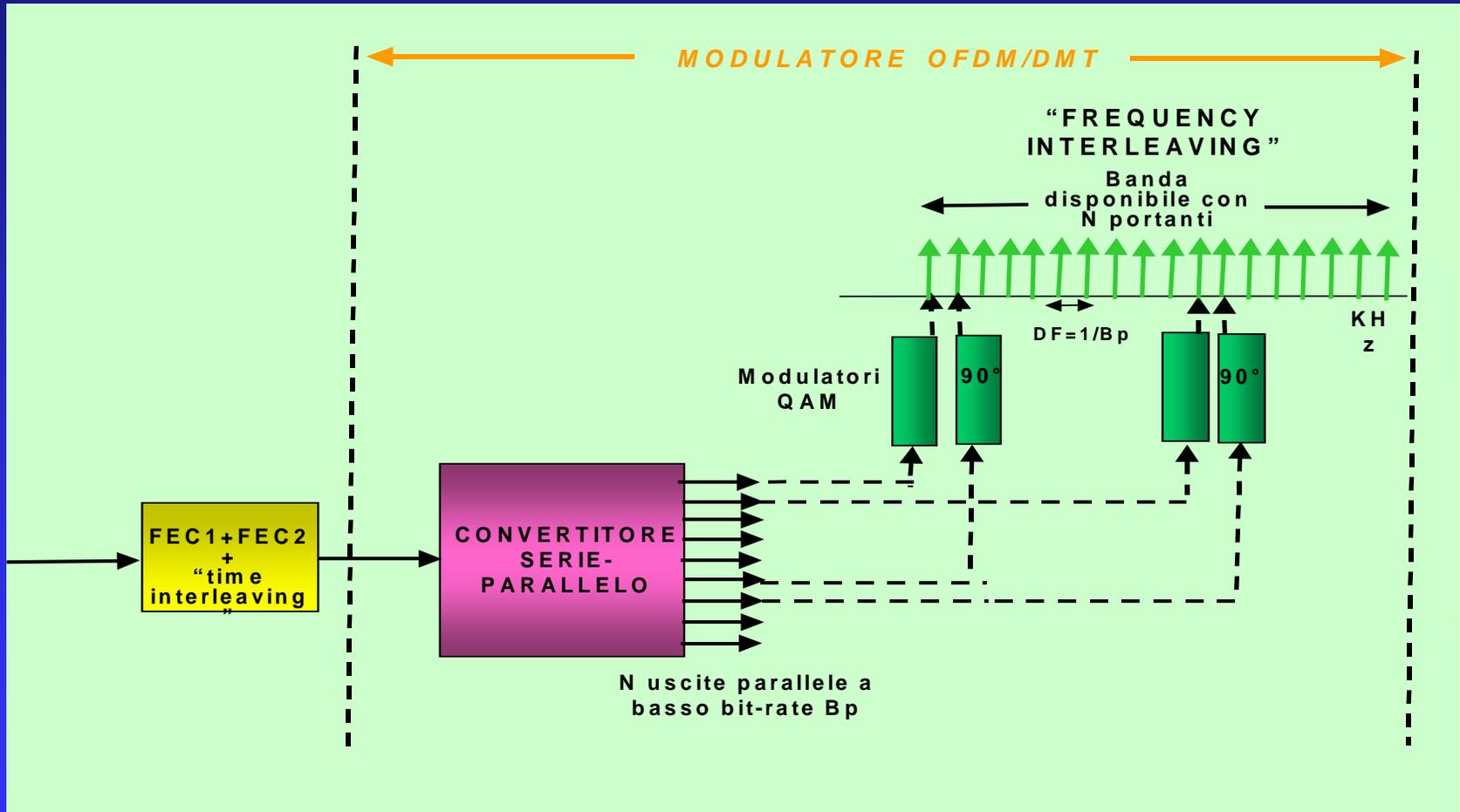


# *Come si è reso possibile il miracolo ADSL?*

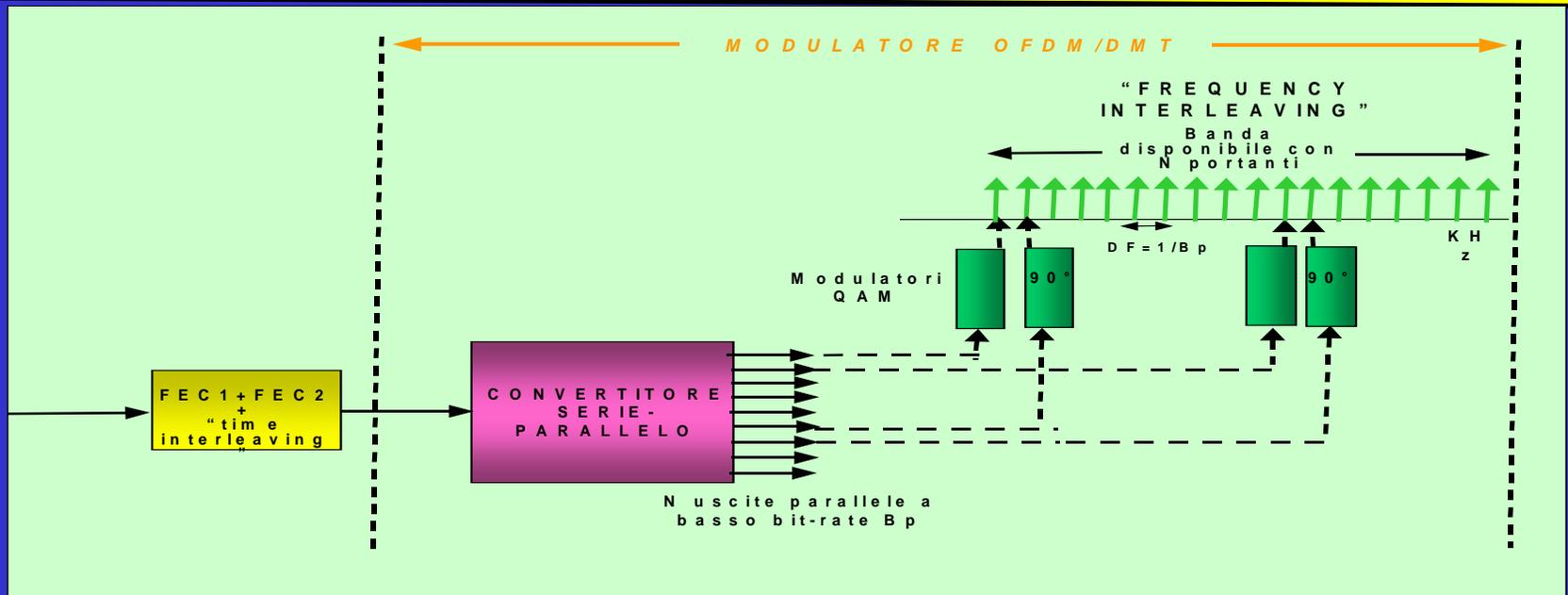


*Schema trasmissivo: codifica di canale e modulazione*

**Lo schema di modulazione con interallacciamento nel dominio delle frequenze rende il sistema particolarmente resistente ai disturbi, pur con alta efficienza spettrale**



***Schema di modulazione OFDM/DMT***



- Flusso seriale tradotto in flusso parallelo;
- **Effetto combinato delle due tecniche di *frequency* e *time interleaving* con grande resistenza ai disturbi e buono sfruttamento spettrale;**
- L'intera operazione sopra descritta equivale ad effettuare una trasformata finita di Fourier (DFT) con un unico integrato DSP ("*Digital Signal Processing*");
