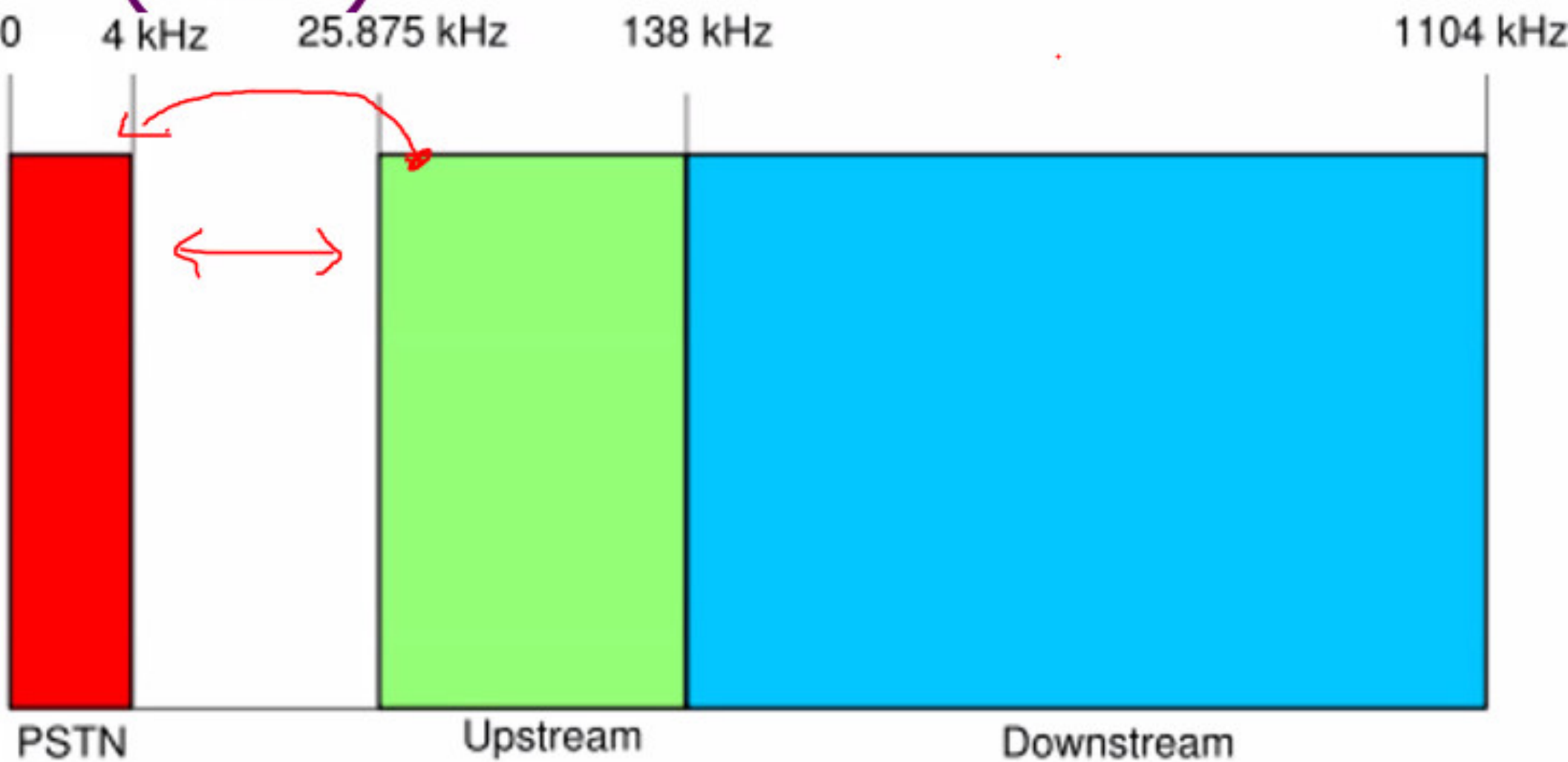


Divisione tipica della banda ADSL (FDM)



Canali indipendenti?



- ◆ Indipendenti significa che ogni canale viene trattato come una connessione telefonica a sé stante:
- ◆ si usa tipicamente una specie di V.34 e come nel caso di una singola connessione modem, c'è controllo costante sulla qualità della trasmissione
- ◆ → ogni canale può essere rallentato/accelerato indipendentemente

I vari standard ADSL



- ◆ **ADSL Lite:**
1.5Mbit/s downstream, 0.5Mbps upstream
- ◆ **ADSL:**
8Mbit/s downstream, 1Mbps upstream
- ◆ **ADSL2:**
12Mbit/s downstream, 1Mbps upstream
- ◆ **ADSL2 (Annex J):**
12Mbit/s downstream, 3.5Mbps upstream

Standards ADSL (cont.)



- ◆ **ADSL2+ :**

- 24Mbps downstream, 1Mbps upstream

- ◆ **ADSL2+ (Annex M) :**

- 28Mbps downstream, 3.5Mbps upstream

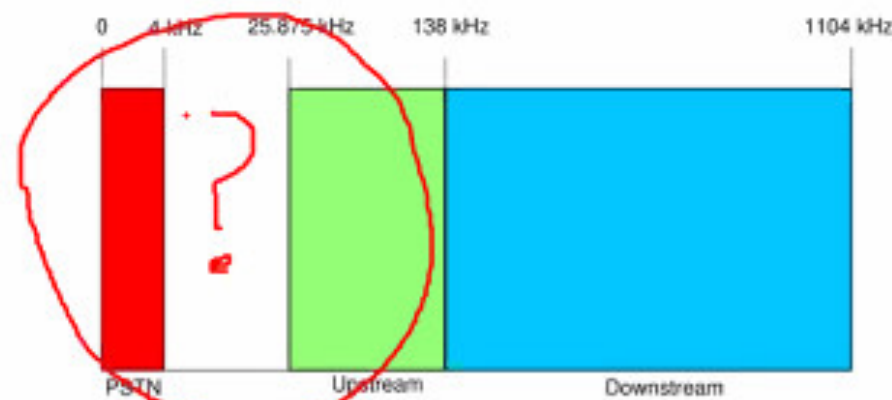
- ◆ Nota: le ADSL2+ usano una banda doppia, cioè **2.2Mhz** invece che **1.1Mhz**
→ hanno bisogno di una linea particolarmente buona

Varianti "all-digital"



- ◆ Le ADSL2 e ADSL2+ supportano anche varianti "***all-digital***" (completamente digitali), in cui si guadagnano 256Kbps in upstream rinunciando alla parte voce (POTS)

[utile ad esempio per linee dedicate in uffici etc.]



