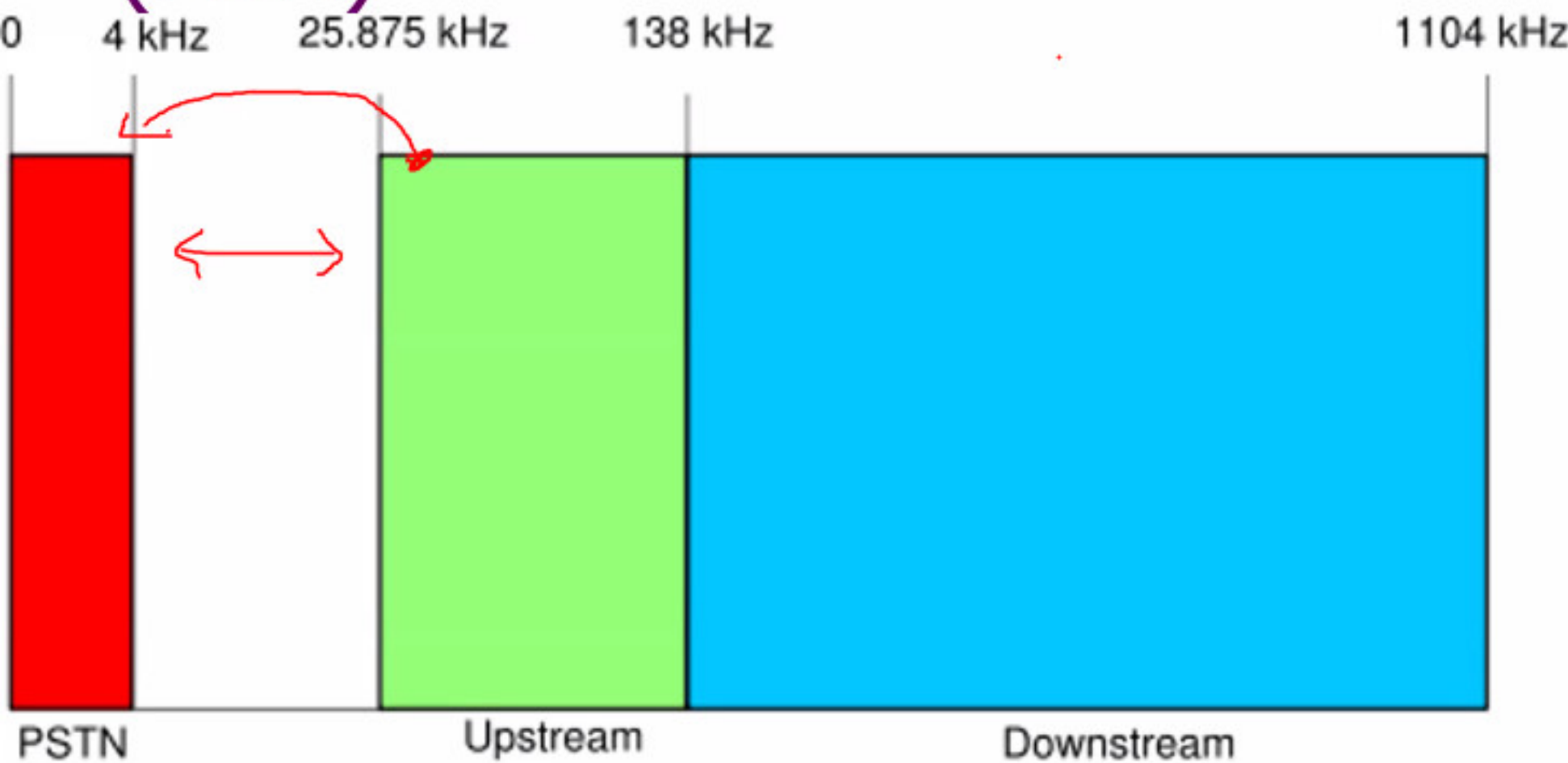


# Divisione tipica della banda ADSL (FDM)



# 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

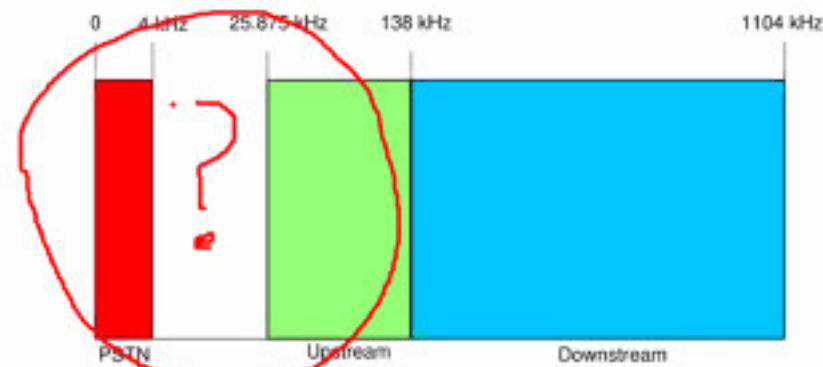


# Varianti "all-digital"



- ◆ 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 → VDSL

