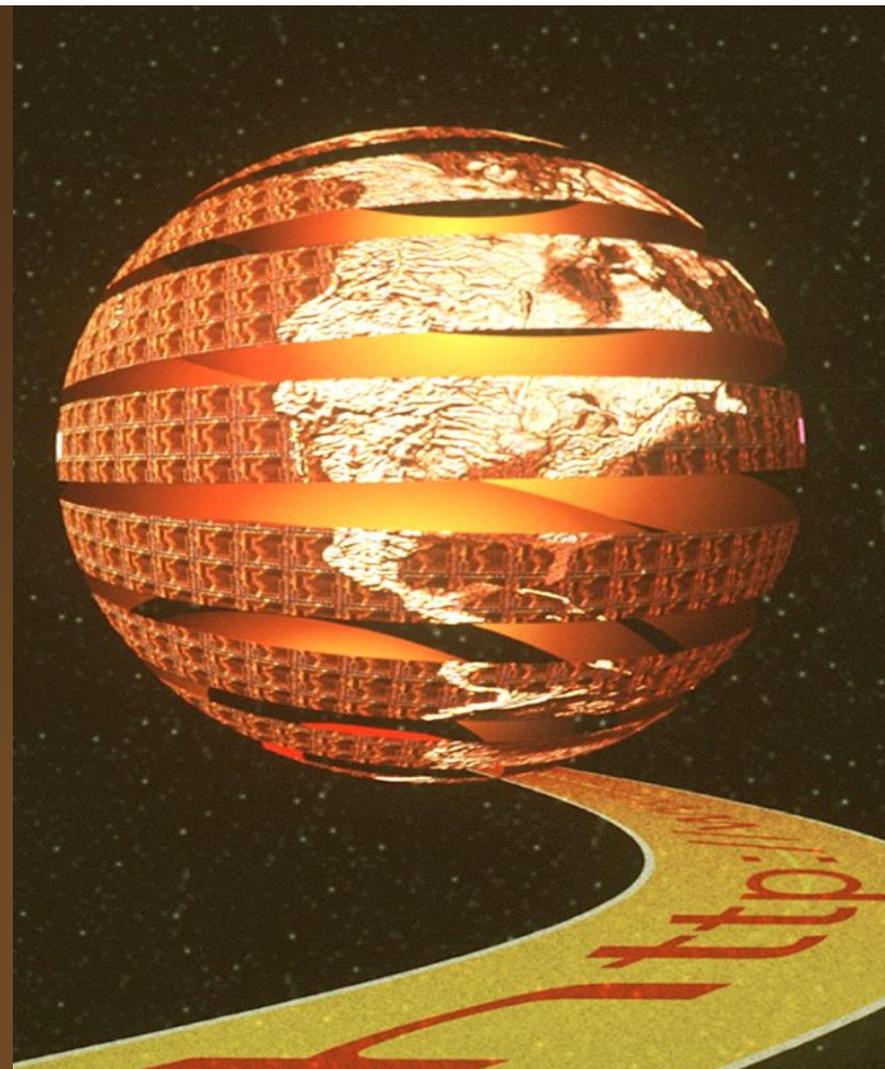


**Laurea Specialistica
in Ingegneria delle Telecomunicazioni
CORSO di TECNICHE AUDIOVISIVE**

***Panoramica
dei moderni
sistemi di accesso
per informazioni
multimediali***



**Da un passato con poche e ben definite soluzioni...
... ad un mondo variegato per il futuro**

G. Vannucchi, Politecnico di Milano e Presidente AICT



Sommario

- 0. Premessa**
- 1. Architetture di accesso**
- 2. Evoluzione dei sistemi multimediali di accesso**
- 3. Lo schema generale di trasmissione**
- 4. Compressione dei segnali: Canale e Programma**
- 5. Stato dell'arte dei sistemi di accesso e standard**
- 6. Un cenno ai "Set-top-box"**
- 7. Una piccola conclusione**

0. Premessa

A) I mezzi di accesso si moltiplicano, ma ognuno di essi è sempre più in grado di trasmettere diversi tipi di informazioni.

B) Sul lungo termine i sistemi IP costituiranno il protocollo unificante di trasporto per tutti i tipi di mezzi di accesso ma nel medio termine, a secondo i mezzi, coesisteranno altri protocolli e standard..

C) Nel campo radiotelevisivo si parla sempre più di sistemi diffusivi multimediali (Tv ad alta definizione, Tv standard, Mobile-Tv, Radiofonia, Immagini, Datacasting, ecc.).

D) Quest'ultima caratteristica crea anche dei delicati equilibri in continuo cambiamento tra i diversi gestori TLC.

E) ...ma la digitalizzazione TV ha anche conquistato il cinema !

1. Architetture di accesso

*1.1 Broadcasting, Narrowcasting,
Webcasting*

Broadcasting (TV generalista)

Diffusione di programmi televisivi a larga audience (*programmi generalisti*)

Narrowcasting (TV tematica)

Diffusione televisiva in cui solo un limitato numero di persone od uno specifico gruppo demografico o bambini od un gruppo religioso è interessato al soggetto che viene svolto nel programma.

Il *narrowcasting* è la strategia di una buona parte delle trasmissioni via cavo e via satellite che offrono programmi specializzati con un approccio simile alle riviste specialistiche.

Unicasting (Webcasting)

Il termine indica la trasmissione di programmi con tecniche Internet e più precisamente in Video-Streaming IP. Si applica sia a programmi broadcasting che tematici.

Al momento non comparabile con le due modalità precedenti per problemi di qualità e di “*real time*” che caratterizzano il campo di nostro interesse.

*1.2 Architettura della rete
complessiva di un "broadcaster"
(contributo, distribuzione, diffusione)*

Architettura delle reti per broadcasting audiovisivo (Reti punto- multipunto)

Sono le reti nate essenzialmente per il broadcastting radiofonico e televisivo. Sono reti caratterizzate dall'aver una funzione di:

- a) *RETE DI CONTRIBUTO*[°]: rete centripeta per raccogliere le riprese (*contributi*) dalla periferia (*punto*) in una regia centrale**
- b) *RETE DI DISTRIBUZIONE*[°]: rete centrifuga per raggiungere con i programmi assemblati i sistemi di diffusione circolare propriamente detti su tutto il territorio;**
- c) *RETE DI DIFFUSIONE*: diffusione verso gli utenti (*multipunto*) attraverso diversi mezzi diffusivi**

([°]) In genere i portanti possono ancora essere bidirezionali ma con funzioni nei due sensi totalmente diverse dal caso telefonico che è perfettamente simmetrico

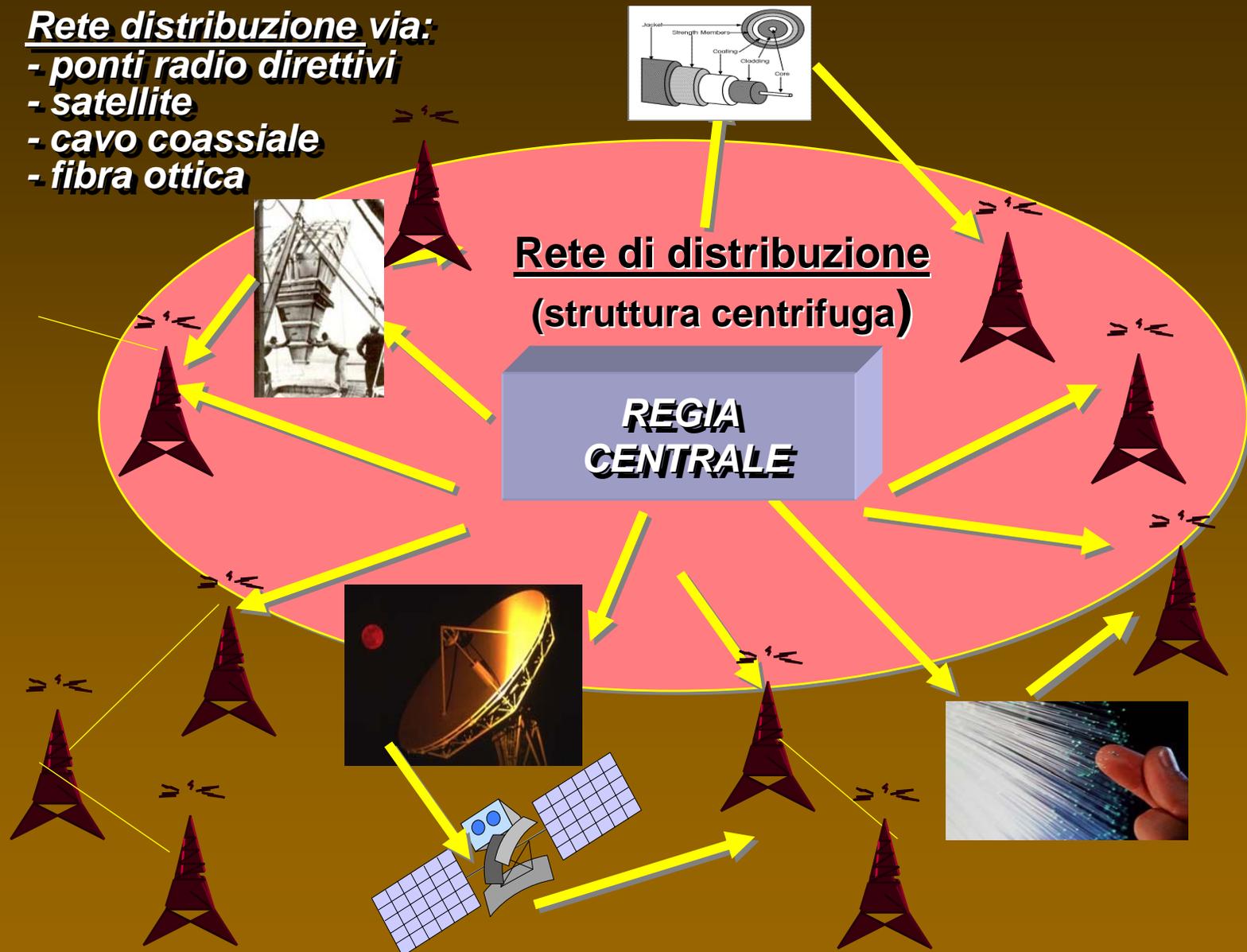
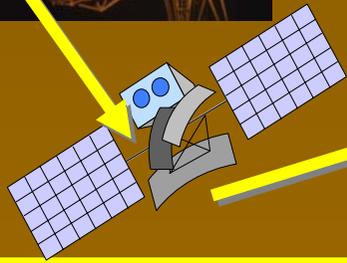
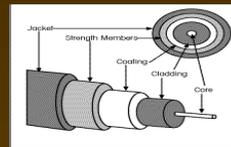


Portanti per Rete di Contribuzione:

- *ponti radio fissi e mobili*
- *satellite*
- *fibra ottica*

Rete distribuzione via:

- **ponti radio direttivi**
- **satellite**
- **cavo coassiale**
- **fibra ottica**



- Rete diffusione via:
- trasmettitori circolare
 - cavo coassiale
 - satellite DTH
 - fibra ottica
 - doppino

DTH

**Doppino di utente
(Famiglia DSL)**

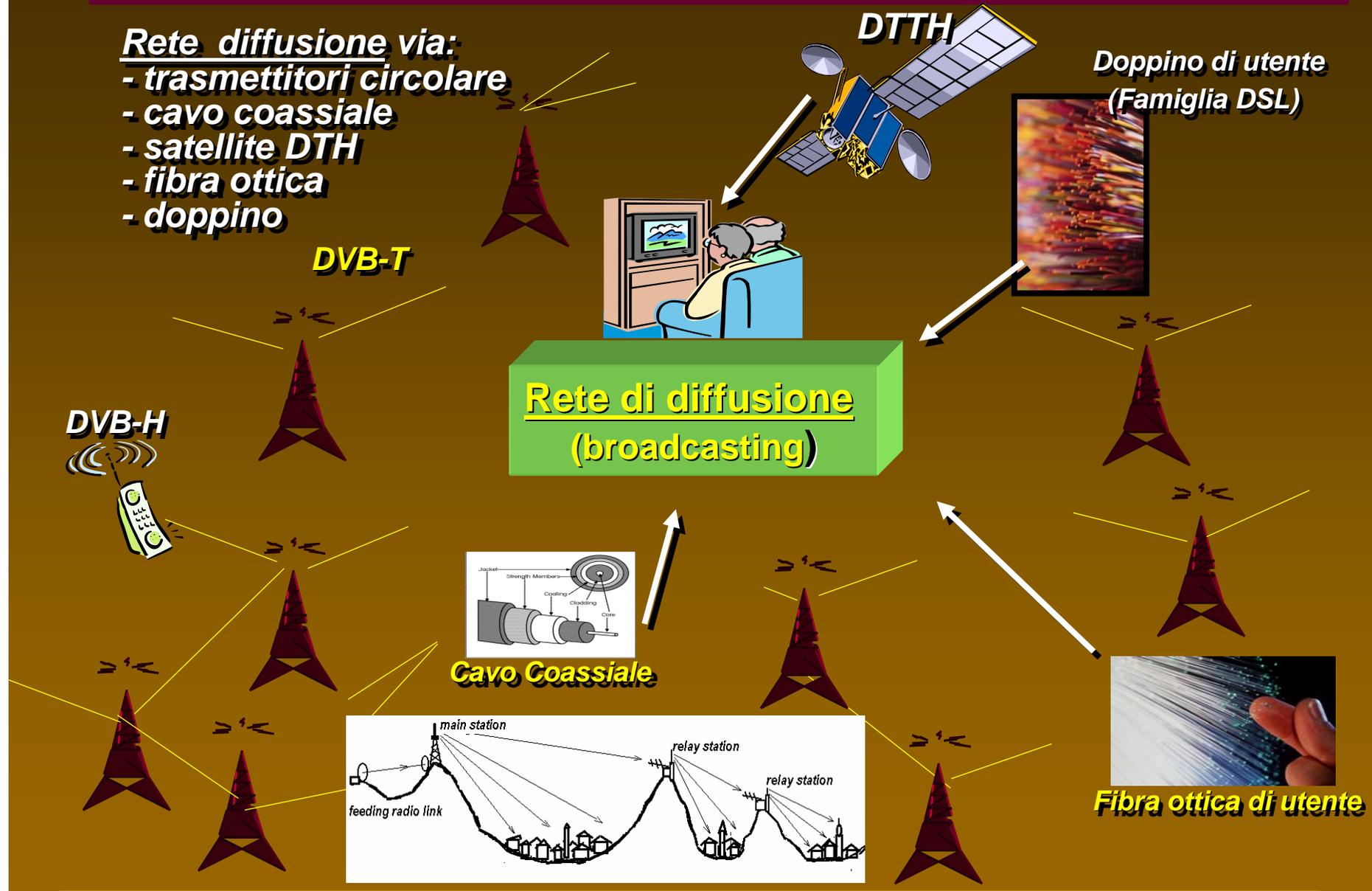
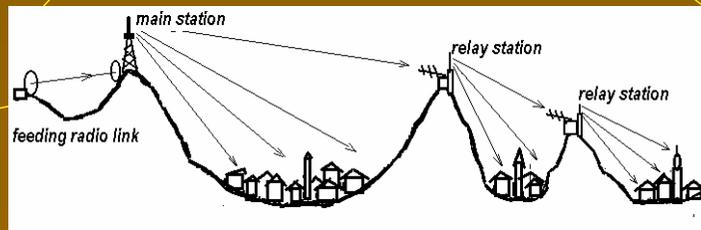
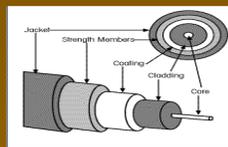
DVB-T