Ma...

◆ 24Mb / 28Mb al massimo con l'ADSL2+
???



Soluzione...

- ◆ Spingiamo sull'acceleratore basandoci sul fatto che con la fibra abbiamo (in teoria) molto meno cavo in rame UTP3 tra noi e il provider



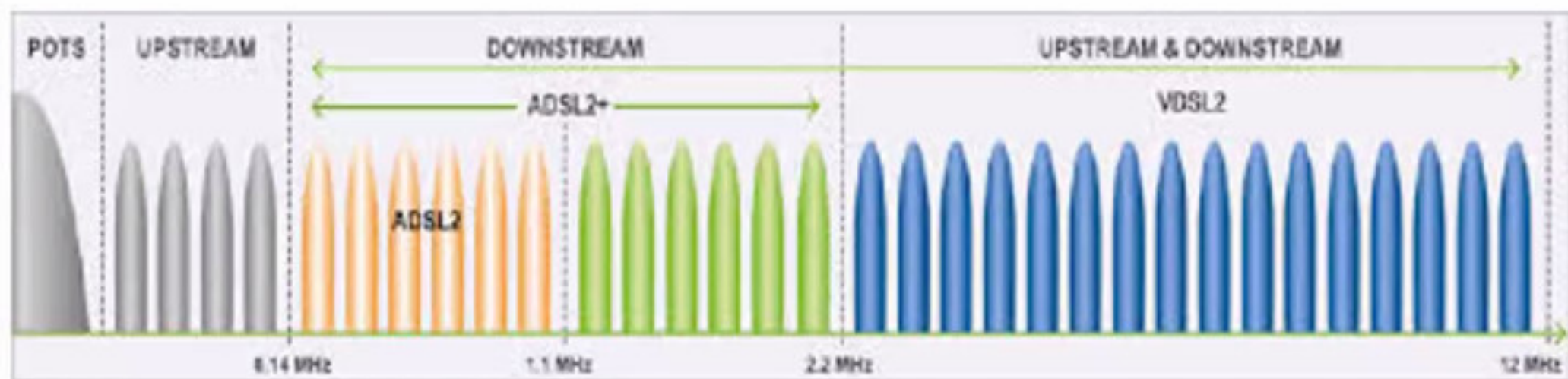
xDSL: ADSL \rightarrow VDSL

- ◆ **VDSL** = **V**ery high-speed **DSL**
- ◆ Anche detta informalmente «Video DSL»... (spinta dagli USA...!)



VDSL

- ◆ Essenzialmente come l'ADSL, solo che osiamo usare frequenze ancora più alte, sperando il (poco?) cavo UTP3 non le distrugga troppo



Tipi di VDSL

- ◆ **VDSL**, nel 2001 (QAM):
55Mb download, 3Mb upload
- ◆ **VDSL2**, nel 2006 (FDM):
200Mb download, 100Mb upload
- ◆ **VDSL2+**, nel 2011 (FDM):
300 Mb download, 100Mb upload

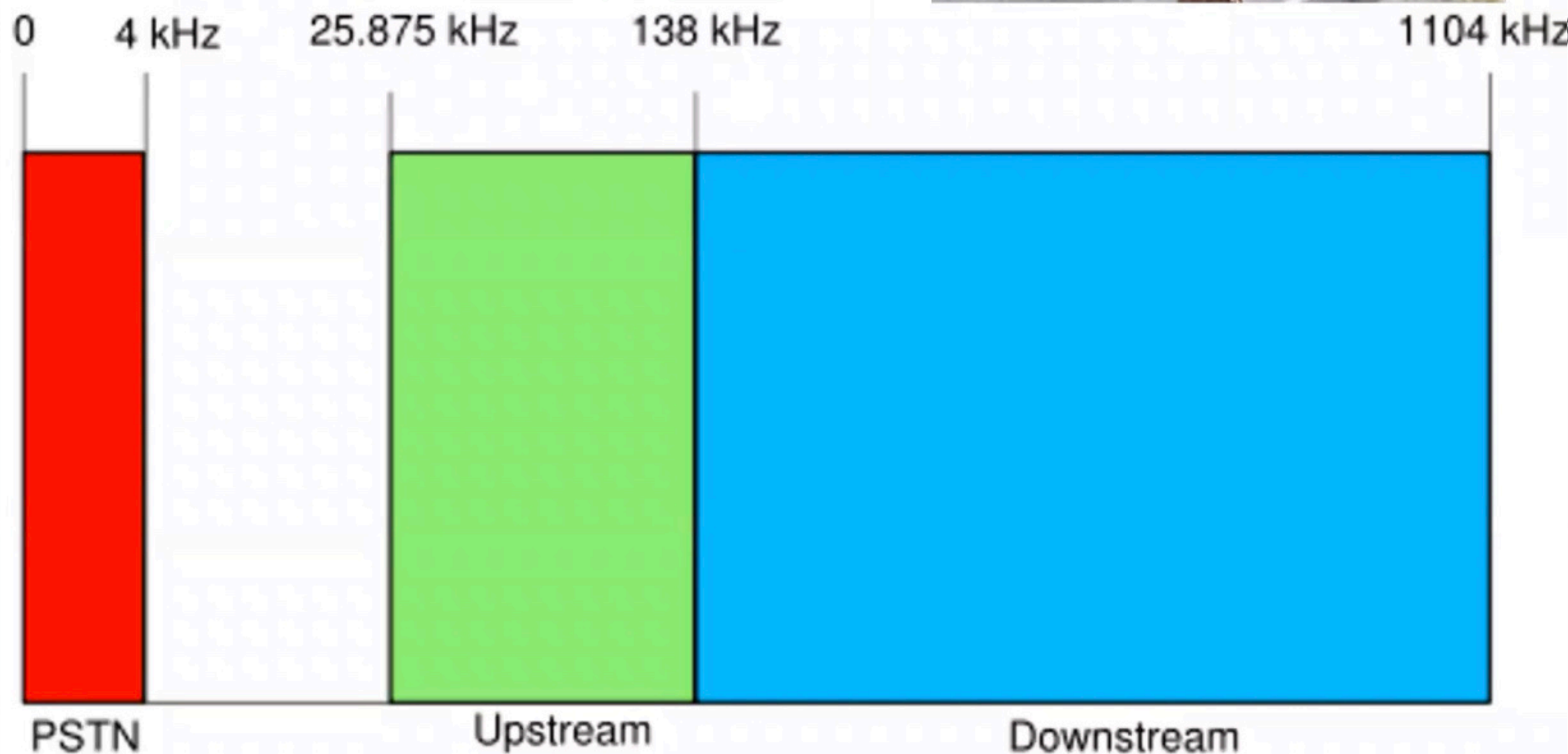
Nota...