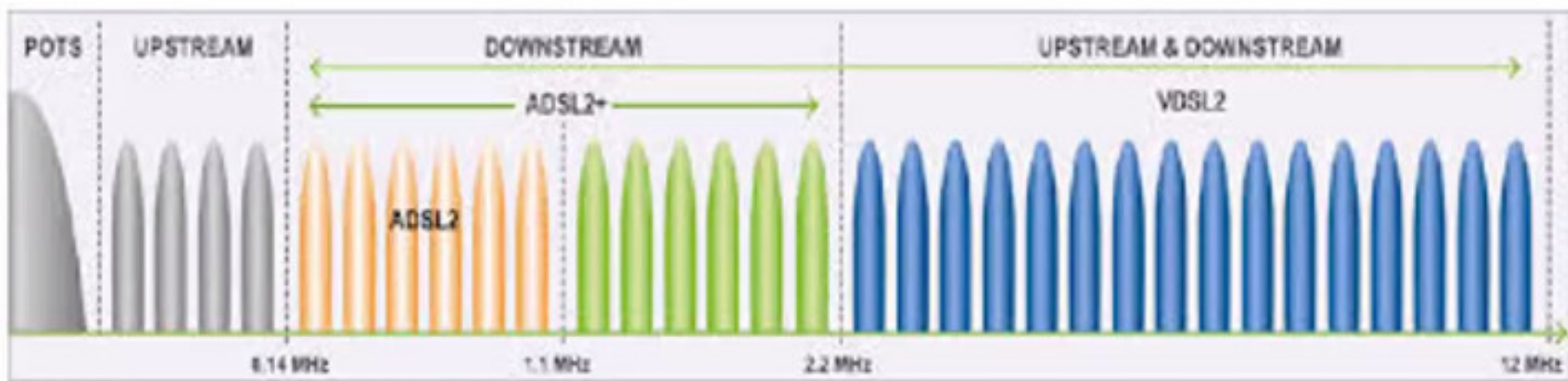
- ◆ **VDSL** = **V**ery high-speed **DSL**
- ◆ Anche detta informalmente  
«Video DSL»... (spinta dagli USA...!)





# 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

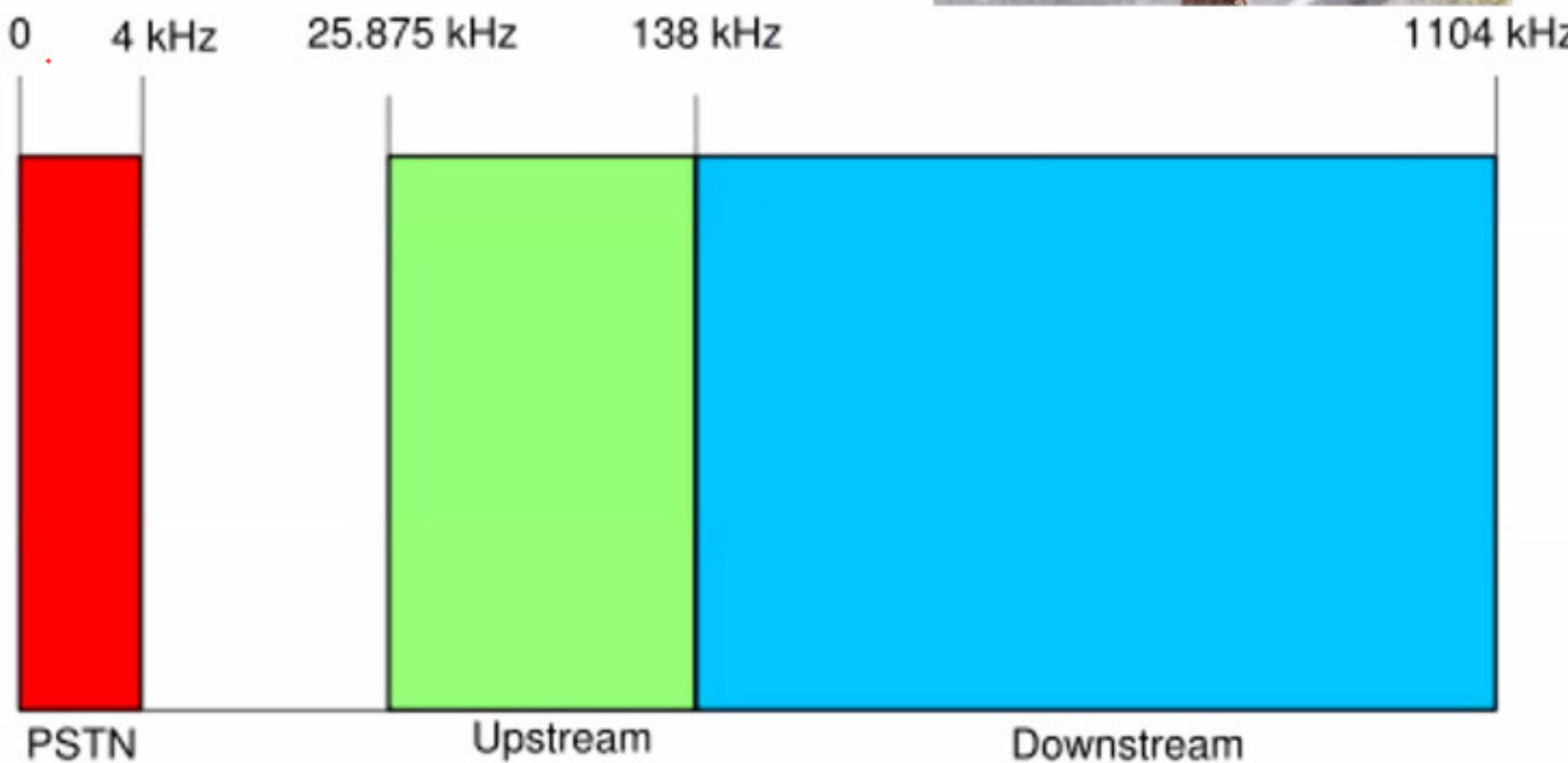
# Nota...