**Rete di diffusione
(broadcasting)**

DVB-H

Cavo Coassiale

Fibra ottica di utente



2. Evoluzione dei sistemi multimediali di accesso

tipologie, classificazioni e definizioni

SATELLITE
(ANALOGICO, ...DVB-S)

RADIO "WIRELESS"
(LMDS, ... Wi-Fi, Wi-Max)

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

FIBRA OTTICA
(FTTH, FTTB)

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

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

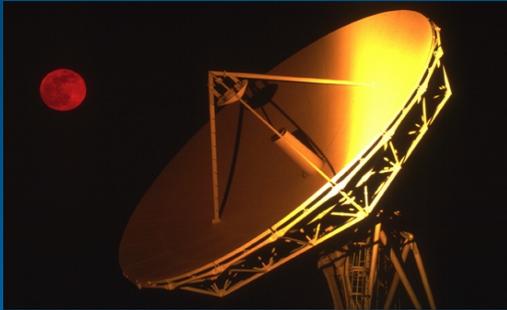
LINEA ELETTRICA
(ENERGIA, ... ?)



DOPPINO UTENTE
(POTS, ... XDSL)

2.1 Possibili classificazioni dei sistemi di accesso multimediale per utenti domestici e nomadi

Classificazione dei sistemi di distribuzione televisiva 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

WIREFINE



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

2.2 Cosa si definisce per Qualità di Servizio di un sistema televisivo per diffusione circolare

QUALITA' DEL SERVIZIO

NEL CASO ANALOGICO:

per la qualità ci si rifà ad una valutazione soggettiva con un unico parametro costituito da una scala di 5 valori effettuata alla ricezione.:

5 = disturbo impercettibile; **2 = disturbo fastidioso**

Le cause di degrado sono:

- a) Codifica PAL (trame a 4,43), b) Intensità del segnale;
- c) Riflessioni ed interferenze; d) Impianto di utente



NEL CASO DIGITALE:

➤ **PER LA CODIFICA DI SORGENTE** (compressione MPEG):

- **VALUTAZIONE SOGGETTIVA:** panel di valutatori con scala a 5 livelli

CAUSE DEL DEGRADO: artefacts, blocchettizzazione, rumore di codifica

➤ **PER IL CANALE DI TRASMISSIONE:**

- **VALUTAZIONE OGGETTIVA** a 5 livelli sul tasso d'errore

SISTEMA A SOGLIA: concetto di distanza dalla zona di transizione

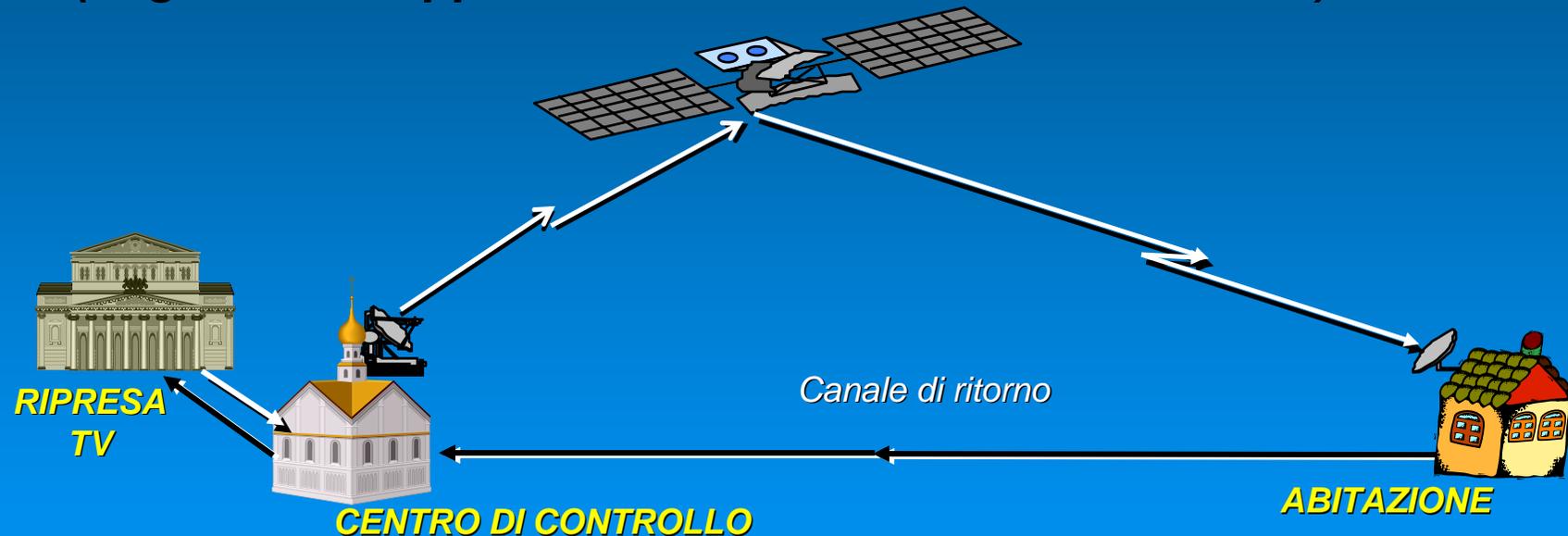
5 = lontano dalla soglia **3 = alla soglia** **2 = sotto soglia**

CAUSE DEL DEGRADO: interferenze; distorsioni non lineari; campo ($E_{70\%}$)

2.3 Cosa si definisce per interattività e relative problematiche

INTERATTIVITA'

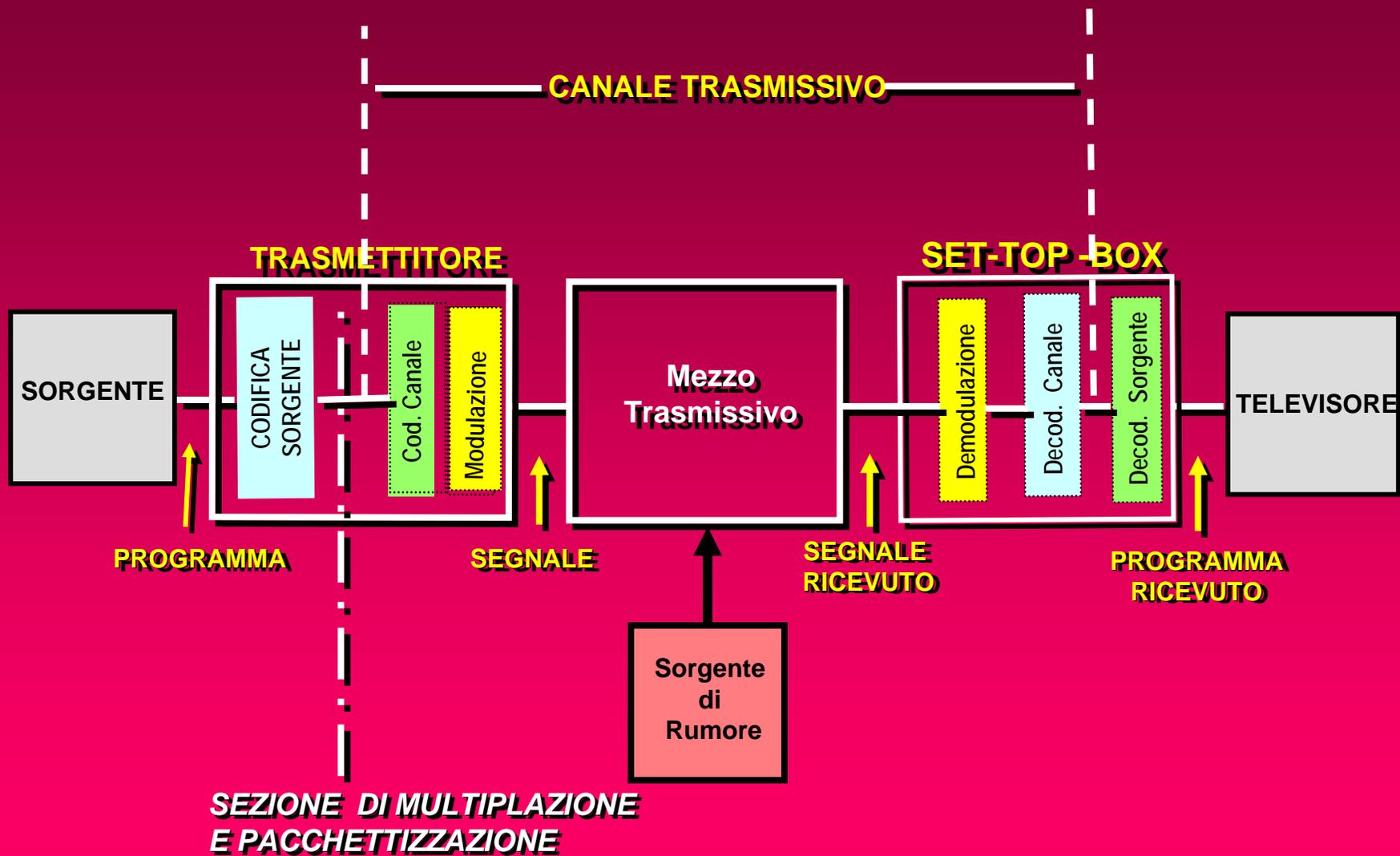
Tutti i sistemi citati possono essere interattivi ma il "gruppo" di sistemi wireless deve appoggiarsi ad un altro canale per il ritorno (in genere il doppino telefonico con modem od ADSL).



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).

**3. Lo schema generale di
trasmissione dei
sistemi multimediali per
l'accesso**

Schema generale per la trasmissione di un canale TV



4. CODIFICA DI SORGENTE

La compressione dei segnali :

***Canale e programma nel caso di impieghi
audiovisivi***

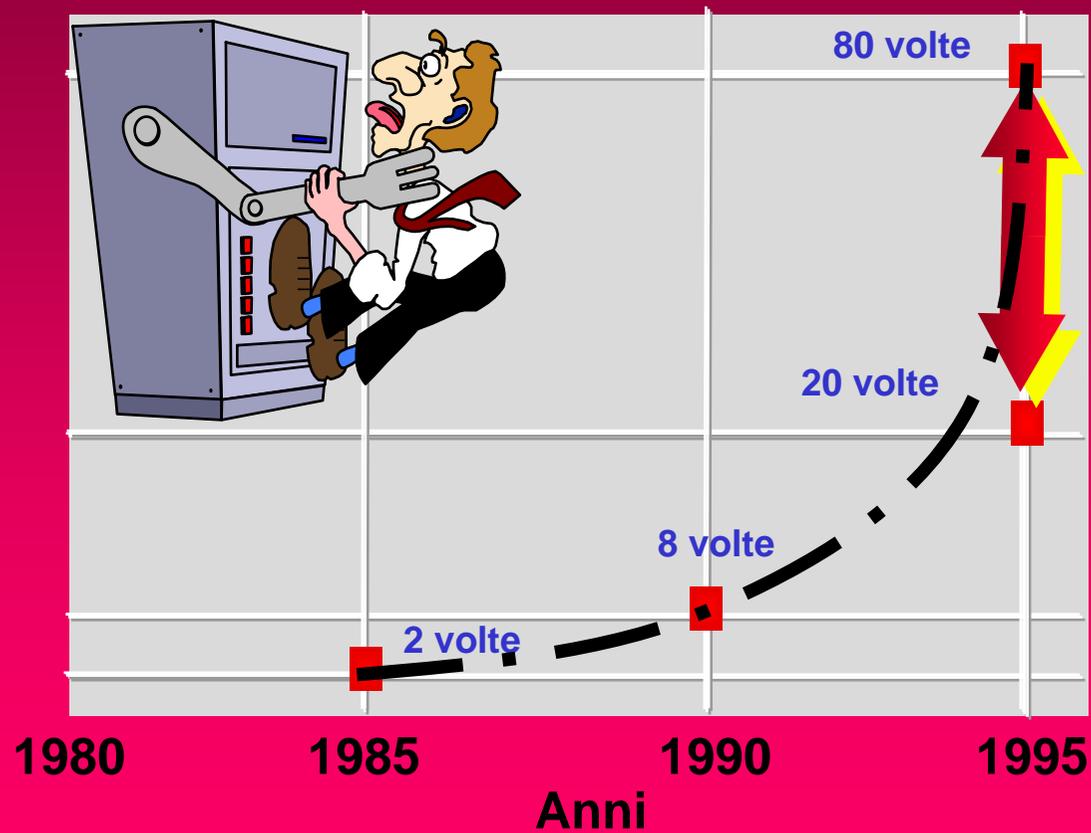


La "compressione" dei segnali

- **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**

ELEMENTI DELLA MULTIMEDIALITÀ: COMPRESSIONE (2)