- ◆ Dipende sempre da quanto cavo UTP3 c'è di mezzo
- ◆ Ad esempio, con 1600m di cavo tra noi e il provider, la VDSL2 diventa uguale all'ADSL2...
(bye bye vantaggi della fibra!!!)
- ◆ FTTH = Fiber To The Home (!) (che non è FTTB = Fiber to the Basement...)

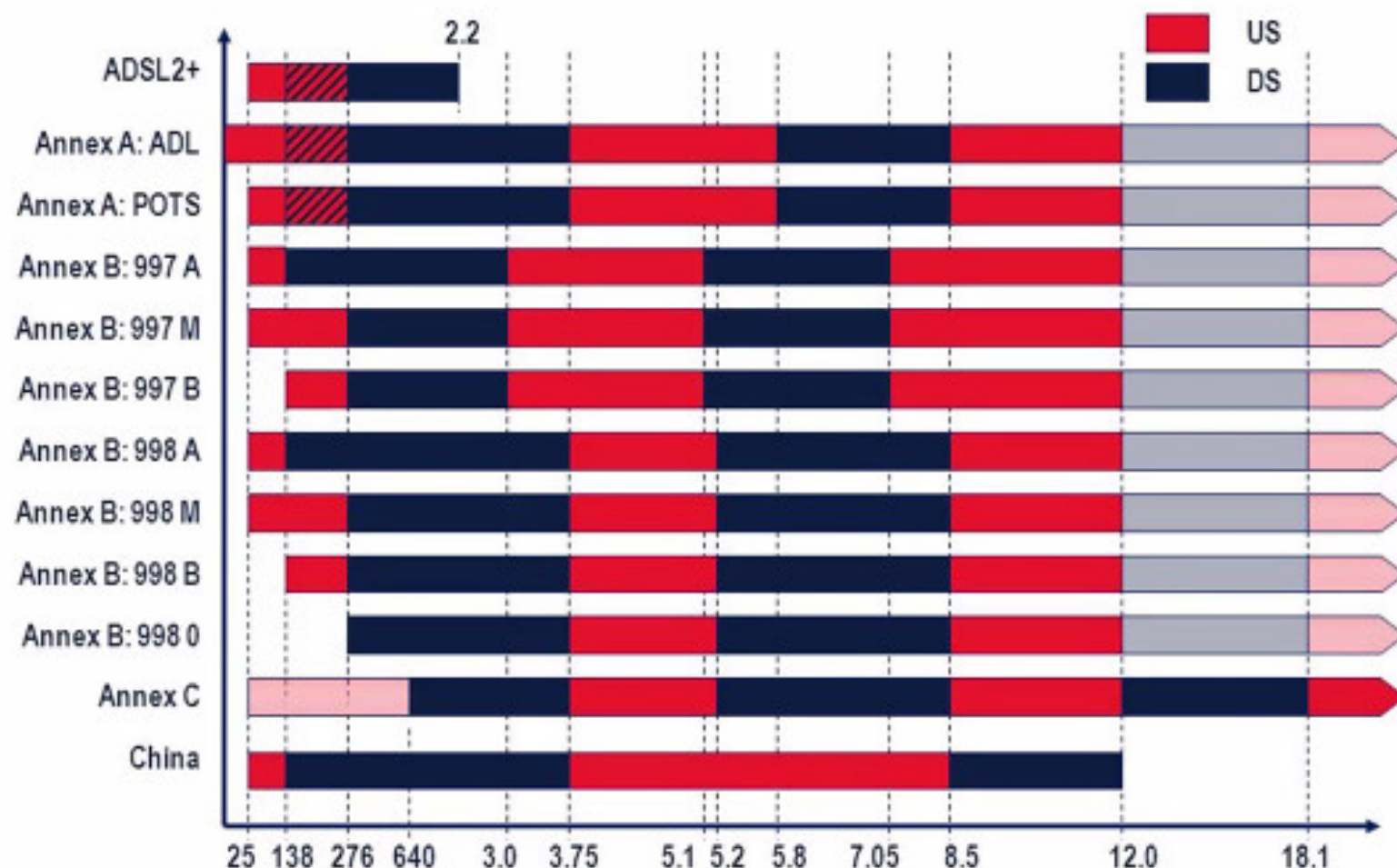
Per finire...

◆ Che scelta facciamo??



Risposta...

◆ Non facciamo una scelta: ***band plans*** !!!