- ◆ 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...)

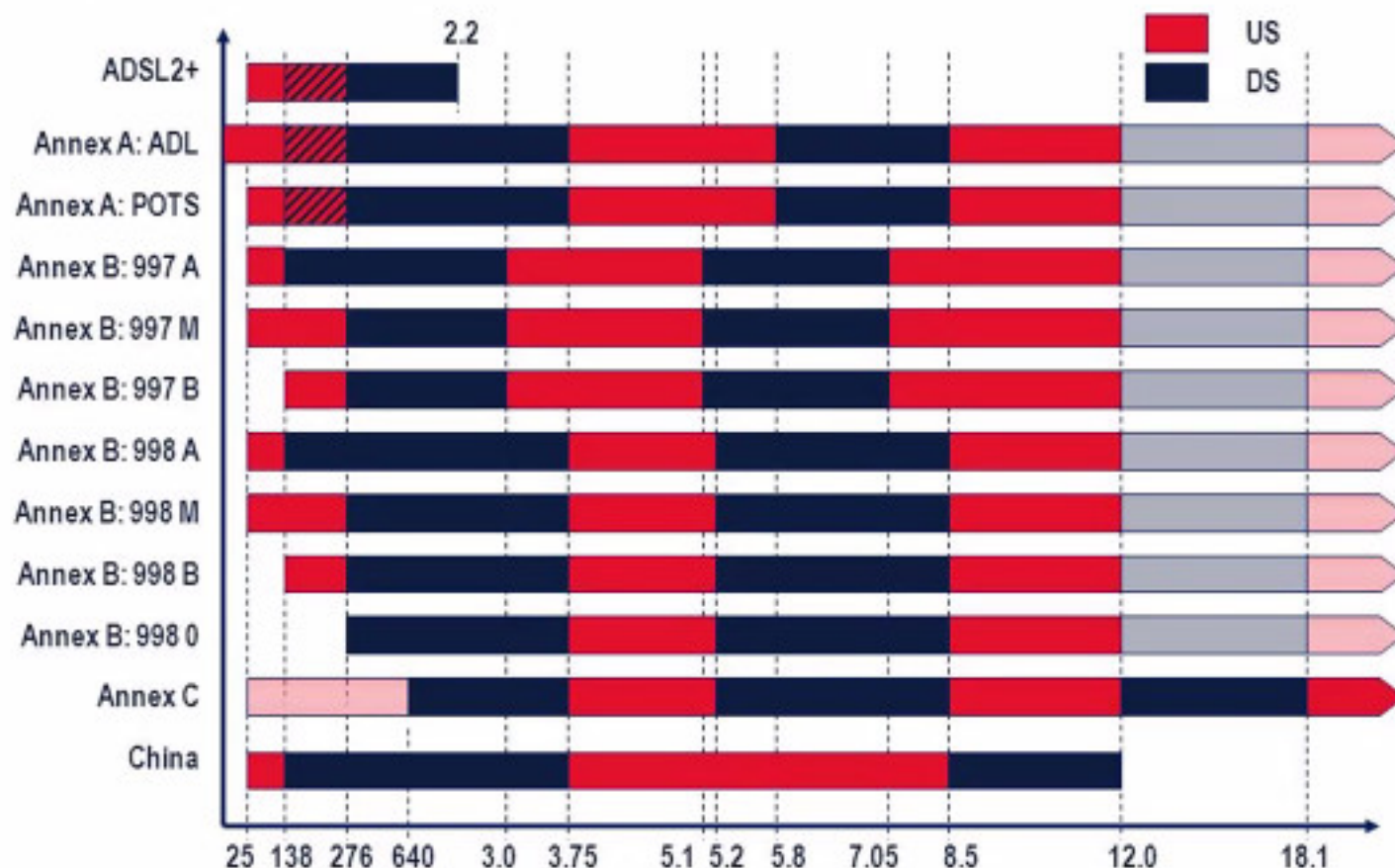


Per finire...