La compressione dei segnali televisivi



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

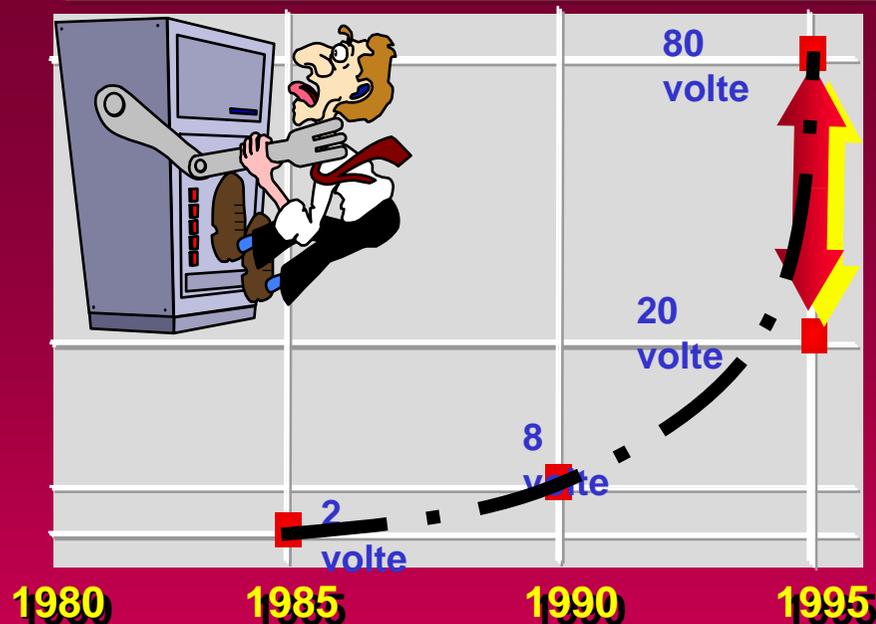
Nel mondo Digitale:

➤ Canale : è la stessa porzione di spettro del caso analogico 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**



La compressione dei segnali televisivi e le conseguenze sull'occupazione spettrale

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

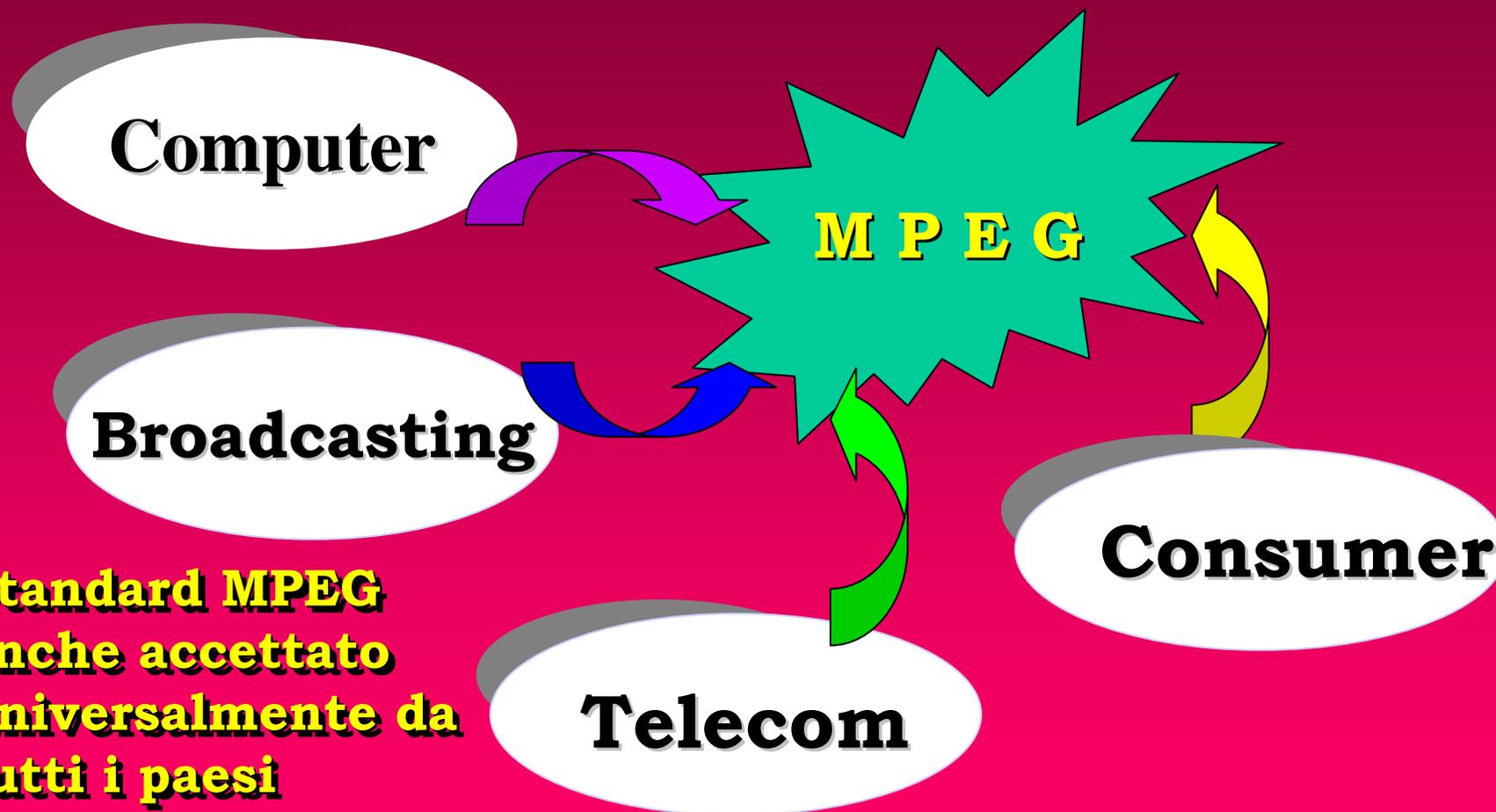
Ma con MPEG-2:

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

160: 80 (compressione massima MPEG2) = 2 Mb/s con possibilità di 16 canali in 32 Mb/s;

160: 20 (compressione minima in MPEG2) = 8 Mb/s con possibilità di 4 canali in 32 Mb/s)

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



**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") vcon alta efficienza spettrale, anche alla diffusione a basso costo dell'HDTV ("High Definition TV")

***5. Stato dell'arte dei
sistemi d'accesso
multimediali***



- a) **Satellite digitale: DVB-S e DVB-S2**
 - b) **Sistemi coassiali digitali: DVB-C**
 - c) **Punto-Multipunto LMDS, Wi-Fi e Wi-Max**
 - d) **Sistemi in fibra (FTTB, FTTH)**
 - e) **Doppino di abbonato : XDSL**
 - f) **Broadcasting Terrestre digitale : DVB-T**
-

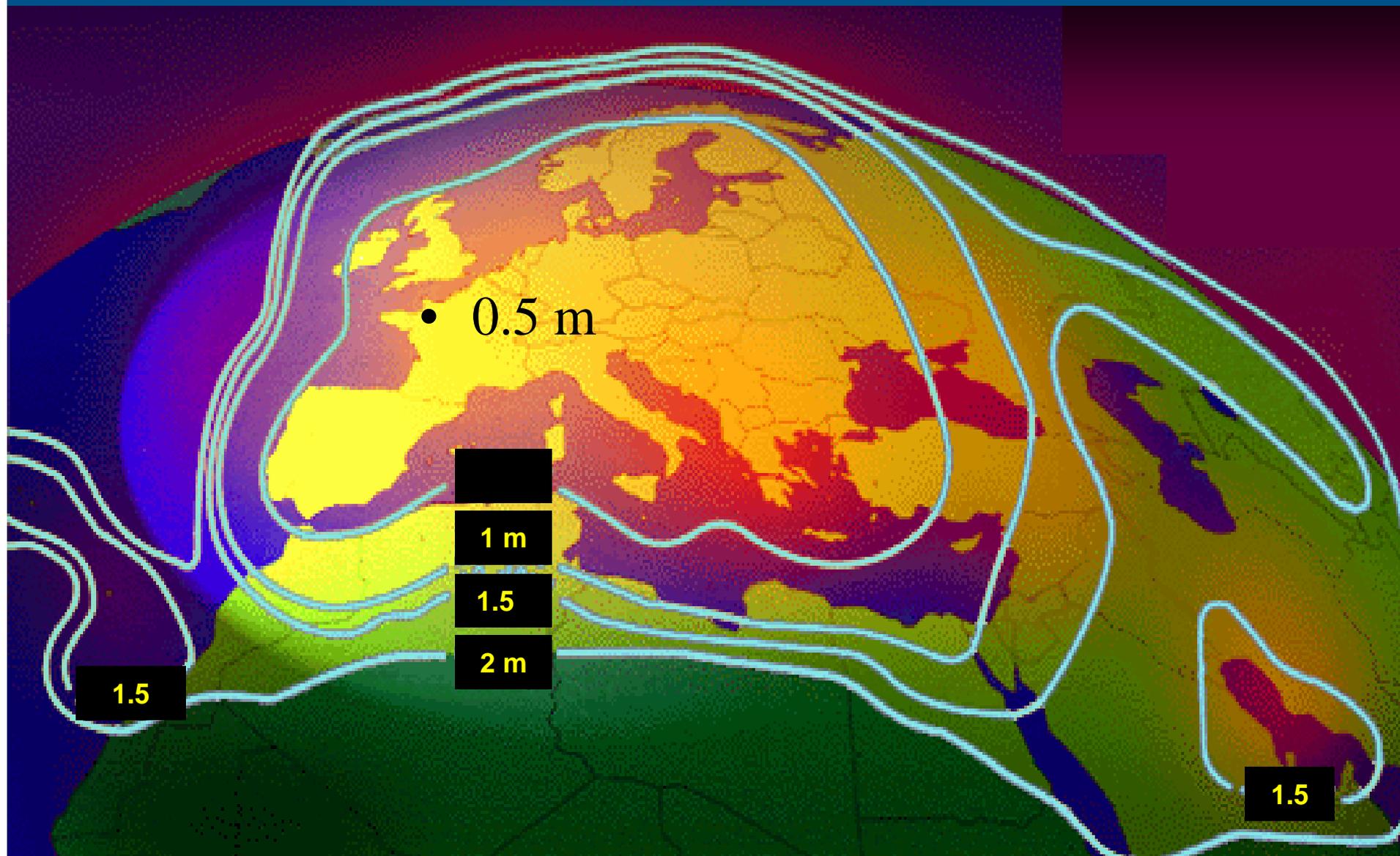
5.1 Sistemi di accesso da satellite



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 “trasponder” 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”: $F1=14$ GHz; “down-link” : $F2=12$ GHz;**
- 4) **Tipo di modulazione (4PSK) e ragioni 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:

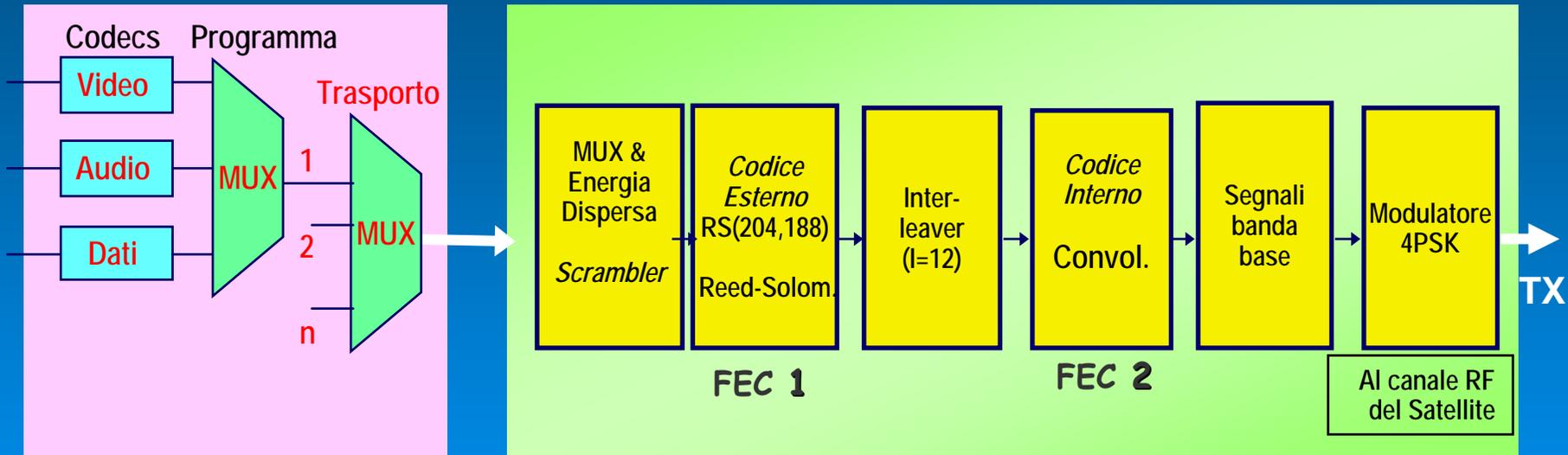
- **anche se si può avere un canale di ritorno su linea telefonica verso il Centro di Servizio, non adatto a servizi interattivi con “downloading” prolungati e capacità elevata;**
- **non in grado di fornire un servizio universale per limitazioni intrinseche di orientamento delle antenne e possibili 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***
- 2. Si sono sempre più affermati sia per TV digitale commerciale che per quella a pagamento (ideale per la diffusione dei vari pacchetti base o "premium"): 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 anche per diffusione in "DVB-IP" verso i PC per applicazioni Internet per medie aziende allocate lontanano dai centri abitati***
- 5. Una futura applicazione sarà potrebbe essere la distribuzione di film alle sale cinematografiche***