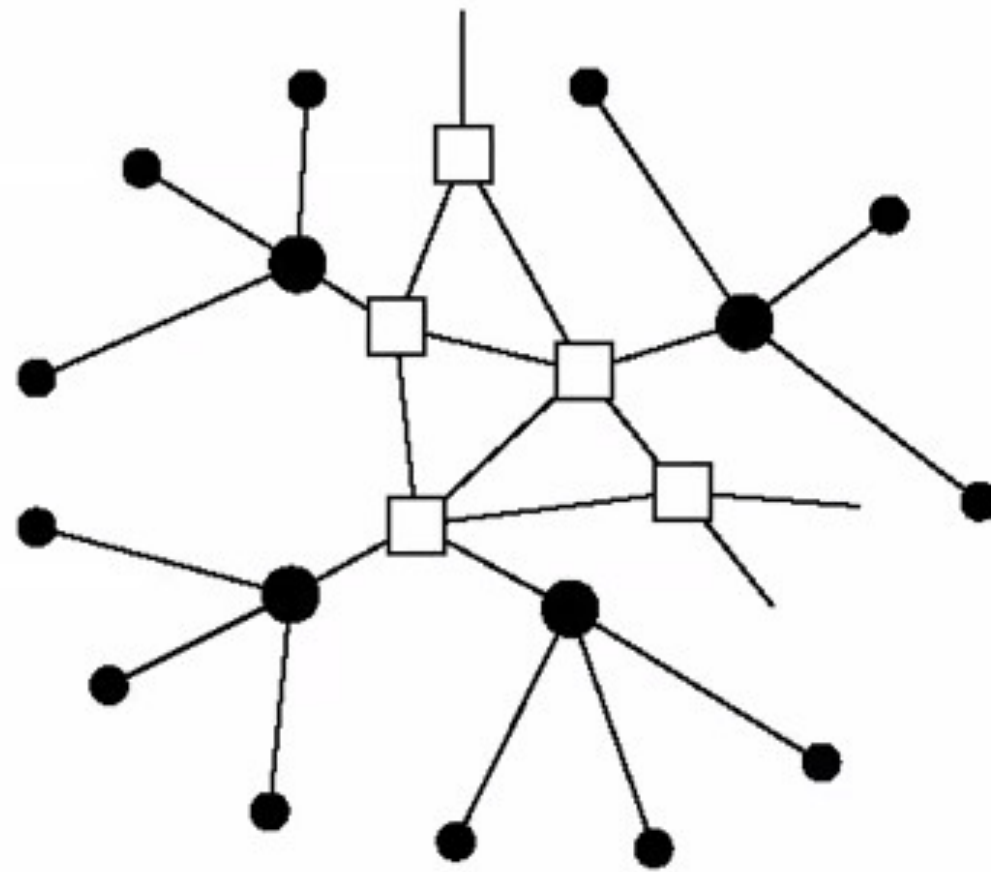


FDM in uso

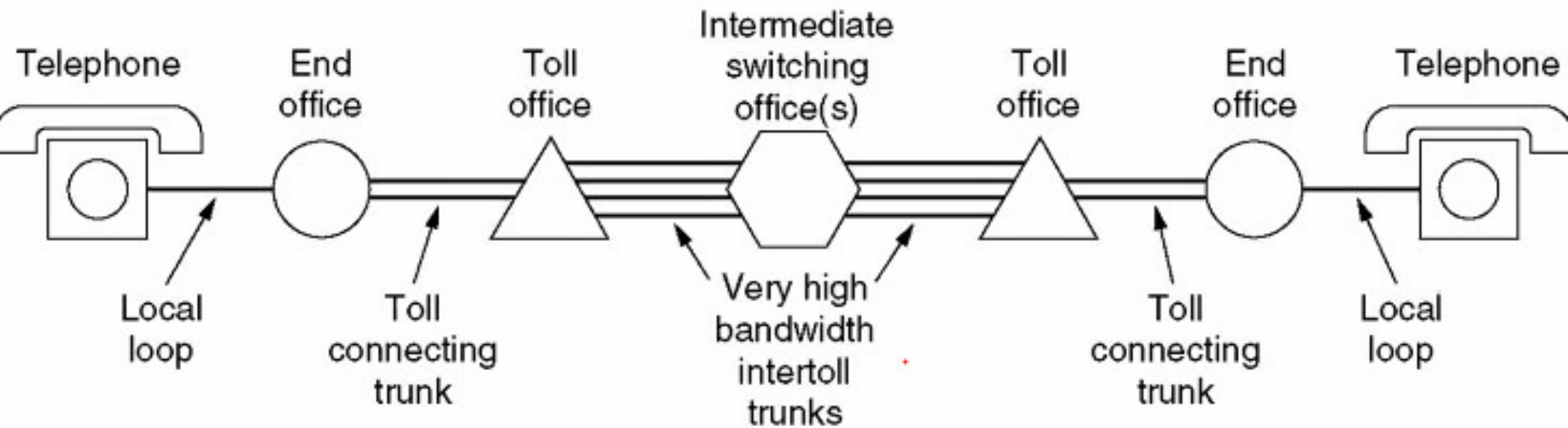
- ◆ Il multiplexing con divisione in frequenza (FDM) non si usa solo per l'**ADSL**, ma si è usata e si usa anche per il ***telefono*** in generale, ***Internet***, e molti altri ambiti (alcuni li vedremo in seguito) di multiplexing

Il telefono "classico"

- ◆ Pensate alla struttura gerarchica del sistema telefonico descritta la scorsa lezione



Telefono e gerarchie



- ◆ Man mano che si sale di gerarchia, servono cavi che portino sempre più segnali (comunicazioni)
contemporaneamente