# Risposta...

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



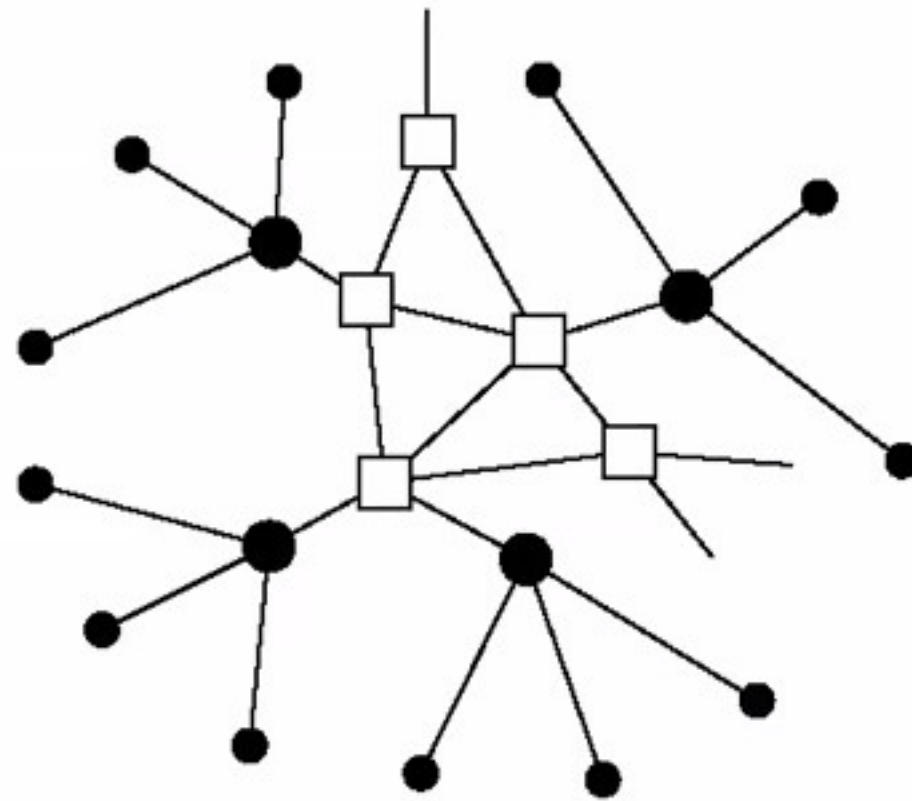
# FDM in uso

- ◆ 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

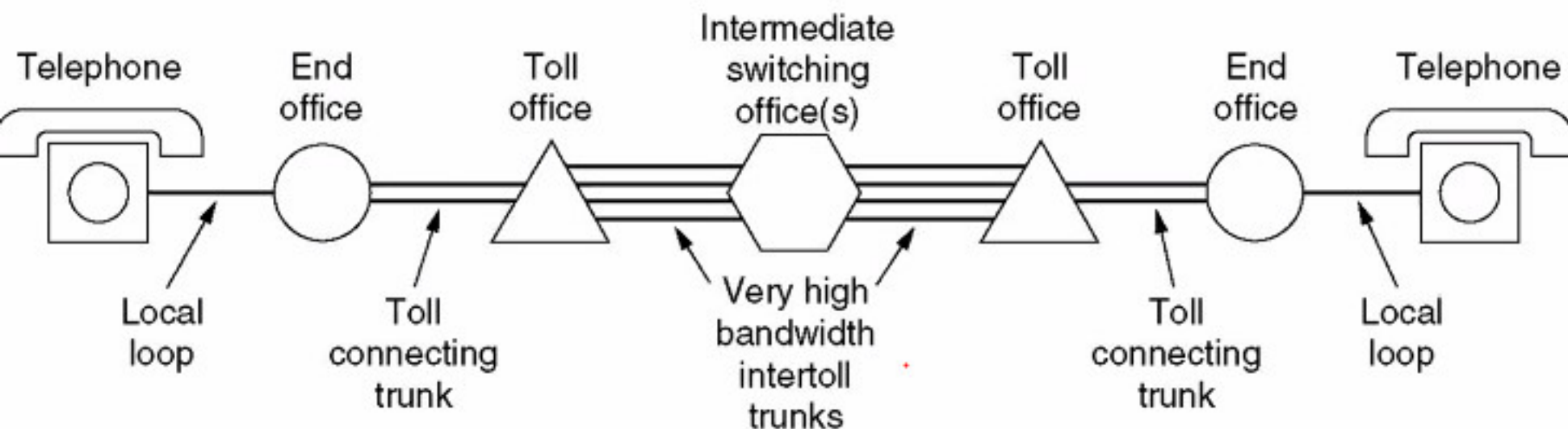


