

(ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

Prof. Ing. Maurizio Casoni

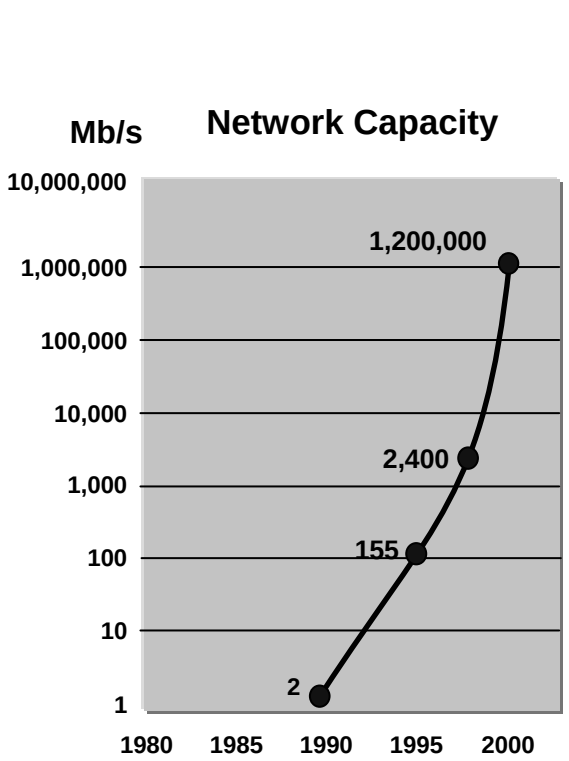
Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari”
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

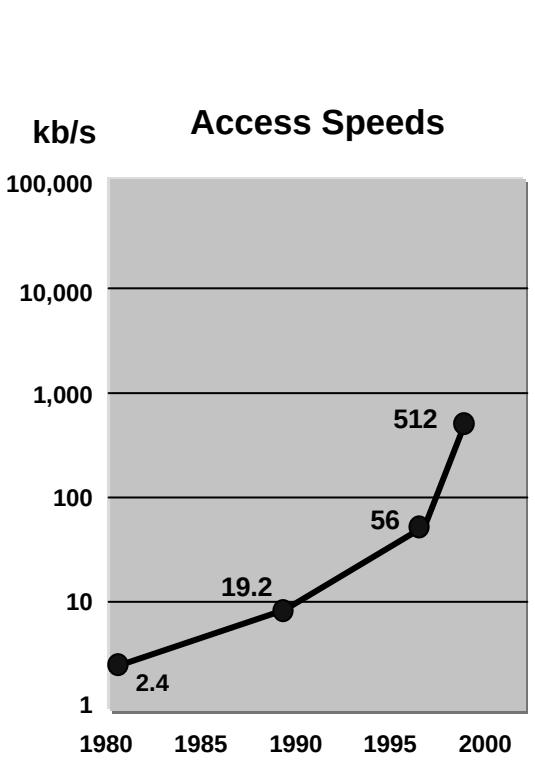
GENERALITÀ

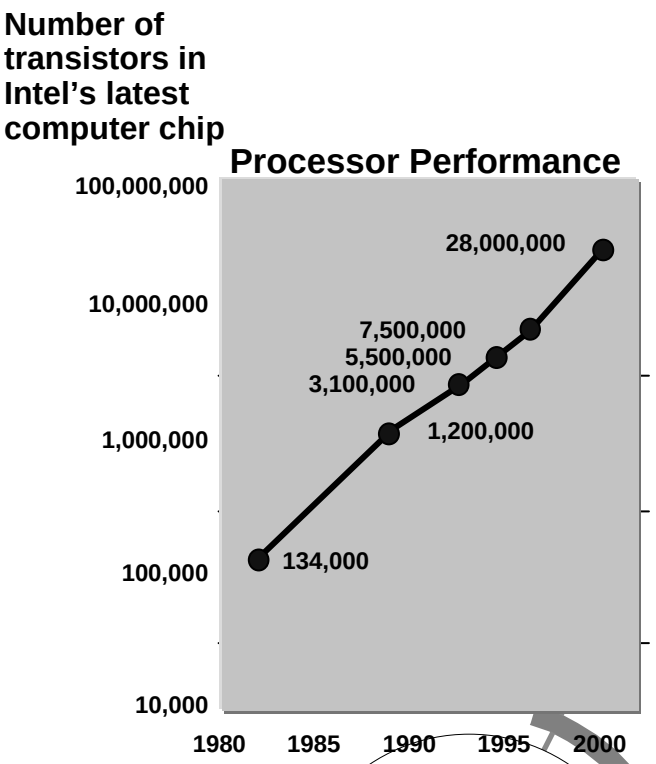
- Soluzione proposta per la realizzazione di reti geografiche ad alta velocità
- Soluzione per il collegamento utente rete (*subscriber line*)
- Soluzione pensata per sfruttare i cavi esistenti, doppini in rame, che collegano un utenza residenziale alle tradizionali reti telefoniche
- Questi doppini erano stati concepiti per trasportare segnale vocale su una banda 0-4 kHz ma sono capaci di operare fino ad 1 MHz
- La raccomandazione ITU-T G.995.1 presenta l'intera famiglia xDSL.
- Da qualche anno molti operatori offrono questo tipo di soluzione per accessi alla rete Internet ad alta velocità