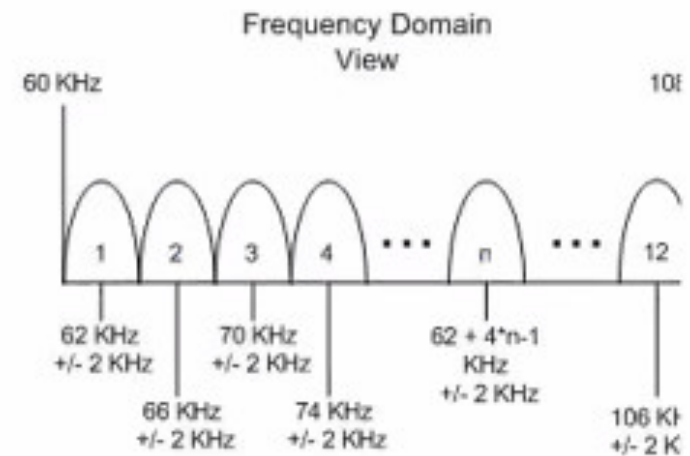
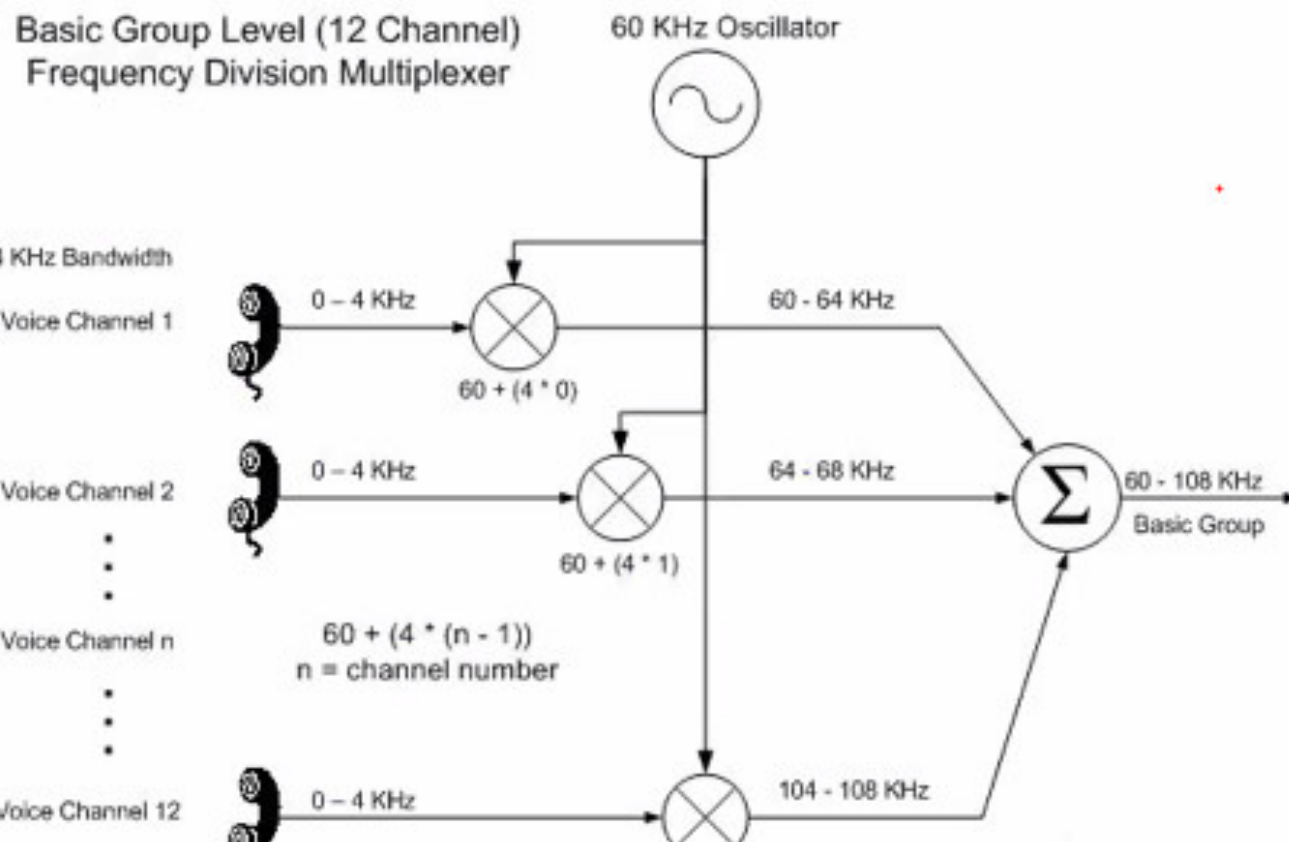
Soluzione: FDM

- ◆ Una soluzione possibile è appunto l'FDM, dove i vari canali voce da 4000Hz si dividono la banda disponibile