# Il telefono "classico"

- ◆ 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

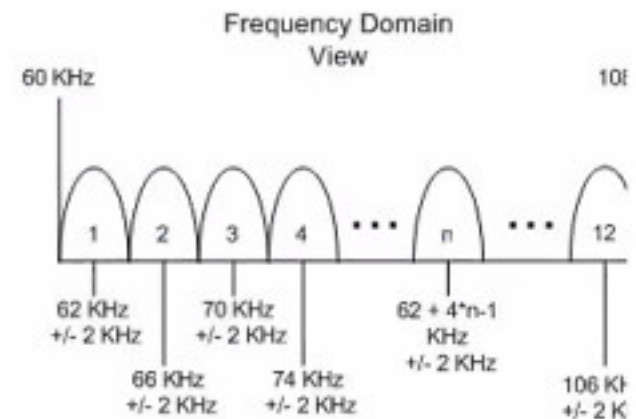
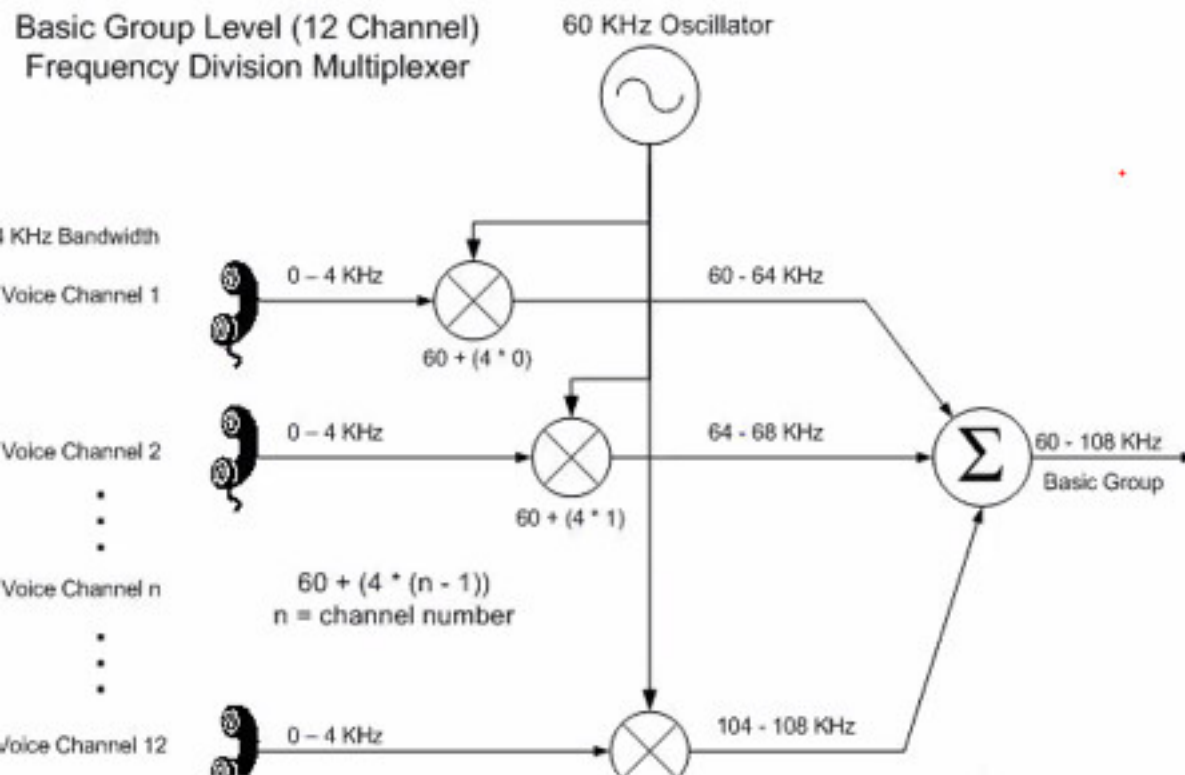
- ◆ Una soluzione possibile è appunto l'FDM, dove i vari canali voce da 4000Hz si dividono la banda disponibile