- **In generale, se la trasmissione dei bit avviene più lentamente (flusso parallelo) è meno probabile che abbia un disturbo durata tale da cancellare un bit ;**
- Livelli di modulazione e "bit rate" adattabili alle caratteristiche di rapporto S/N di ciascuna sottobanda, ottenendo sfruttamento ottimale dello spettro (principio non adottato per semplicità in DVB-T , ma sfruttato in ADSL) .

## *5.7 Distribuzione da sistemi digitali terrestre*

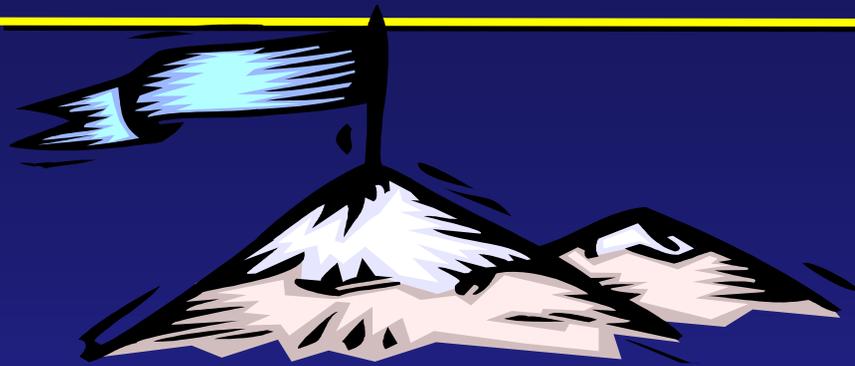


## *OBIETTIVI PER IL DIGITALE TERRESTRE TELEVISIVO*

- 1. Ampio recupero di risorse spettrali**
- 2. Antenna ricevente *identica* a quella attuale**
- 3. Set-Top-Box dedicato con prestazioni Multimediali**
- 4. Forte resistenza ad interferenze, riflessioni, echi e quindi adatta anche a televisione mobile**