Lo standard DVB-S

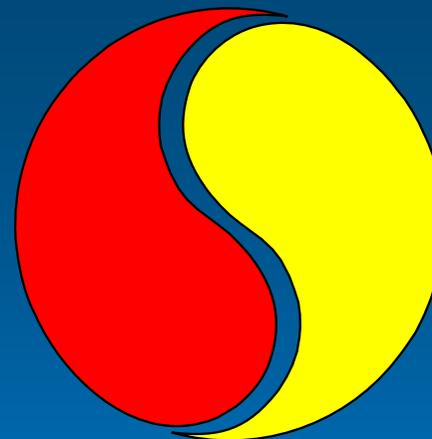


MPEG-2 Codifica di sorgente e multiplazione

Adattamento di canale al satellite

- ✓ *FEC 1: Codice correttore Reed Solomon RS (204,188, T=8)*
- ✓ *FEC 2: Codice correttore convoluzionale ("rate" da 1/2 ÷ 7/8)*
- ✓ *Soft decision Viterbi decoding*

*CODICI CORRETTORI
NELLO STANDARD
DVB-S*



- **Codice correttore Reed-Solomon (codice esterno)**

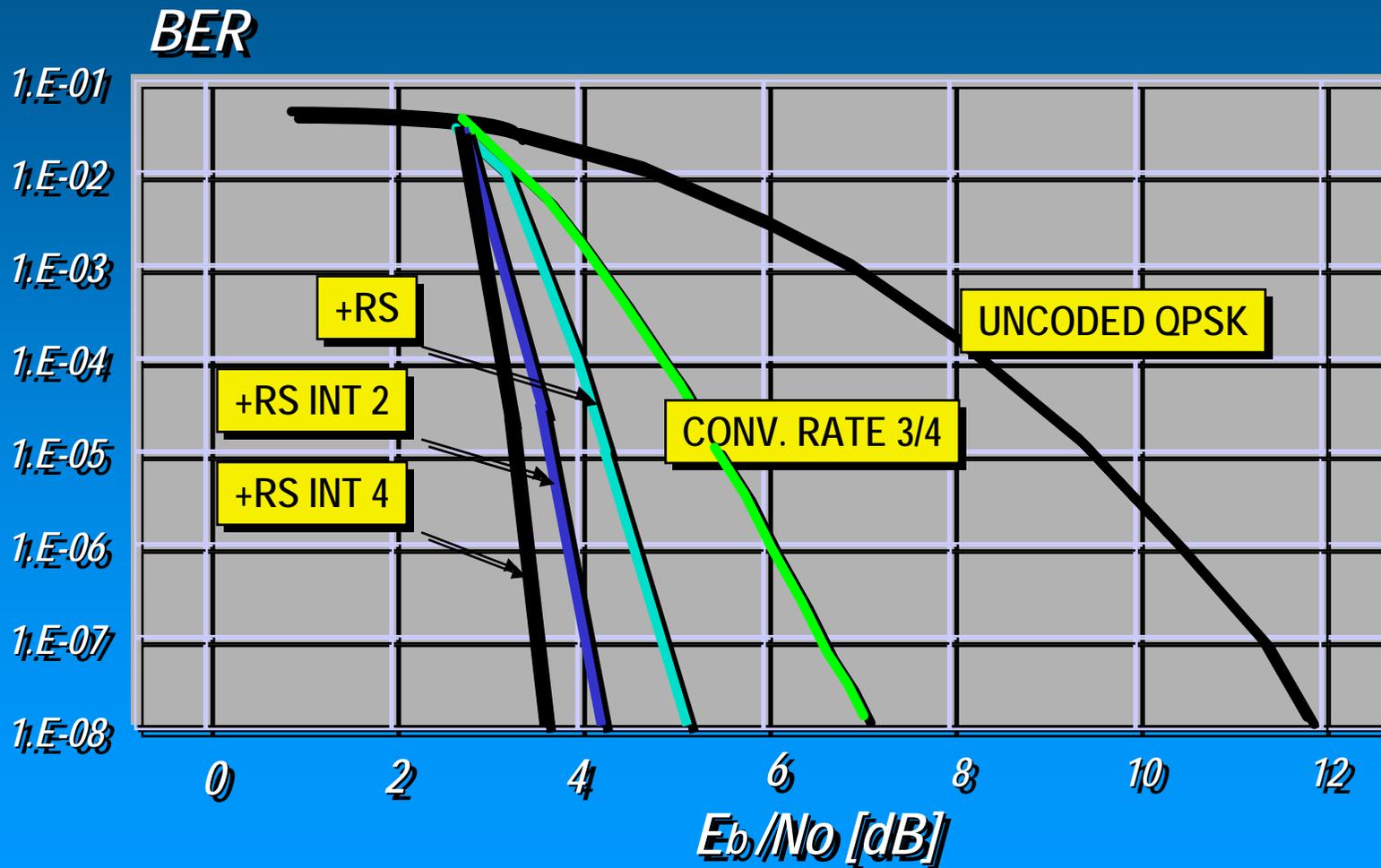
➔ Per i tipi d'errori tipici di qualunque sistema trasmissivo
Aumenta ridondanza di solo un 8% (16 Bytes ogni 188)

- **Codifica convoluzionale Viterbi (codice interno)**

➔ Per contrastare i fading (piatti) di propagazione
*Richiede sensibile ridondanza (non usato nel cavo)
Può essere impiegato a diversi "rate" (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)*

- **I due codici vanno associati alla tecnica di "time interleaving" per evitare i "burst" di errori**

DVB-S: QPSK Rate 3/4 con RS (204, 188) e interleaving



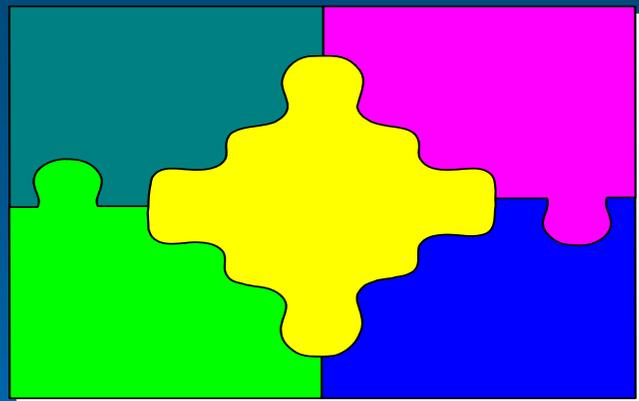
Flessibilità del sistema DVB-S

- *Ottimizzazione possibile utilizzando diversi valori del codice correttore interno:*

1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8

Si traduce in termini di:

- Capacità trasmissiva
 - ✓ *Bit-rate utilizzabile*
 - ✓ *Numero di programmi TV*
- Efficienza in potenza
 - ✓ *C/N richiesto dal sistema*
 - ✓ *Diametro dell'antenna ricevente*



PARAMETRI PER LE PRESTAZIONI DI QUALITA'

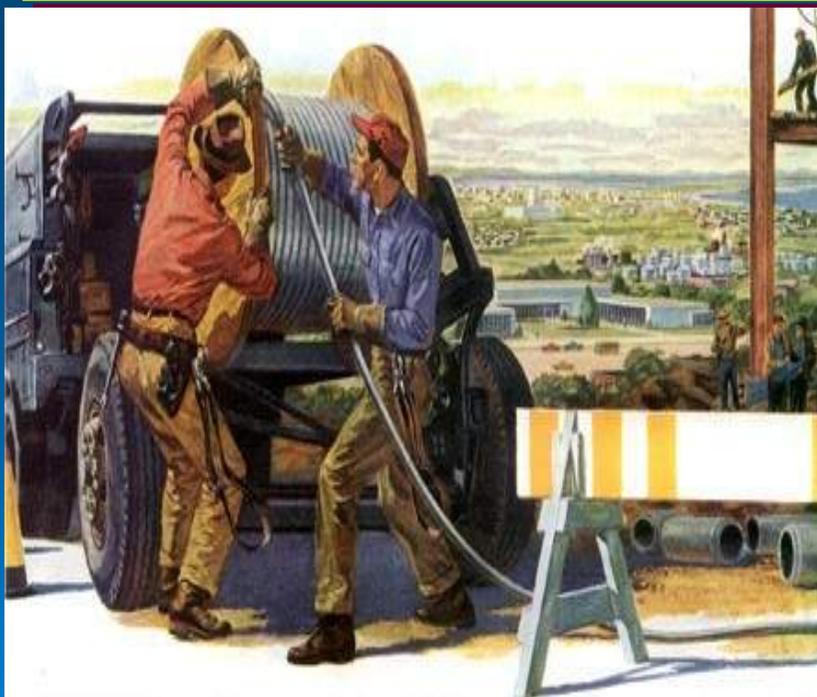
- 1. Entità delle attenuazioni stabilite per la portante a microonde:**
 - **attenuazione dello spazio libero;**
 - **vapore e pioggia** (esempio: **$DA = 6.3 \text{ dB}$ per 99.7% e 9.4 dB per 99.9%**)
- 2. Parametri d'impiego dei due codici correttori** introdotti nella codifica di canale (compromesso tra ridondanza creata nel flusso digitale - e quindi "bit-rate" utile - e robustezza nella correzione degli errori) **→**
- 3. Numero di programmi trasmissibile:** per un satellite tipico si ha **32 Mb/s** di "bit-rate" utile, ma il numero di programmi multiplabili dipende dalle scelte sulla "bit-rate" d'ingresso (sia essa deterministica o statistica) **per ciascun programma digitale.**

Prestazioni del sistema DVB-S per un transponder da 33 MHz

Bit Rate ut. (after MUX) [Mbit/s]	RS <i>Outer Code</i> Rate	Bit Rate (after RS) [Mbit/s]	Convolut. <i>Inner Code</i> Rate	Gross Bit Rate [Mbit/s]	Symbol Rate [Mbaud]	C/N (*) (33 MHz) [dB]
23.754		25.776	1/2			4.1
31.672		34.368	2/3			5.8
35.631	188/204	38.664	3/4	51.552	25.776	6.8
39.590		42.960	5/6			7.8
41.570		45.108	7/8			8.4

(*) **INCLUSO:**
1dB di degradamento del satellite
0.8 dB perdita di impelmentazione del modem
BER= $2 \cdot 10^{-4}$ dopo decodifica di Viterbi

5.2 Accesso in cavo coassiale

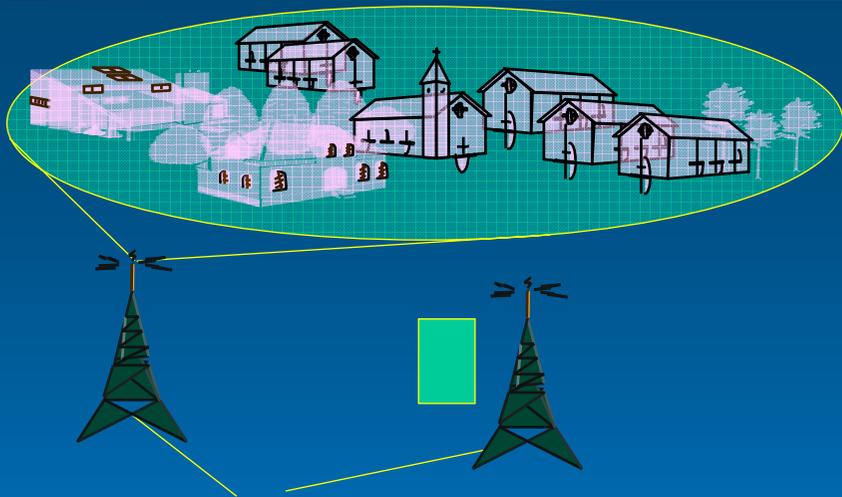


Coassiale (DVB-C)

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.