# Esempio: **group/supergroup/mastergroup**

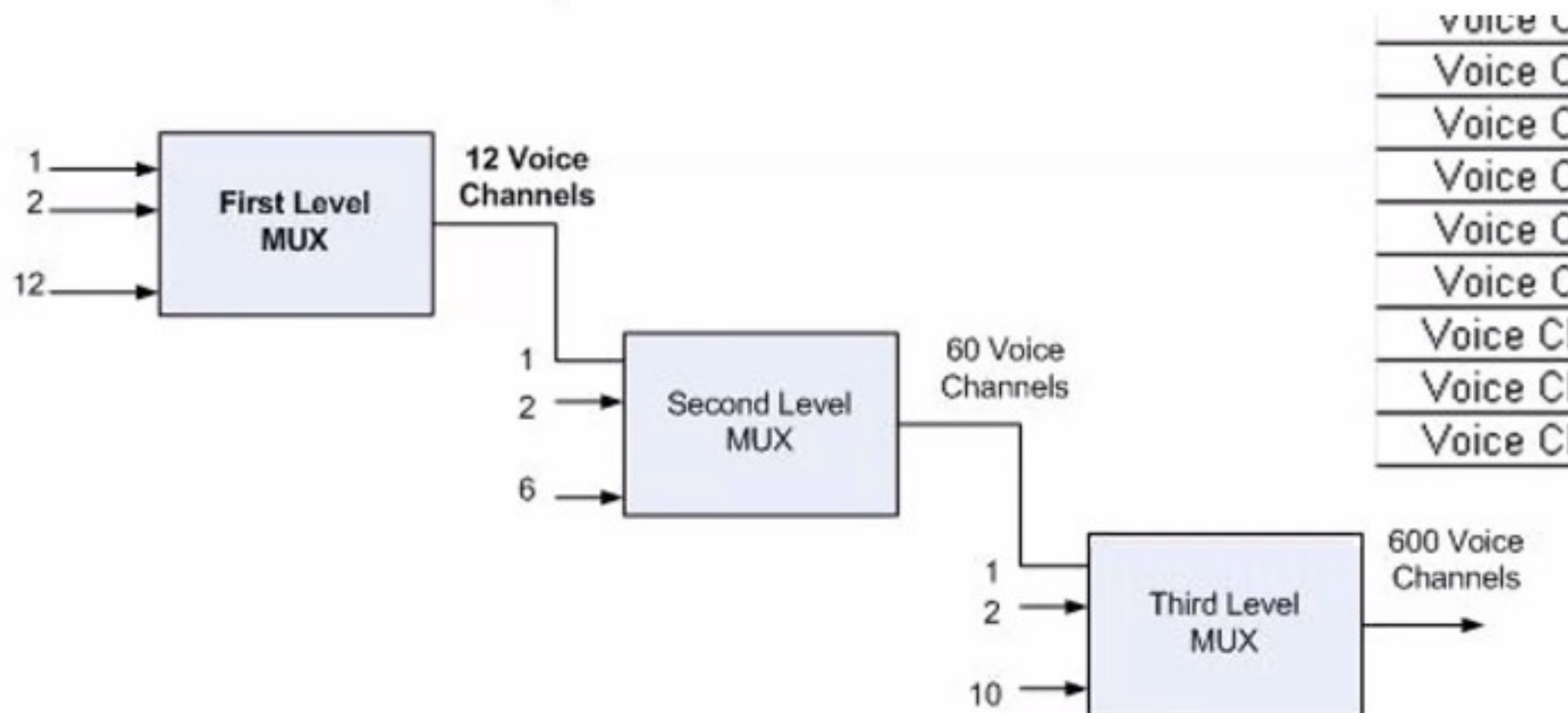
◆ 12 canali voce (4KHz) vanno in 60-108KHz

Basic Group Level (12 Channel)  
Frequency Division Multiplexer



# Esempio: group/ **supergroup/mastergroup**

◆  $\rightarrow x5$  (supergroup)  $\rightarrow x10$  (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 (!!)**



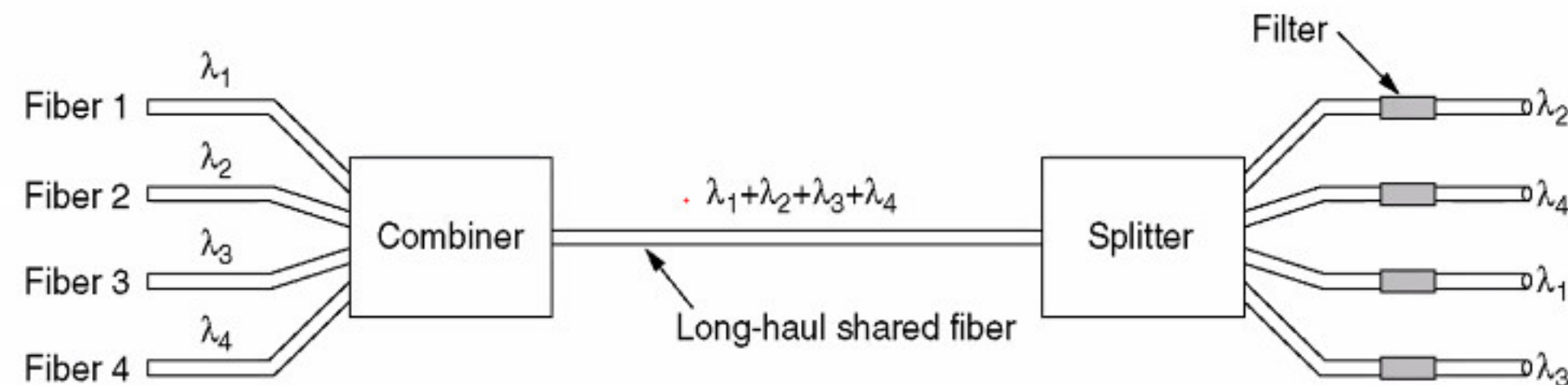
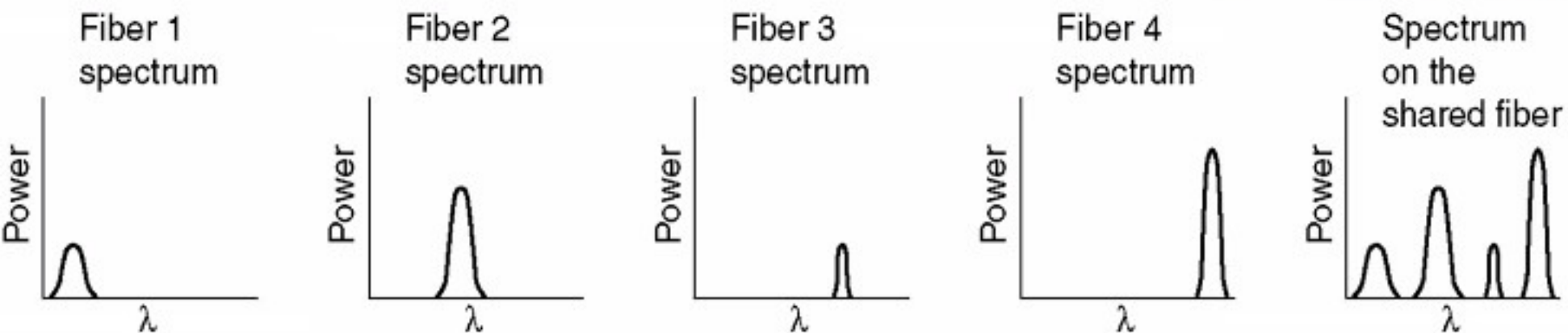