Esempio: **group/supergroup/mastergroup**

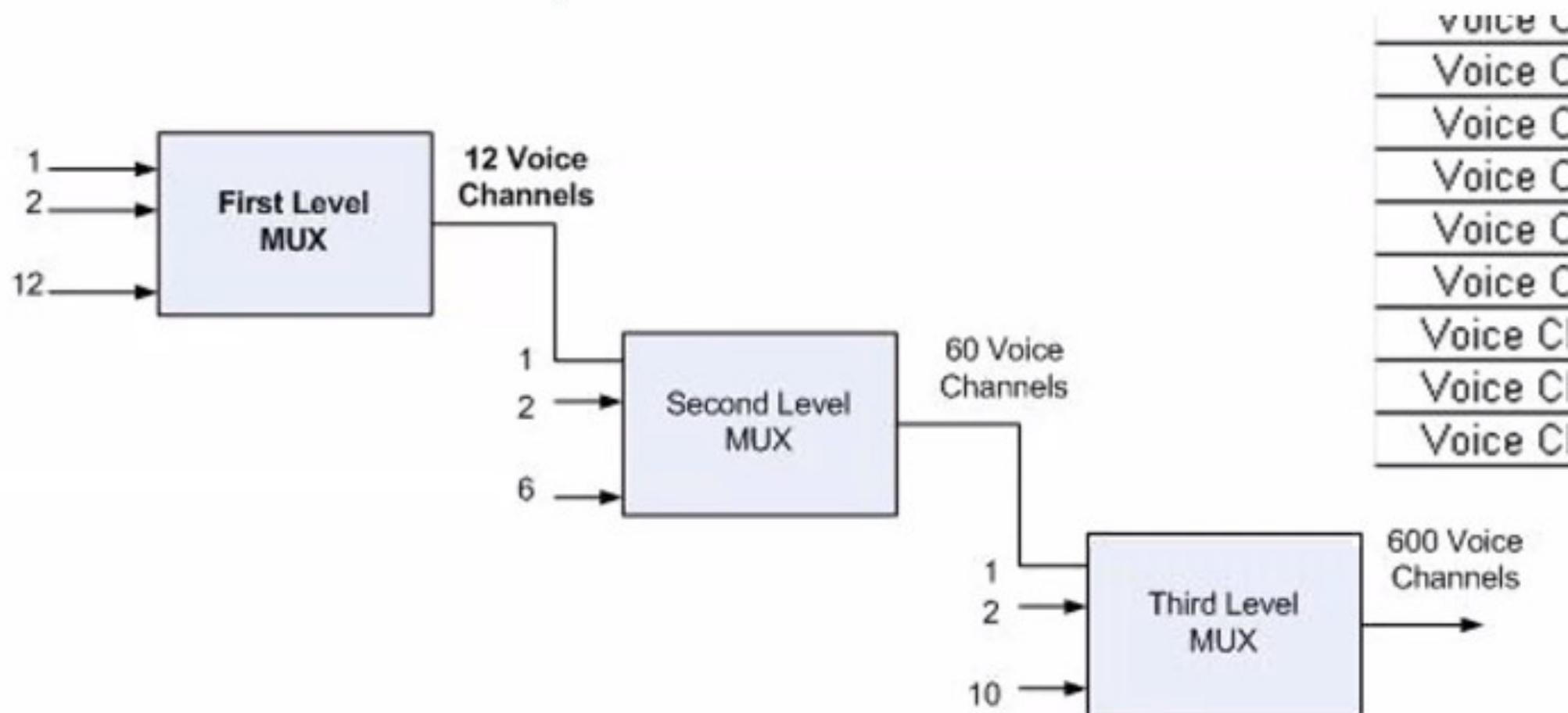
◆ 12 canali voce (4KHz) vanno in 60-108KHz

Basic Group Level (12 Channel)
Frequency Division Multiplexer



Esempio: group/
supergroup/mastergroup

◆ $\rightarrow x_5$ (supergroup) $\rightarrow x_{10}$ (mastergroup)



Quindi...

- ◆ Un mastergroup (terzo livello) può tenere fino a **600 conversazioni** contemporaneamente su un solo cavo
- ◆ Con altri standard si arriva fino a **230000 canali voce (!!)**

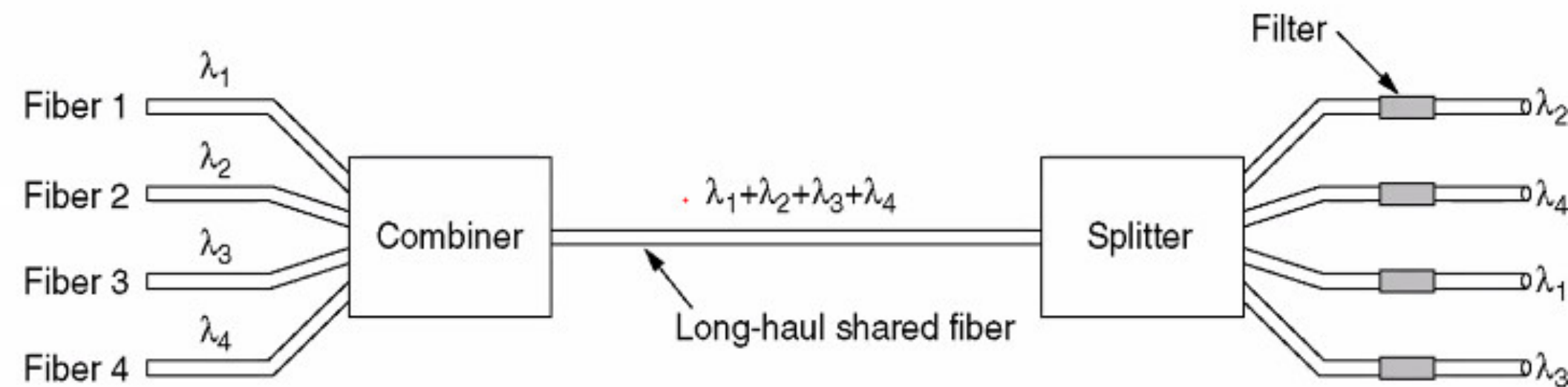
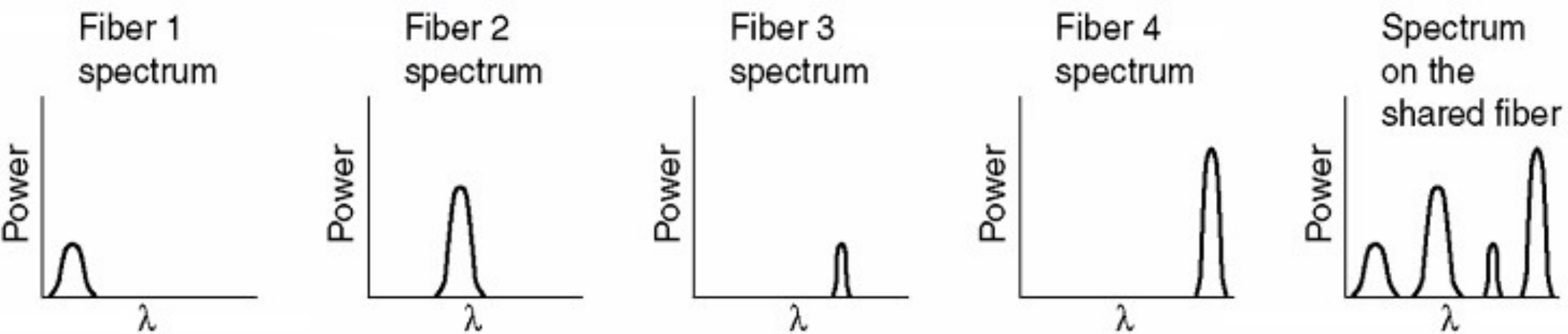