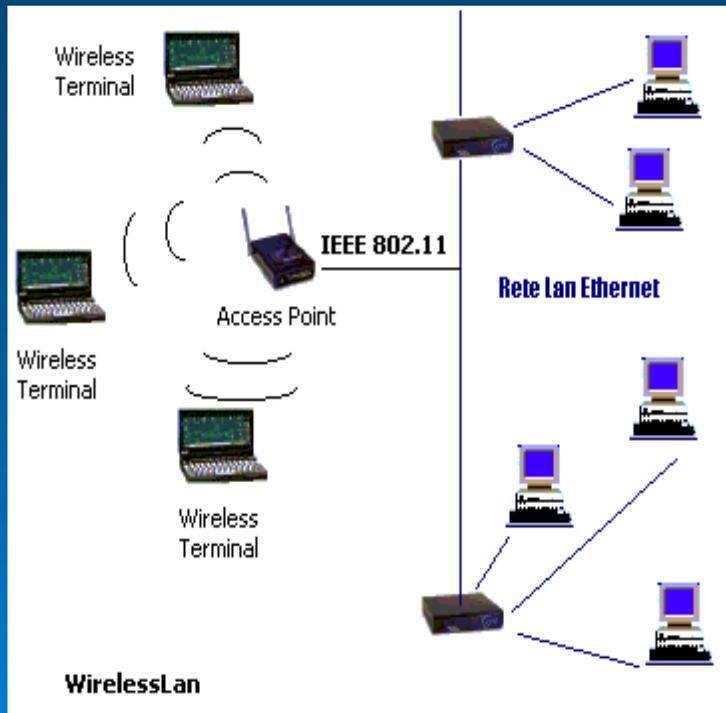
- 2. Sistema ibrido fibra-coassiale (HFC: fibra per il trasporto e coassiale per l'ultimo miglio) con, in genere, architettura ad albero (non adatta ad impieghi personalizzati)**
- 3. Capacità di distribuzione di un numero elevatissimo di canali di TV digitale (un multiplo da 32 Mb/s per "slot" da 8 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 Accessi 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 e Wi-Max)

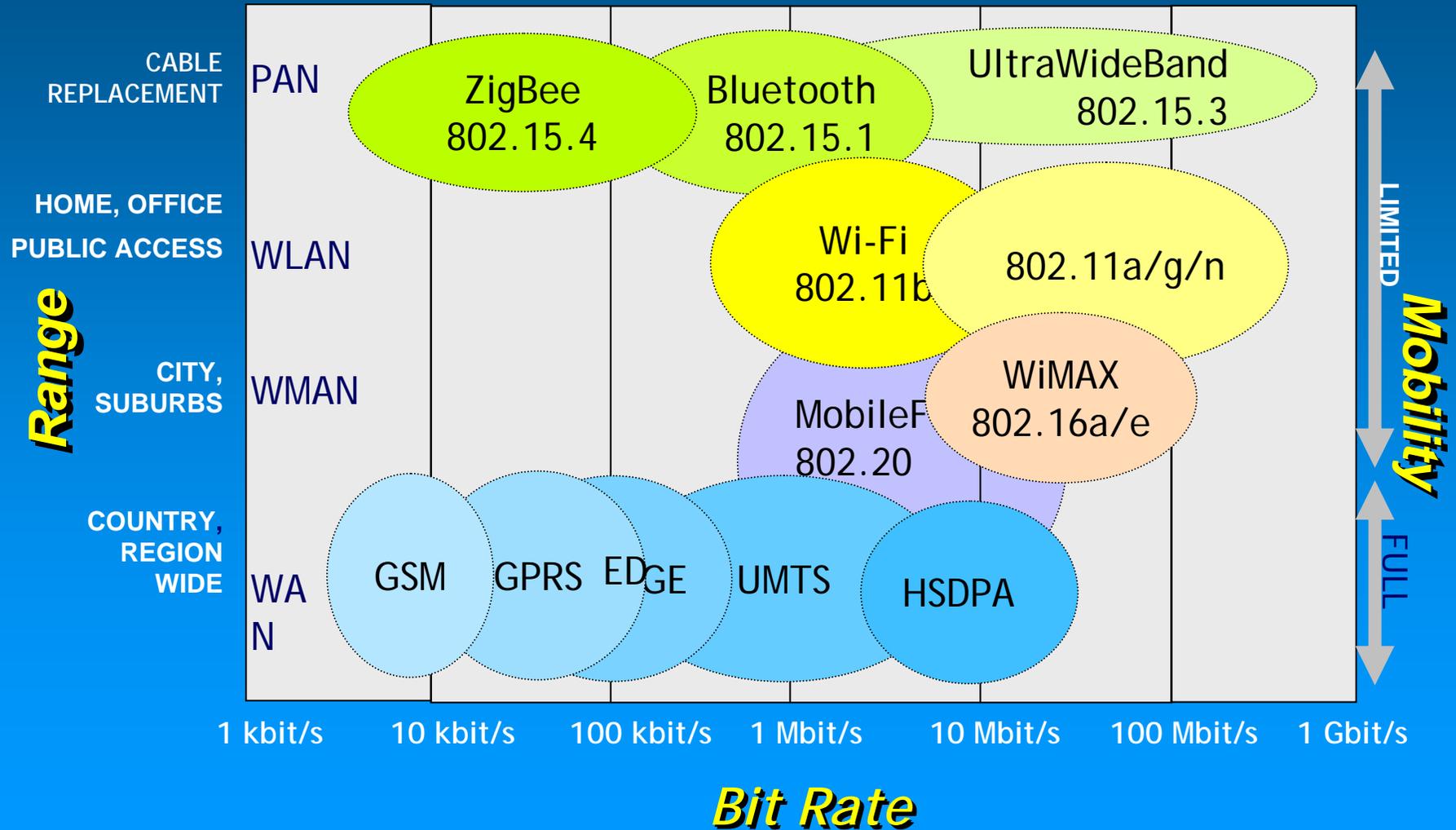
1. Una Wireless Local Area Network (WLAN), è un sistema flessibile e implementabile nella sua estensione, realizzato tramite collegamento wireless (alternativo o integrativo ad una rete fissa);

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.

Campi applicativi e bande sostenibili nei sistemi Wireless



Caratteristiche dei diversi protocolli Wireless

TECHNOLOGY	RANGE	CAPACITY	SPECTRUM	REPRESENTATIVE COMPANIES	COMMENTS
802.11b (WiFi)	300 feet	11 Mbps	2.4 GHz	Chipsets: Intersil, Agere, Cisco, Intel Equipment: Cisco, Proxim, Netgear, Vivato, Apple Services: Boingo, Cometa	Primary wireless LAN market today
802.11a (WiFi)	150+ feet	54 Mbps	5 GHz	Major 802.11b vendors plus Atheros, Bermai	Useful for corporate networks, backhaul, and media applications
802.11g (WiFi)	300 feet	54 Mbps	2.4 GHz	Major 802.11b vendors plus Broadcom	Backward-compatible with 802.11b devices
802.15.1 (Bluetooth)	300 feet	1 Mbps	2.4 GHz	Ericsson, Nokia, Intel, Toshiba, Microsoft, 3Com, Motorola	Originally designed for cable replacement; market niche unclear
802.15.3a (WiMedia)	30 feet at 110 Mbps or 12 feet at 200 Mbps	110 and 200 Mbps	Wideband (3.1–10 GHz)	XtremeSpectrum, Motorola, TI, TimeDomain, Philips	High-bitrate personal area networking for media devices
802.15.4 (Zigbee)	200 feet	250 kbps	900 MHz, 2.4 GHz, or wideband	Philips, Honeywell, Mitsubishi, Motorola.	Low-bitrate personal area networking for sensors
802.16 (WiMax)	30 miles	70 Mbps	10-66 GHz for 802.16; 2-10 GHz for 802.16a	Motorola, Alvarion Proxim, Fujitsu, Aperto	Broadband metropolitan-area network connections
802.20 (MobileFi)	15 km	1 Mbps	3.5 GHz	Cisco, Flarion, HP, Nextel Mobile wireless	Ethernet, currently envisioned for licensed spectrum, but may evolve

5.4 Distribuzione in fibra ottica

Tendenza ormai generalizzata verso il protocollo IP che abilita la convergenza

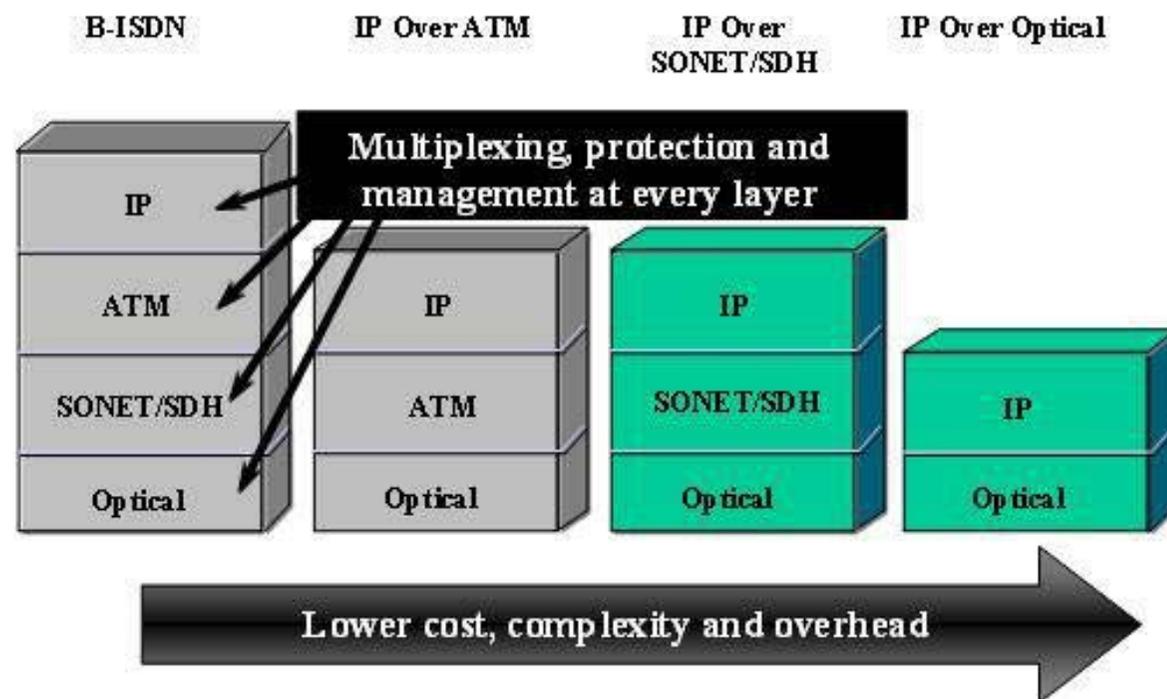


- ***Integrazione di servizi dati, voce e video (“Triple Play”) su un’unica infrastruttura a pacchetto utilizzando il protocollo IP.***
 - ***Con la convergenza fisso-mobile in atto, la quarta entrata è il traffico convogliato dal mobile (“Quadrupole Play”) su rete fissa***
-

PRINCIPI BASE DELLA RETE FASTWEB

- **Architettura gerarchica in cui il protocollo SDH (“Synchronous Digital Hierarchy”) del “backbone” di trasporto viene posto come substrato della rete IP**
- **Evoluzione aperta ad un’architettura IP over Fiber (vedi Figure)**
- **Presenza temporanea di uno strato ATM dovuto alla necessità di impiegare i DSLAM disponibili sul mercato**
- **Ottimizzazione della topologia per il controllo dei livelli di servizio**
- **Introduzione di elementi di ridondanza nei punti più critici per garantire la max continuità di servizio**

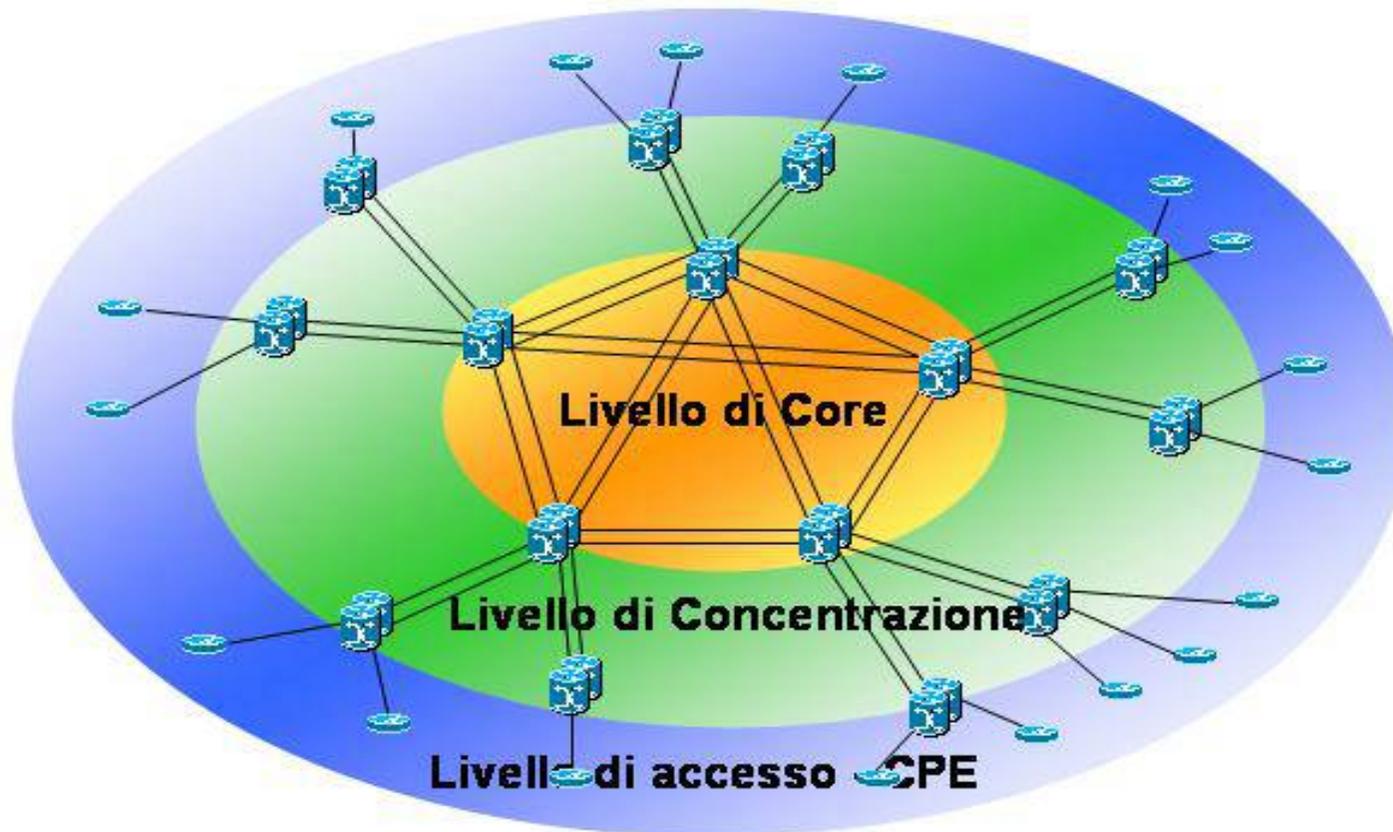
Lo scenario tecnologico evolutivo:



Warning: supporto utenza ADSL

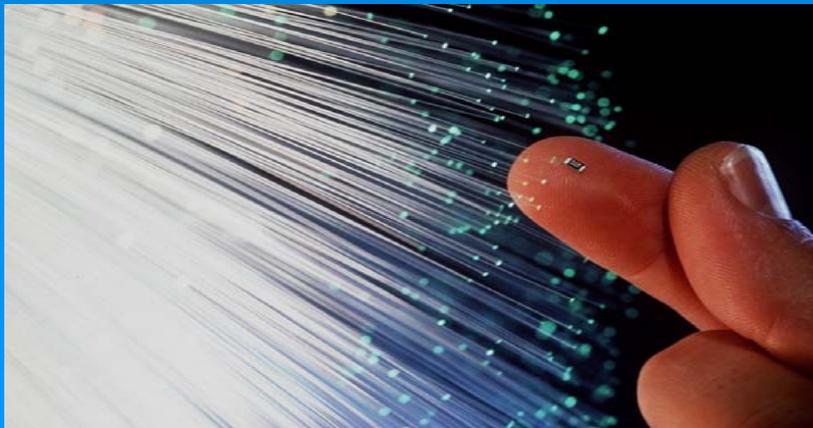
Reti Metropolitane (MAN)

Architettura Generale gerarchica



Considerazioni su rete di accesso in Fibra ottica

1. **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**
2. **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**
3. **Non sarà in grado di realizzare, per molti anni, la condizione di servizio universale.**



*5.5 Accesso su doppino di utente :
famiglia DSL*

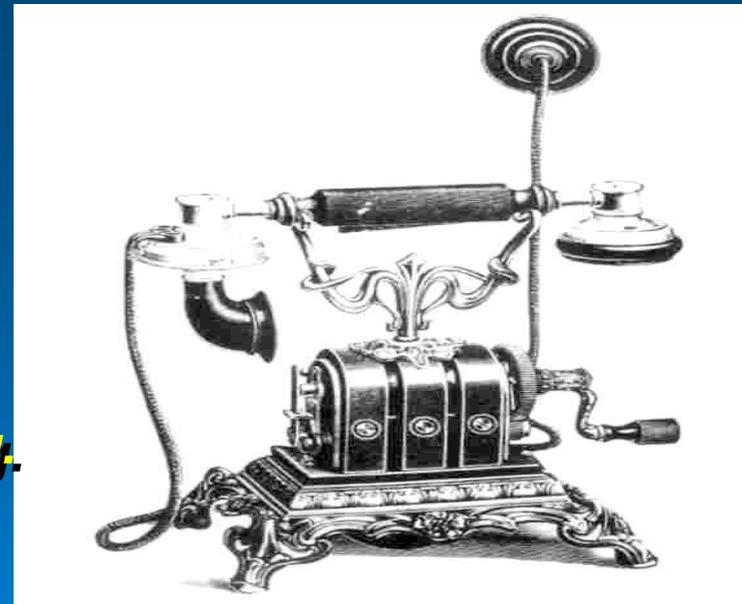
Famiglia DSL su doppino di utente (1/2)



- 1. ADSL: sistema 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 (vedi dopo);**
 - 3. Oggi in Italia impiegata dai vari gestori anche per bit-rate per segnali TV (4-6 Mb/s down-stream e 640Kb/s up-stream): non esistono gravi problemi tecnici ad aumentare la velocità per caricamento di "file" "veloci" e per servizi TV vista l'origine del sistema sulle cui esigenze sono stati dimensionati i "chip"**
-

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 dal gestore ex monopolista)

6. Occupa una banda nel doppino fino ad 1,1 MHz (Fig.2)

7. 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)

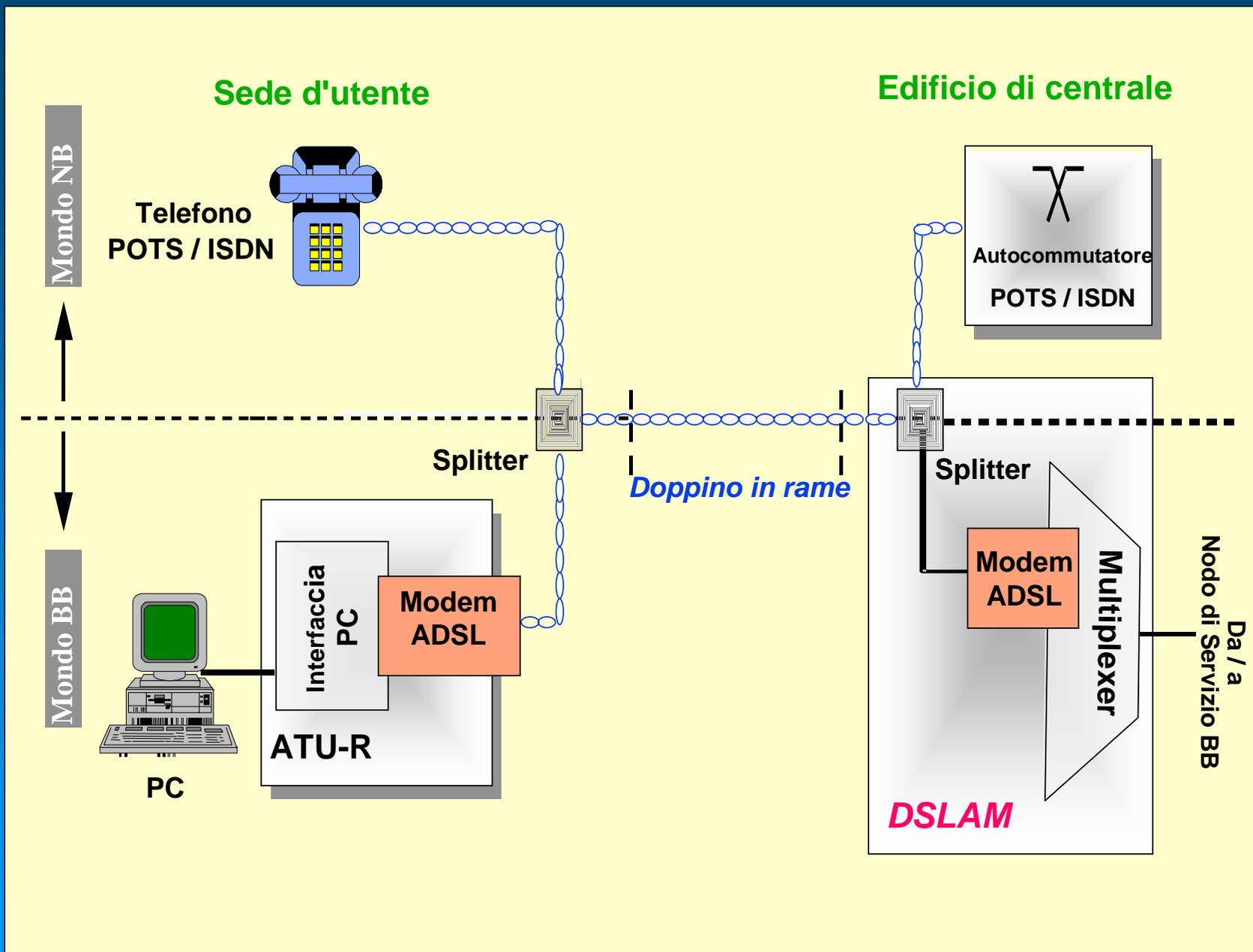


Fig.1

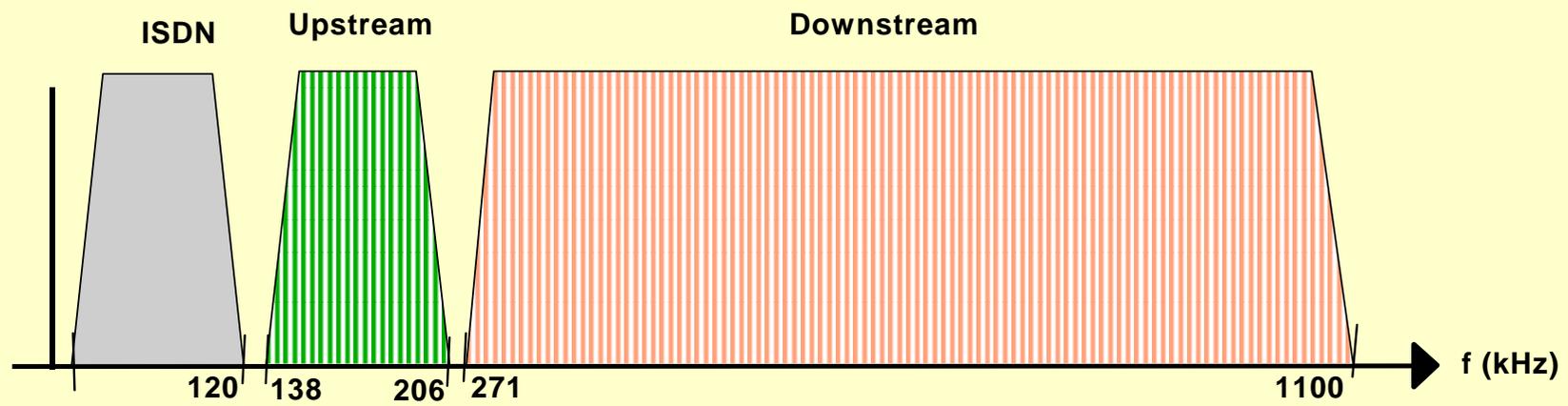
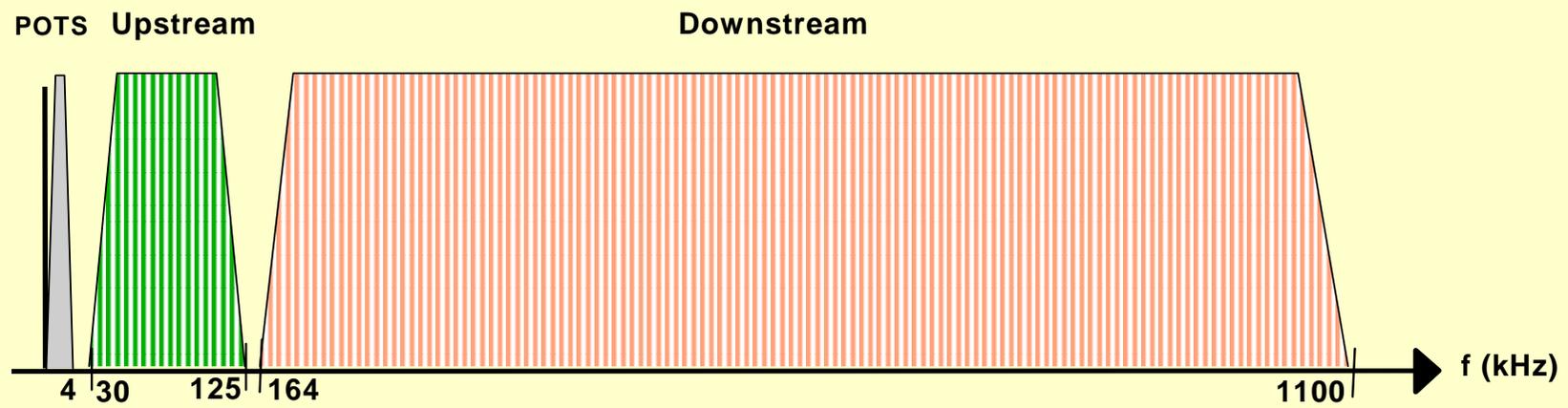
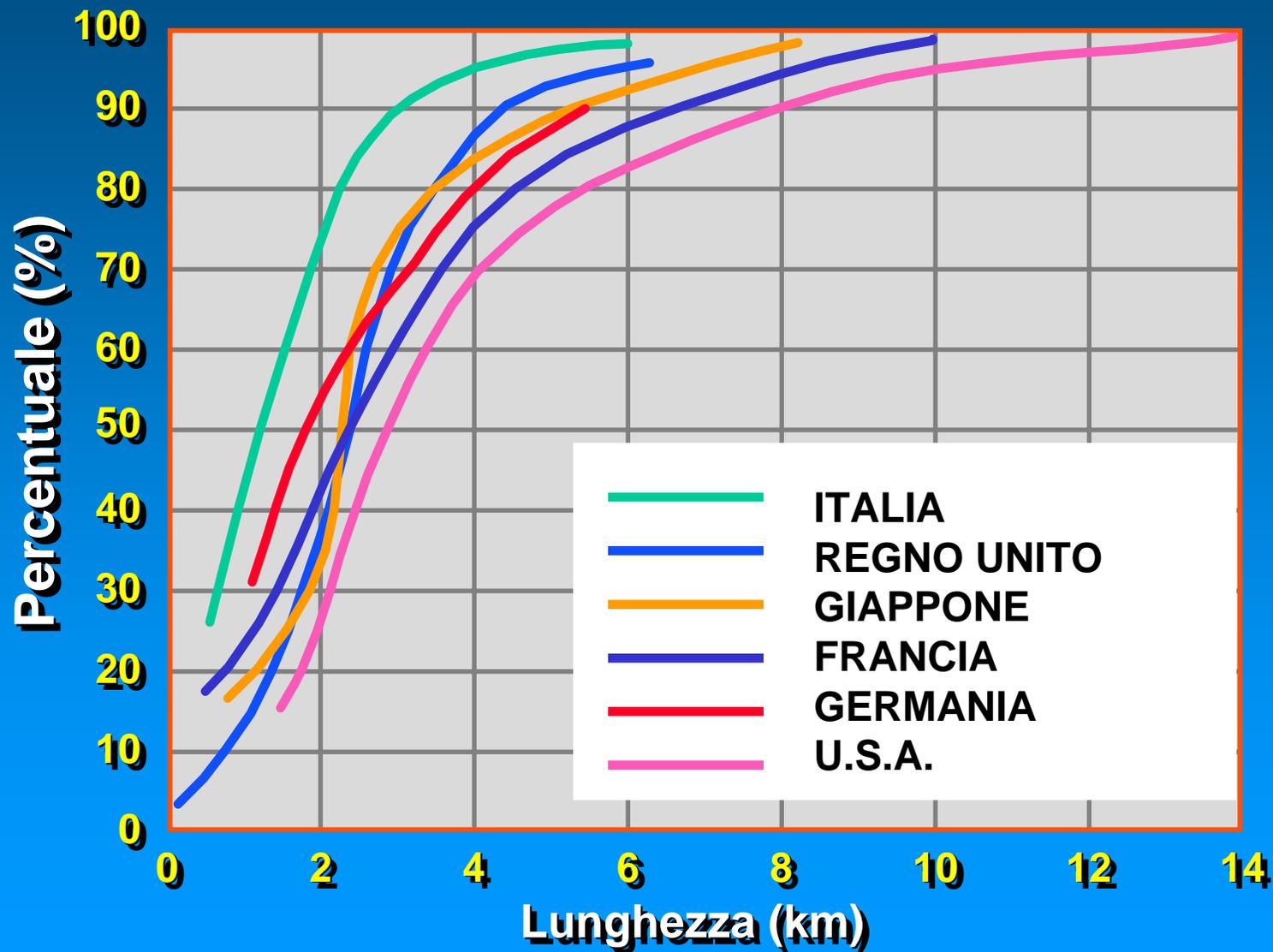