# Il caso della Fibra Ottica

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

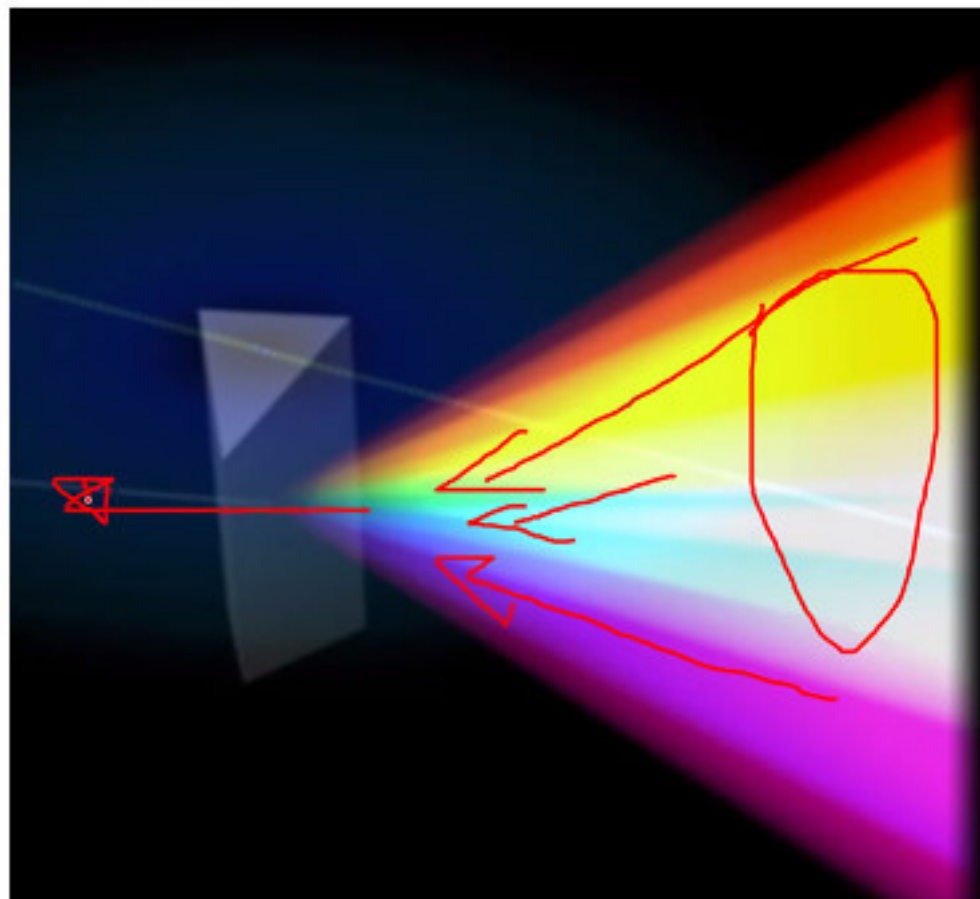


# WDM (Wavelength DM)



# 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 (!) ]***



# Ancora multiplexing

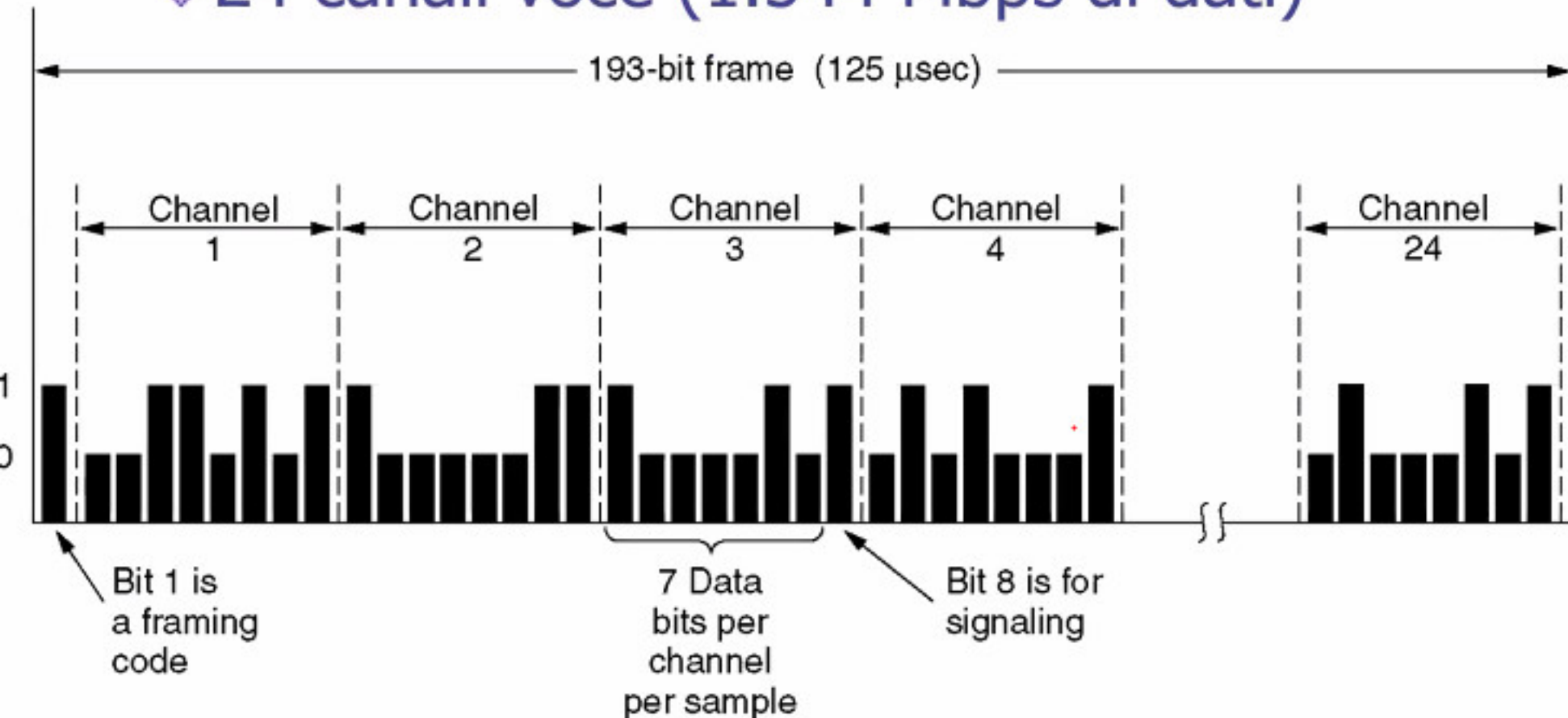
- ◆ Non c'è solo l'FDM (multiplexing in frequenza)