Il caso della Fibra Ottica

- ◆ Nel caso della Fibra, la FDM si chiama **WDM (Wavelength Division Multiplexing)**

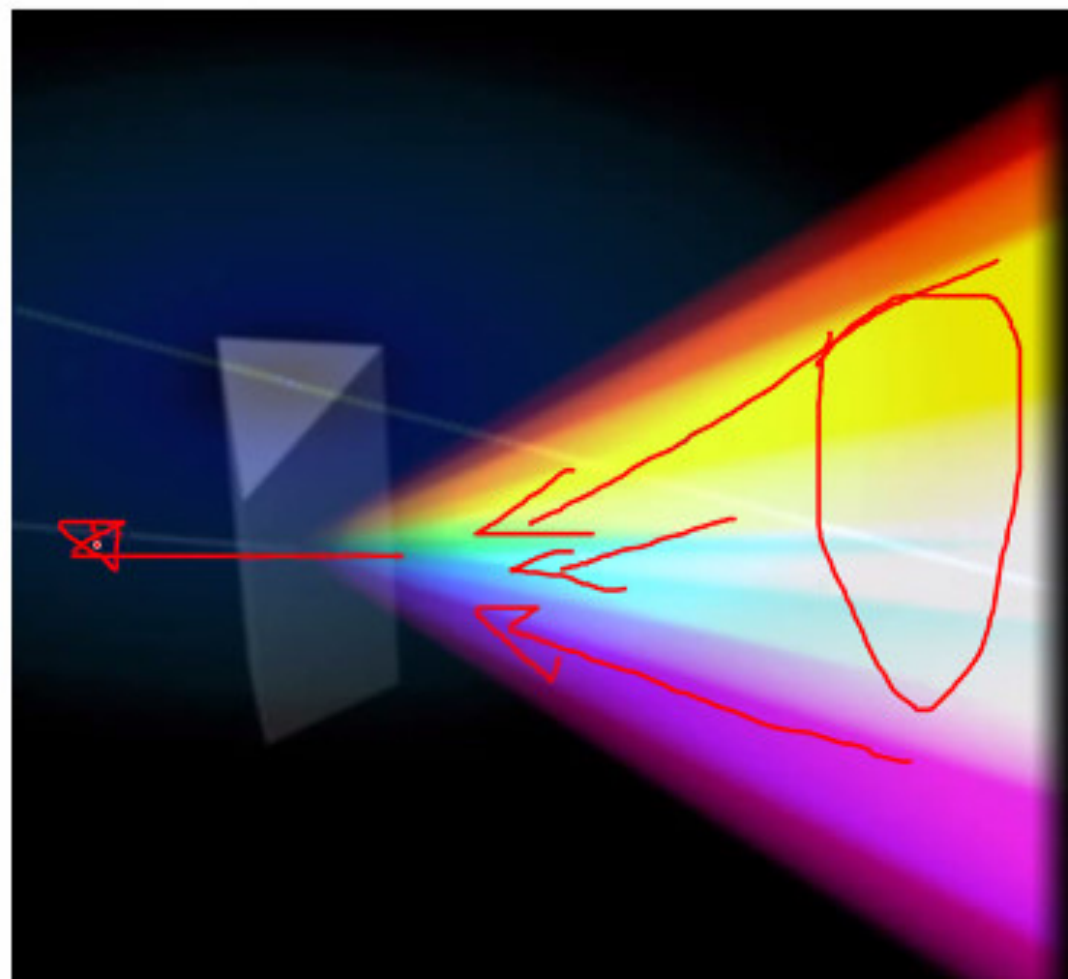


WDM (Wavelength DM)



Interessante notare:

- ◆ Gli encoder e i decoder, trattandosi di luce, possono essere costruiti a tecnologia ***completamente passiva*** (non c'è corrente), e quindi danno componenti molto più affidabili e duraturi



Fibra e WDM: dove si arriva?

- ◆ **1990**: 8 canali da 2.5Gbps (!)
- ◆ **1998**: 40 canali da 2.5Gbps (!)
- ◆ **2001**: 96 canali da 10 Gbps (!)
- ◆ **2007**: 124 canali da 50 Gbps (!!!!!!!!!)
- ◆ Cifre, cifre, cifre.. ma in pratica?

Fibra e WDM...

cifre in pratica...

- ◆ 2001: $96 \times 10 = 960 \text{ Gbps}$
si possono trasmettere ***centosessanta film al secondo (!)***]
- ◆ 2007: $124 \times 50 = 6200 \text{ Gbps}$
- ◆ → ***milletrentatré film al secondo (!!!!!)***



2007... e dopo?

- ◆ Ad esempio 2014: 32000Gbps
si possono trasmettere
***cinquemilatrecentotrentatre film al
secondo (!)]***



2021...

- ◆ 319000Gbps:
si possono trasmettere
***cinquantatremilacentosessantasei
film al secondo (!)***