Fig. 2

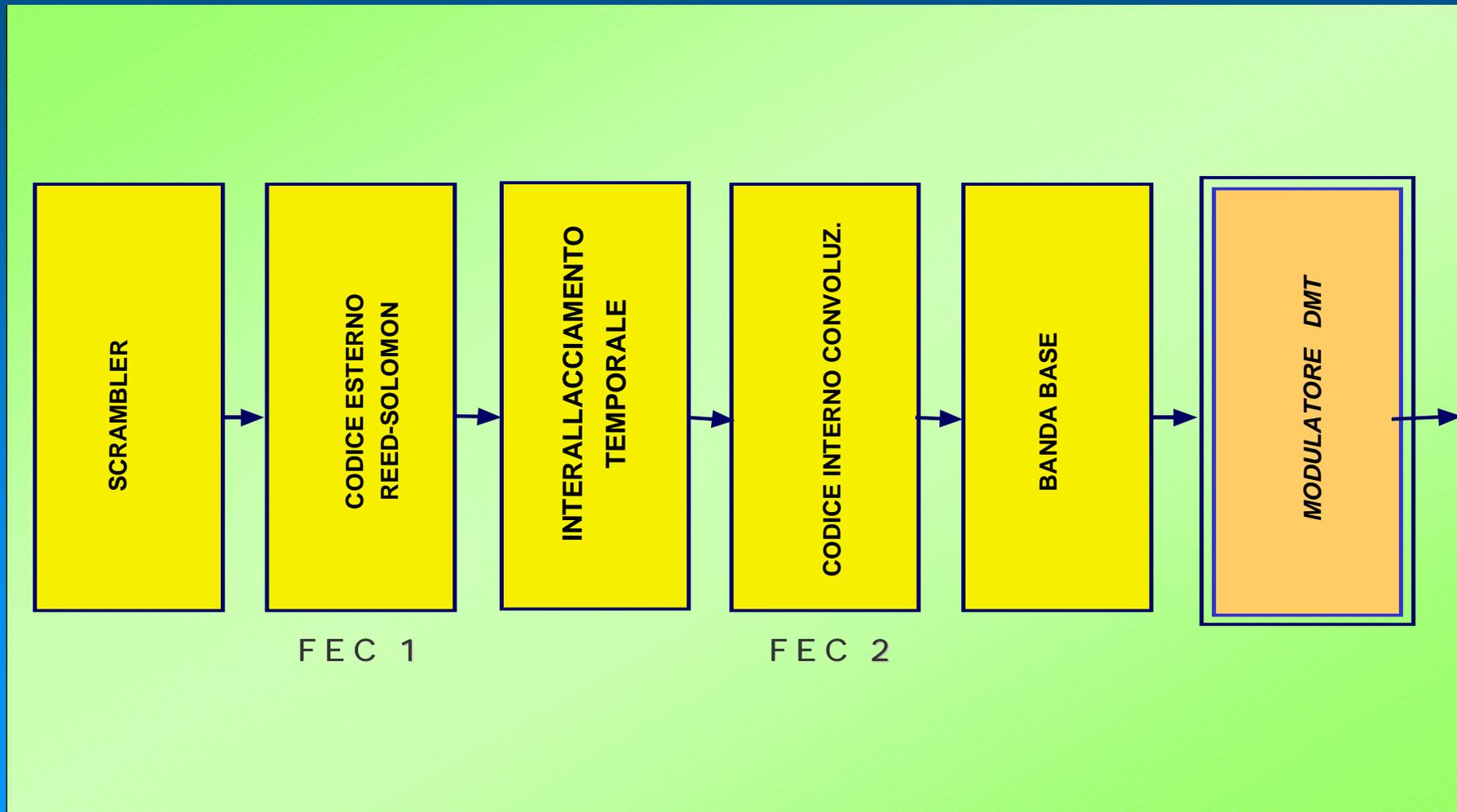
Fig. 3 Distribuzione della lunghezza della rete di distribuzione in rame nelle varie Nazioni



*La Modulazione OFDM e DMT nella
famiglia DSL*

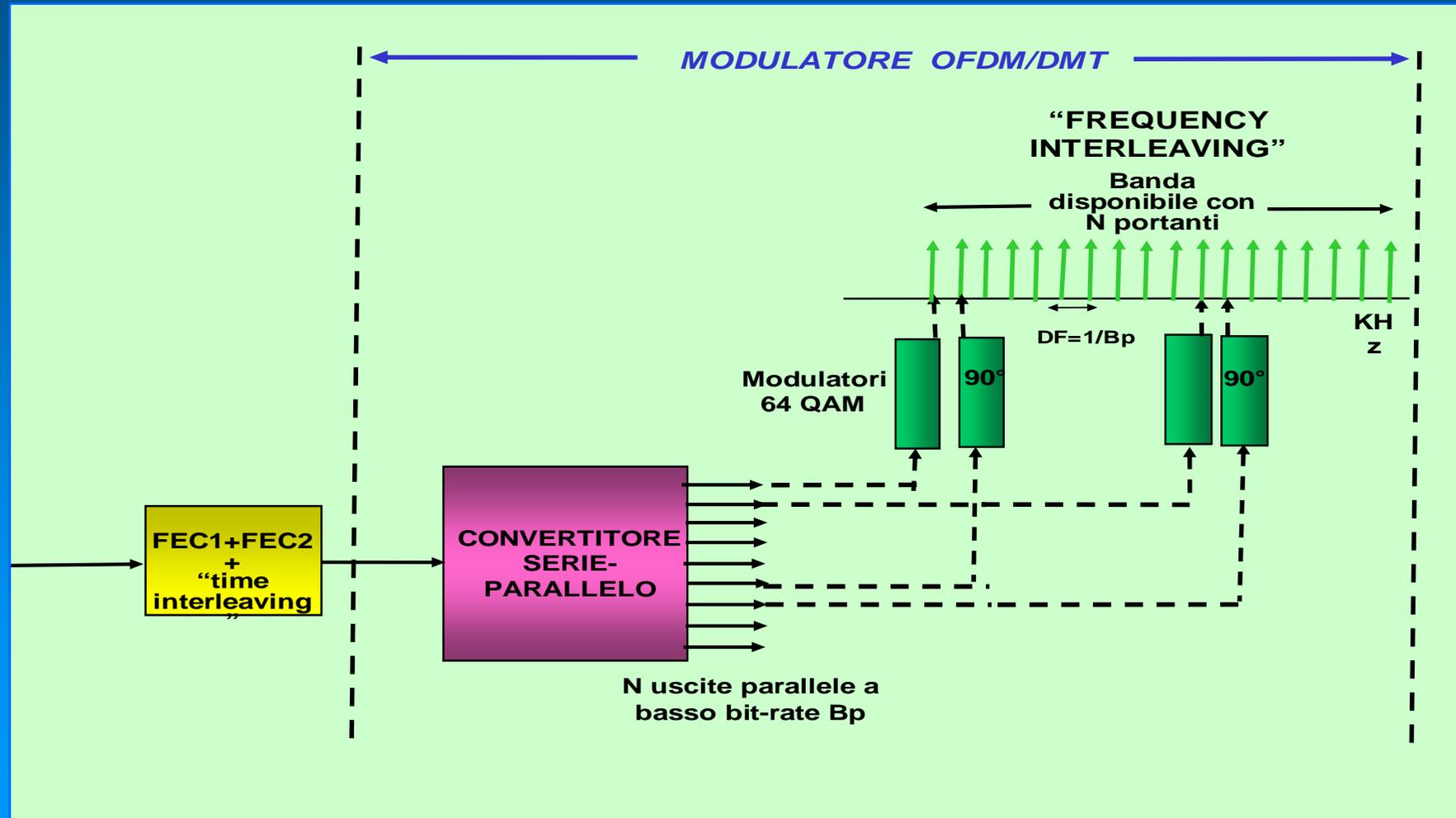
*(impiegata anche nell DAB, Wi-Fi,
Wi-MAX, DVB-T, DVB-H)*

Come si è reso possibile il miracolo ADSL?

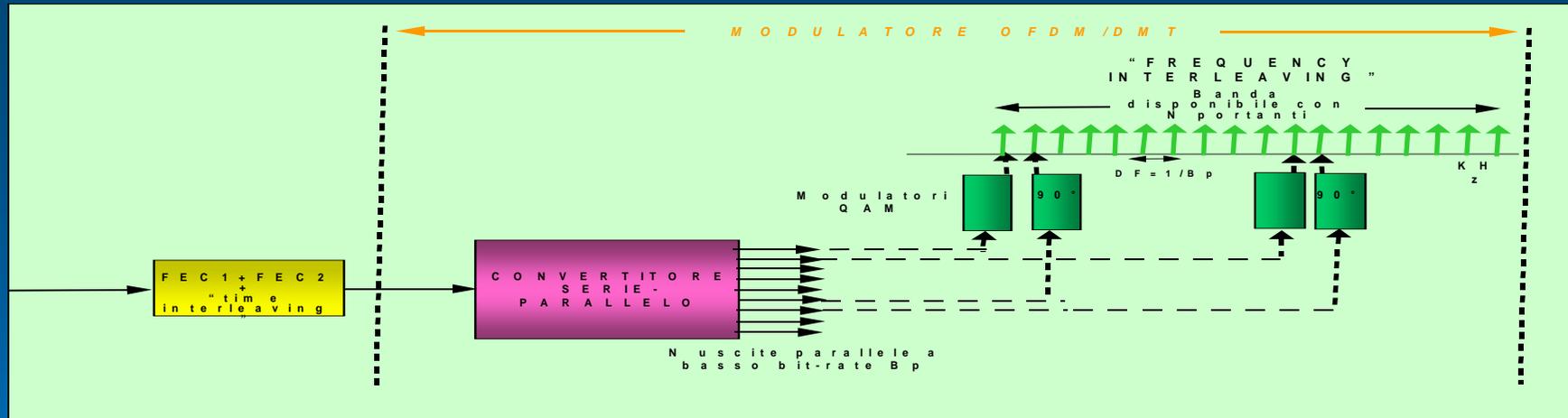


Schema trasmissivo: codifica di canale e modulazione

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



Schema di modulazione OFDM/DMT



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO:

- 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 inversa discreta di Fourier (IDFT) implementata attraverso la IFFT ("Inverse Fast Fourier Transform" 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 adottabile in DVB-T, ma sfruttato in ADSL con pilota ritorno: Fig 4)