**TALE SISTEMA VIENE CONSIDERATO IL VEICOLO PER APPLICAZIONI  
MULTIMEDIALI INTERATTIVE ADOTTANDO IL TELEVISORE COME  
TERMINALE INFORMATICO**

---



# Lo Standard DVB-T

- **Progettato per operare nelle bande UHF e VHF lasciando inalterata l'attuale antenna Yagi di ricezione.**
- **Il canale radio terrestre è disturbato da "fading" selettivi (le fasi differenti del segnale utile e dell'interferente creano un'interferenza distruttiva che "distrugge" l'informazione su una porzione di banda)**
- **Il canale è anche caratterizzato da disturbi impulsivi che causano "burst" d'errori**
- **Per far fronte a queste situazioni, si adotta la modulazione : OFDM ("Orthogonal Frequency Division Multiplexing") che è fondamentalmente una tecnica di "spread spectrum" con effetto di "frequency interleaving" (analogo al "time interleaving", ma nel dominio delle frequenze). Tale modulazione, come detto per ADSL, è particolarmente robusta ed indicata per disturbi di carattere spettrale.**

# **PARAMETRI PER LE PRESTAZIONI DI QUALITA' DEL SISTEMA DVB-T (1°)**

- **Eccezionale resistenza a riflessioni ed interferenze, conservando tuttavia allo standard una buona efficienza spettrale.**
  - **Massimo di compatibilità con lo standard DVB-S:**
    - ^ **stesso sistema di "scrambler" per la dispersione di energia,**
    - ^ **stesso codice esterno Reed-Solomon**
    - ^ **stesso codice interno (Viterbi, con i diversi "rate")**
    - ^ **stessi parametri per la tecnica di interleaving**
  - **Lo standard DVB-T lascia libero anche il numero di livelli nella modulazione delle portanti (sono previsti sia il QAM che il 16 ed il 64 QAM) ed il numero delle portanti (da 2000 ad 8000: 2K ed 8K nel gergo)) in dipendenza dell'applicazione.**
  - **Lo standard permette di introdurre 24 Mb/s nella banda del canale analogico (8 MHz) corrispondenti a 4 o 5 programmi televisivi digitali**
-



## *VANTAGGI DEL DIGITALE TERRESTRE (DVB-T)*

- 1. Ampio recupero di risorse spettrali per la TV (24Mb/s per canale e possibilità di evitare il “cluster” di frequenze)***
- 2. Antenna ricevente identica a quella attuale.***
- 3. Set-Top-Box dedicato con prestazioni Multimediali***
- 4. Forte resistenza ad interferenze, riflessioni, echi e quindi adatta a televisione mobile***

**TALE SISTEMA VIENE CONSIDERATO IL VEICOLO PER  
APPLICAZIONI MULTIMEDIALI INTERATTIVE ADOTTANDO IL  
TELEVISORE COME TERMINALE INFORMATICO**

---

---

*6. E cosa dire dei "set-top-box" ?*

---

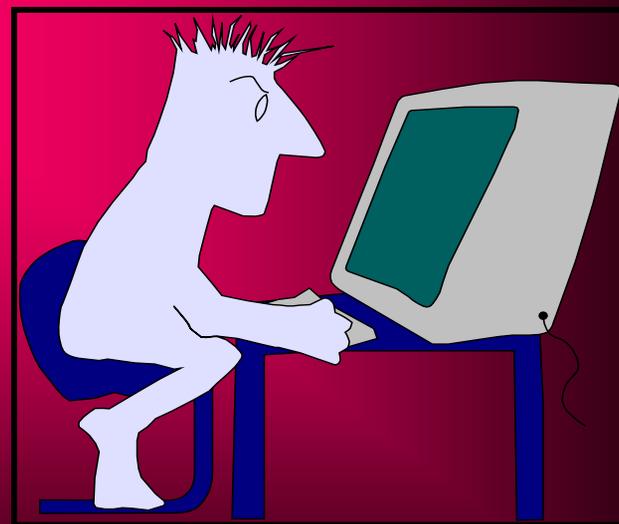
*Possiamo dormire sonni tranquilli ?*

hoppala.com



**Una gran  
confusione?**





**PAVIA**  
*Fine*  
**SEMINARIO**