Ancora multiplexing

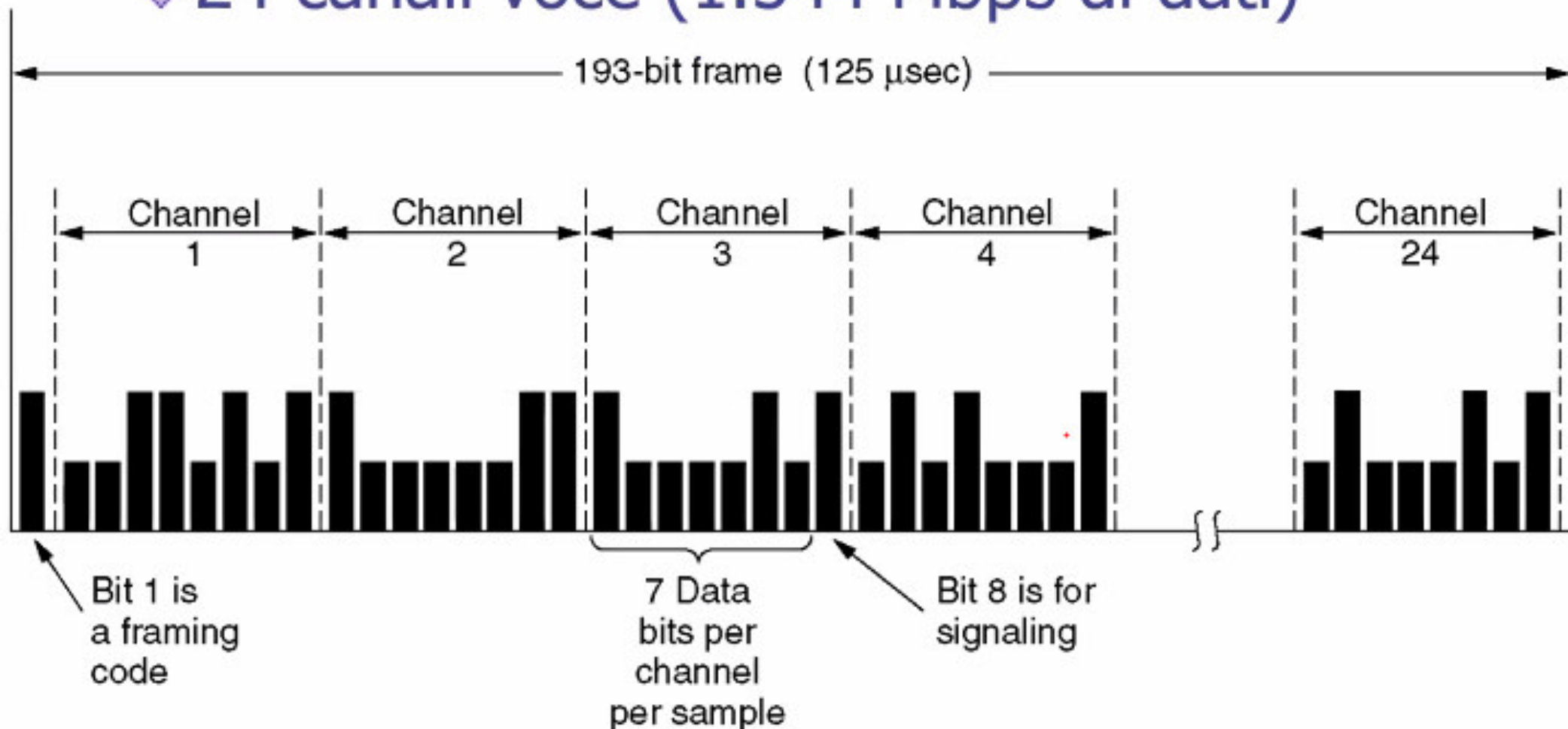
- ◆ Non c'è solo l'FDM (multiplexing in frequenza)
- ◆ Un altro multiplexing che si usa è il **TDM**, multiplexing *temporale*
- ◆ Nella sua incarnazione telefonica è anche detto **PCM (Pulse Code Modulation)**



TDM (Time DM): Linea T1



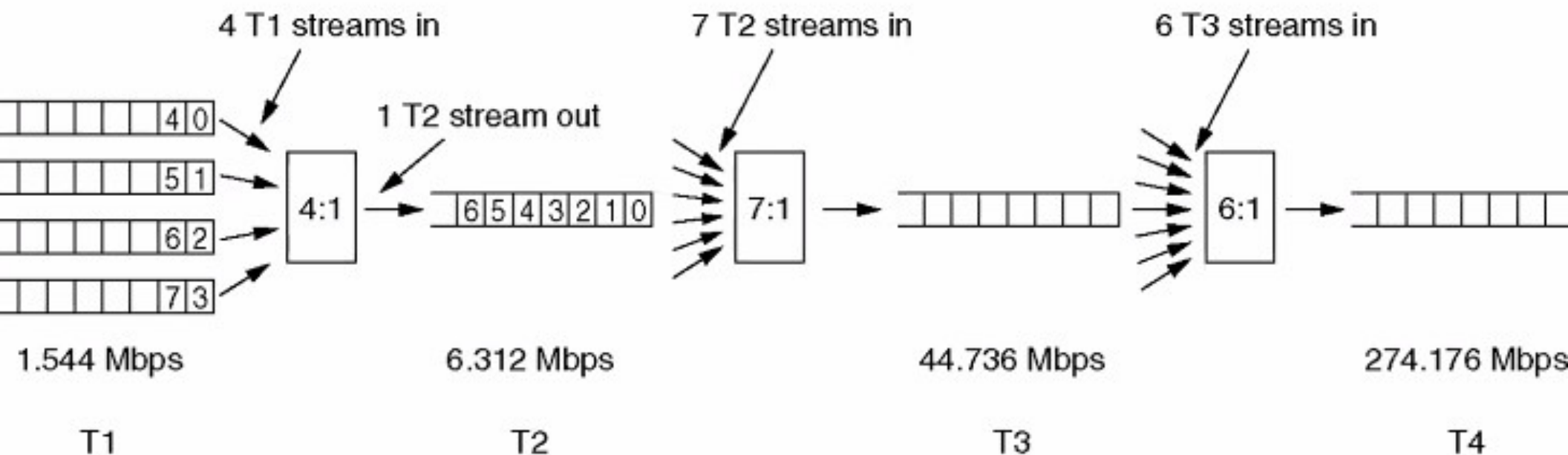
◆ 24 canali voce (1.544 Mbps di dati)



TDM di ordine superiore



◆ Anche qui si può procedere a cascata:
 $T1 \rightarrow T2 \rightarrow T3 \rightarrow T4$



Si usa...?

- ◆ Più di quello che pensate...
- ◆ Ad esempio...:

WAV, PCM Lineare, AIFF



Vediamo ora....



La Televisione



- ◆ Sappiamo che ci sono vari tipi di trasmissione, ad esempio ***satellitare*** e ***digitale***
- ◆ Cosa usano queste trasmissioni?