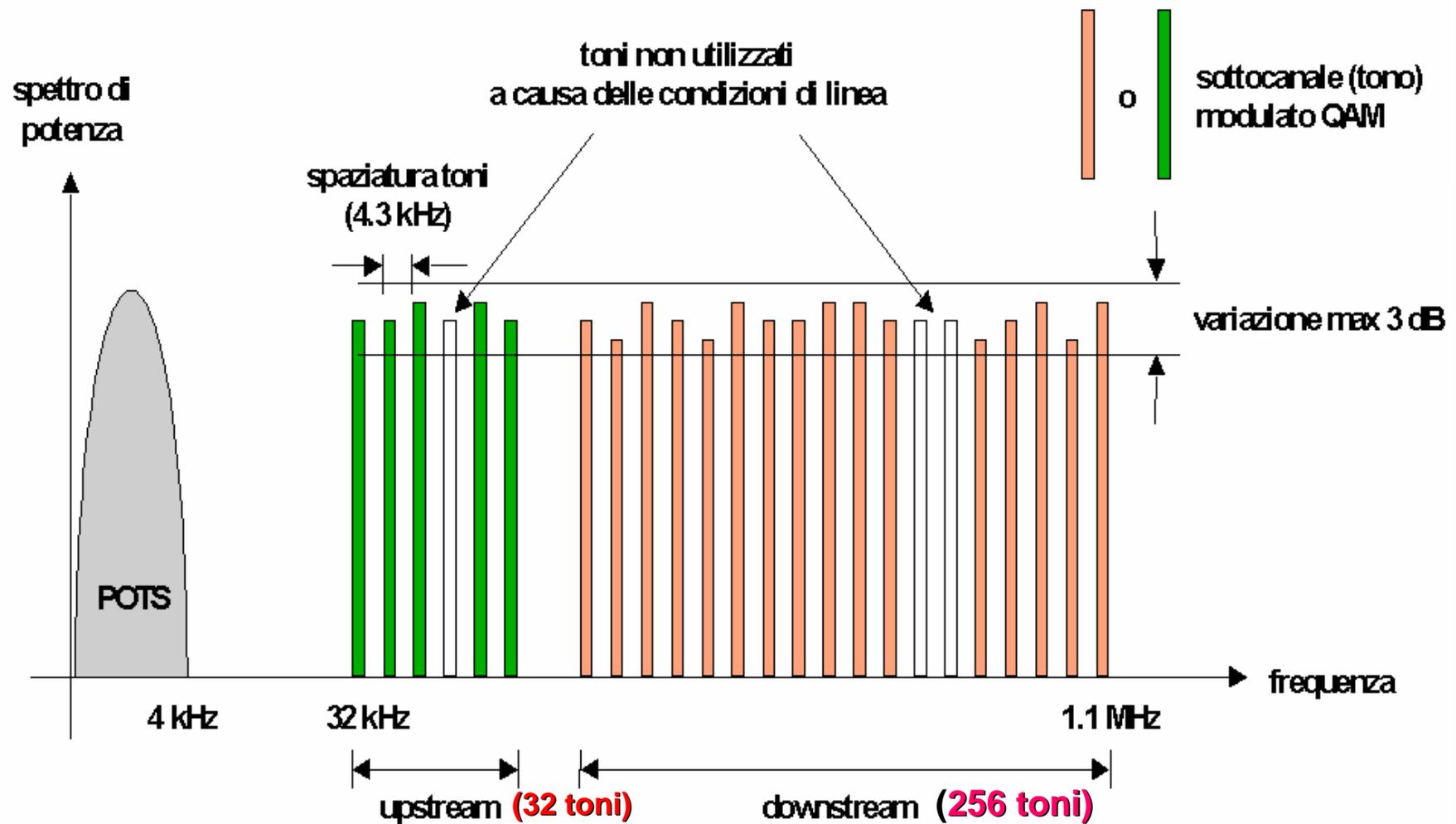


Fig. 4 Toni dei sistemi DSL

Parametri del sistema ADSL

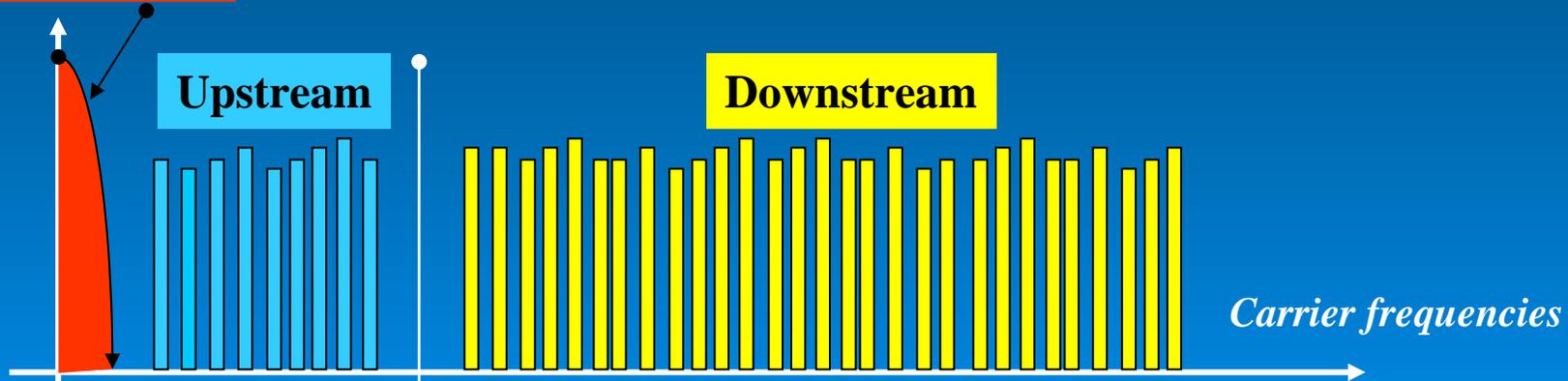
- ***$N_d = 256$ portanti (downstream)****
- ***$N_u = 32$ portanti (upstream)***
- ***Distanziatura tra portanti = 4,3125 kHz***
- ***$T = 250 \mu\text{s}$ (tempo di simbolo della codifica DMT)***
- ***Nelle condizioni di maggior rumore si opera con 2 bit per simbolo: nel tempo T si modulano le 256 portanti trasportando 512 bit in $250 \mu\text{s}$ ossia nei 4000 tempi di simbolo al secondo, una bit-rate minima di circa 2Mb/s***

Parametri del sistema DMT per ADSL

1-256 (n) : toni (portanti) allocati a $n \times 4,3215\text{kHz}$

Modulazione per portante:
da QAM-4 (2 bits /symbol) fino a QAM-16.384 (14 bits /symbol)

POTS/ISDN



1	7	29	38	ADSL over POTS	256	toni
4	30	125	165		1100	kHz

1	28	56	65	ADSL over ISDN	255	tones
18	120	240	280		1100	kHz

320 64 kHz

Famiglia di apparati XDSL

- **HDSL: 2 Mbit/s downstream, 2 Mbit/s upstream su un unico doppino (per applicazioni per PMI)**
- **ADSL: “high-speed downstream”, “medium speed upstream” (per applicazioni residenziali o SOHO (“Small Office Home Office”)) in luogo del POTS o ISDN**
- **ADSL –Lite : a bassa velocità semplifica impiantistica domestica**
- **SDSL: “medium-high speed downstream” e “upstream”**
- **VDSL: “very high aggregate speed” per corte distanze (centinaia di metri) (per i campi applicativi vedi Figura successiva)**

Sistema	Velocità di cifra flusso downstream (Kbit/s)	Velocità di cifra flusso upstream (Kbit/s)	Codice di linea	Portata in Km (sezione condutt. 0,4 mm)
DSL (Accesso ISDN)	160	160	4B3T 2B1Q	4 4
HDSL – 3 coppie	3 x 784	3 x 784	2B1Q	Circa 3,5
HDSL – 2 coppie	2 x 1.168	2 x 1.168	2B1Q CAP	3,5 circa 3,5
HDSL – 1 coppia	1 x 2.320	1 x 2.320	2B1Q CAP	Circa 2,5 3
SDSL	Fino a 1 x 2.320	Fino a 1 x 2.320	Da definire	3
ADSL	Fino a 10.000	Fino a 10.000	DMT ^ CAP*	Fino a 5 Fino a 5
VDSL	Fino a 50.000	Fino a 50.000	SDMT /CAP	Fino a 1-1,5
G.lite o splitterless	Fino a 2.048	Fino a 300	DMT	Fino a 5

Tabella 1: caratteristiche tecniche della famiglia DSL

^ **DMT: Discrete MultiTone (J. Gioffi per ADSL)**

* **CAP: Carrierless AM/PM (ATT per HDSL)**

***5.6 Distribuzione da sistemi
digitali terrestre (DVB-T ovvero
DTT: Digital Terrestrial Television)***



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

- **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**

5.7 Lo standard DVB-H (Mobile-TV)

(DVB-H: Digital Video Broadcasting - Handheld)

Il DVB-H: nasce per risolvere i problemi di ricezione mobile del DVB-T

- **Diffusione di servizi multimediali (radiofonia, televisione, multimedialità) a terminali portatili di piccole dimensioni (*handheld*)**
 - **Basso consumo (tecnica del “time slicing”)**
 - **Robustezza rispetto ai disturbi del canale mobile**
 - **Utilizzo dei sistemi più innovativi di codifica audio/video**
 - **Utilizzo COMPATIBILE delle reti DVB-T**



DVB-H

Principali caratteristiche



- **Servizi incapsulati su IP (streaming) con nuove codifiche audio/video che incrementano (~raddoppiano) l'efficienza**
 - **Codifica audio: MPEG-4 - AAC**
 - **Stereo di buona qualità a 45 – 64 kbit/s**
 - **Codifica video H.264 oppure VC9 (Microsoft)**
 - **Risoluzione video tipica: CIF (360x288) o QCIF**
 - **Bit-rate tipico: 200-500 kbit/s**



DVB-H

Principali caratteristiche

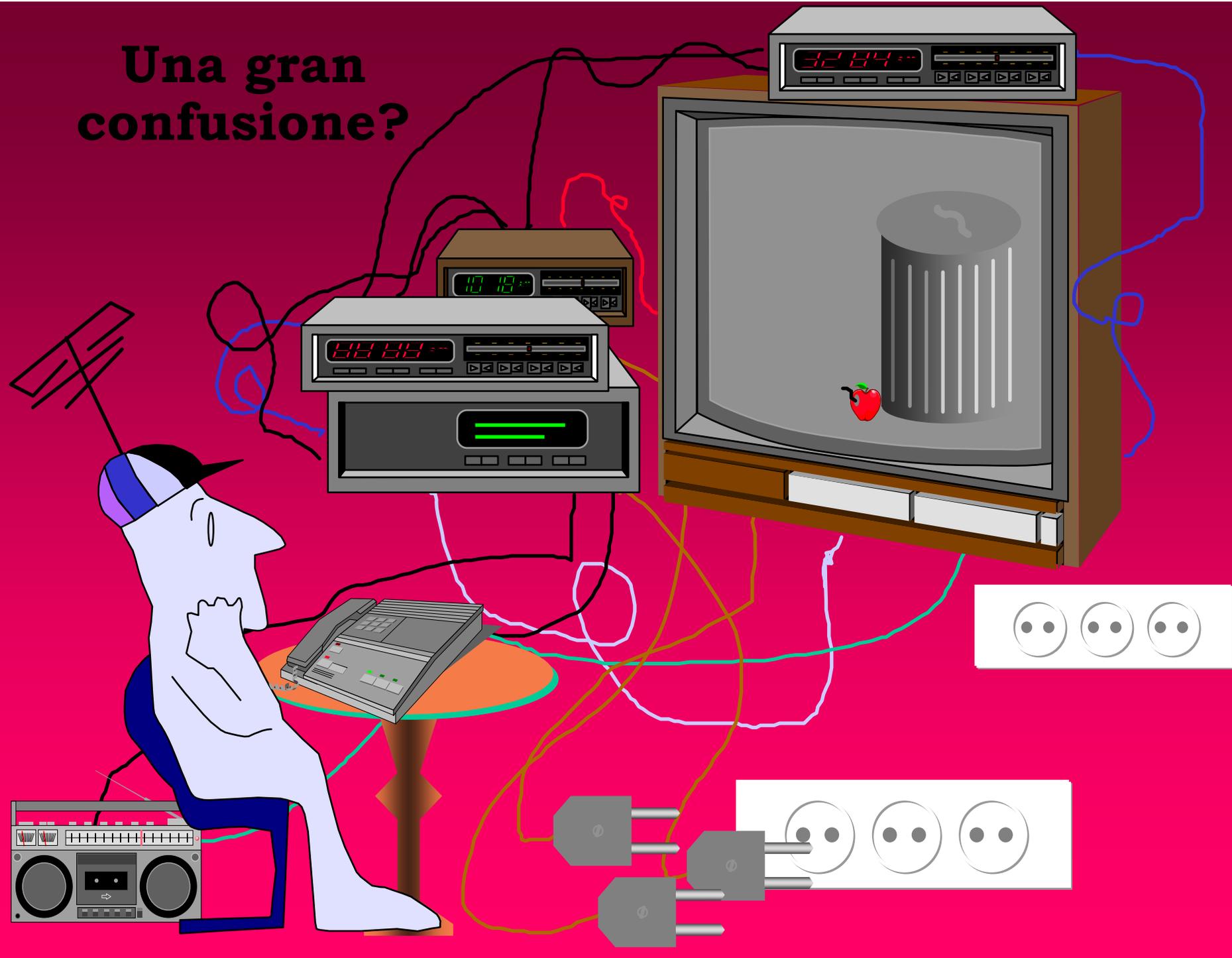
- **“Compatibilità” con il DVB-T:**
 - **I segnali DVB-H possono essere trasmessi in un MUX DVB-T senza disturbarne i servizi MPEG-2 e viceversa**
 - **Ma... i set-top box DVB-T non decodificano i segnali DVB-H e viceversa**

Funzionalità aggiuntive rispetto al DVB-T

- Incremento della durata della batteria nel terminale portatile (con la tecnica del time slicing il processore viene spento nel tempo in cui non riceve i pacchetti di interesse con risparmio di batteria fino al 90%)
- Maggiore *robustezza* al rumore impulsivo e all'effetto Doppler (alte velocità)
 - = Ricezione indoor & basse velocità
 - = Ricezione outdoor & alte velocità
- Facilità di handover tra celle per la ricezione mobile
- Funzionalità estese per reti SFN ("Single frequency Network")

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

**Una gran
confusione?**



7. Una piccola conclusione

**La tecnica sta evolvendo rapidamente
offrendo tutte le più svariate
soluzioni.....**

**.....ma dal punto di vista dei programmi e
dei servizi è in corso un analogo
sviluppo?.....**

.....*Possiamo dormire sonni tranquilli??..*

Possiamo dormire sonni tranquilli ?





ROMA
La Sapienza
15.6.06