- ◆ Un altro multiplexing che si usa è il **TDM**, multiplexing *temporale*
- ◆ Nella sua incarnazione telefonica è anche detto **PCM (Pulse Code Modulation)**



# TDM (Time DM): Linea T1



◆ 24 canali voce (1.544 Mbps di dati)

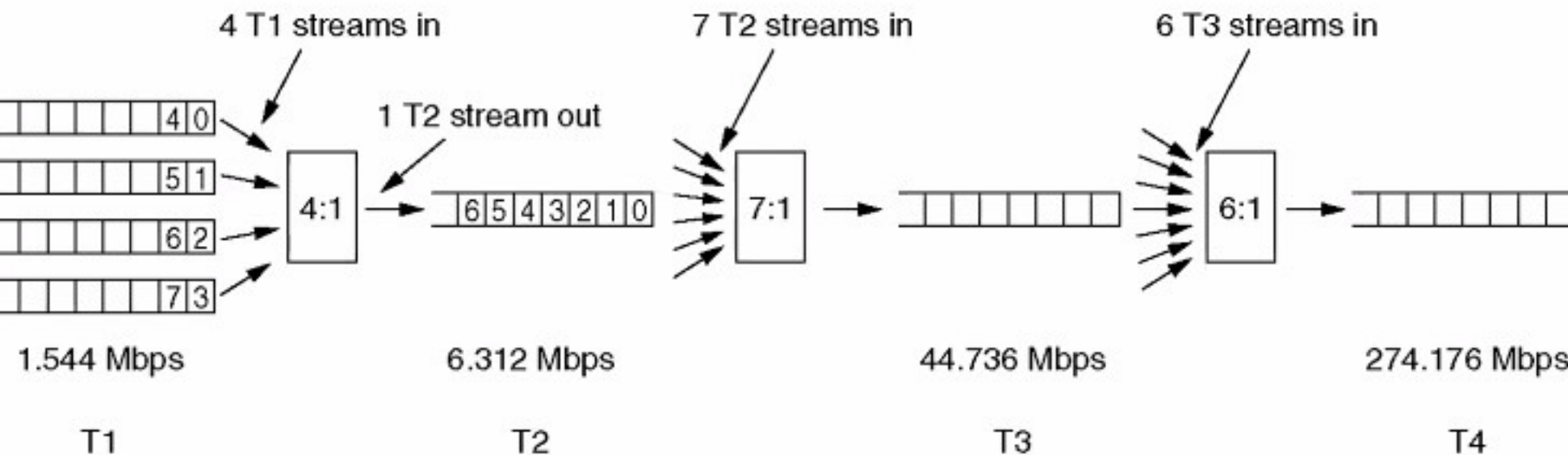




# TDM di ordine superiore



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



# WAV, PCM Lineare, AIFF



Vediamo ora....