IL PROBLEMA DELL'ACCESSO







Fiber optics doubling every nine months

"Moore's Law" doubling every 18 months

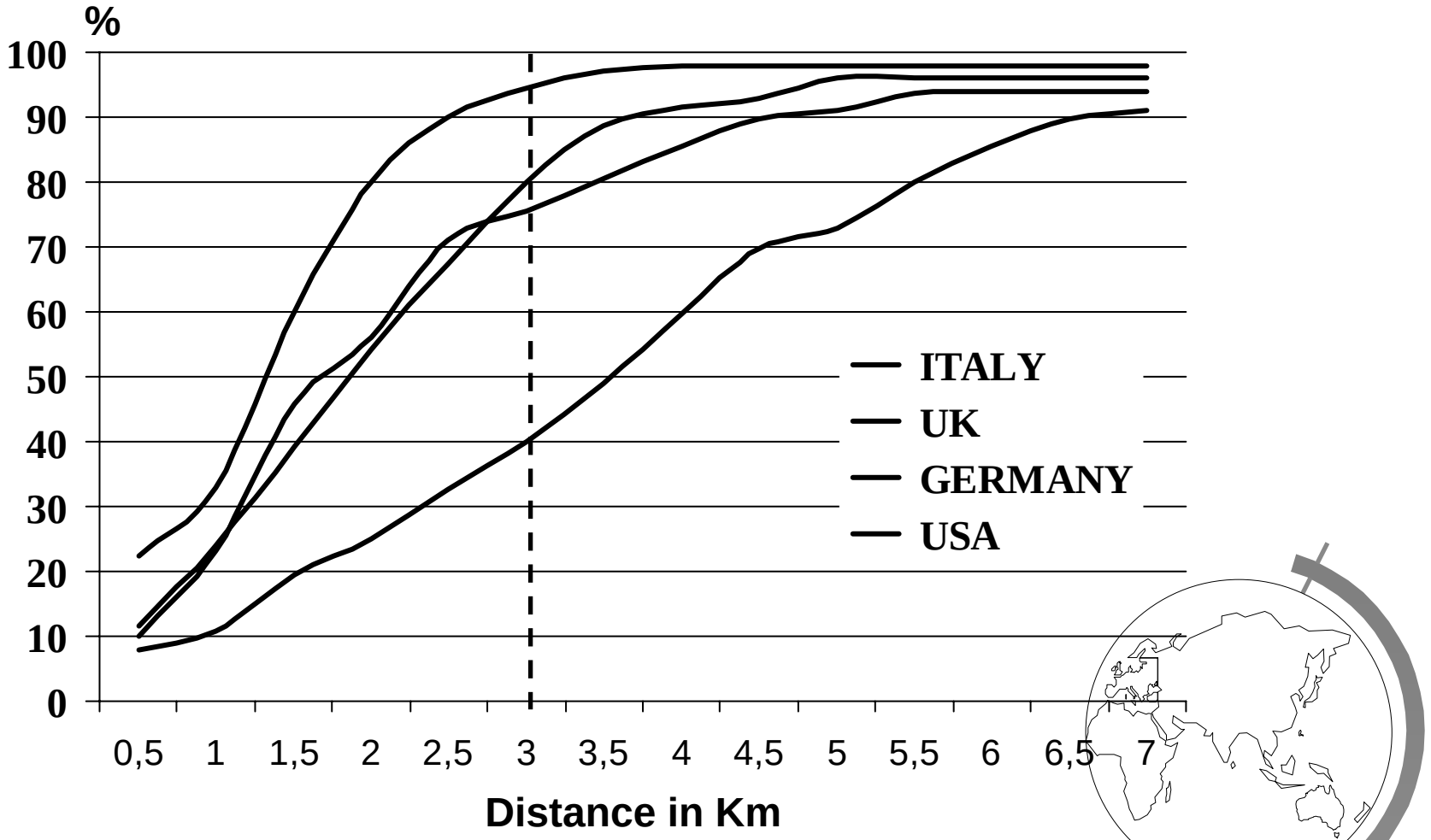
Tremendous rise in data transmission capabilities

The "last mile" bottle-neck

Enormous increase in ability to generate and process information

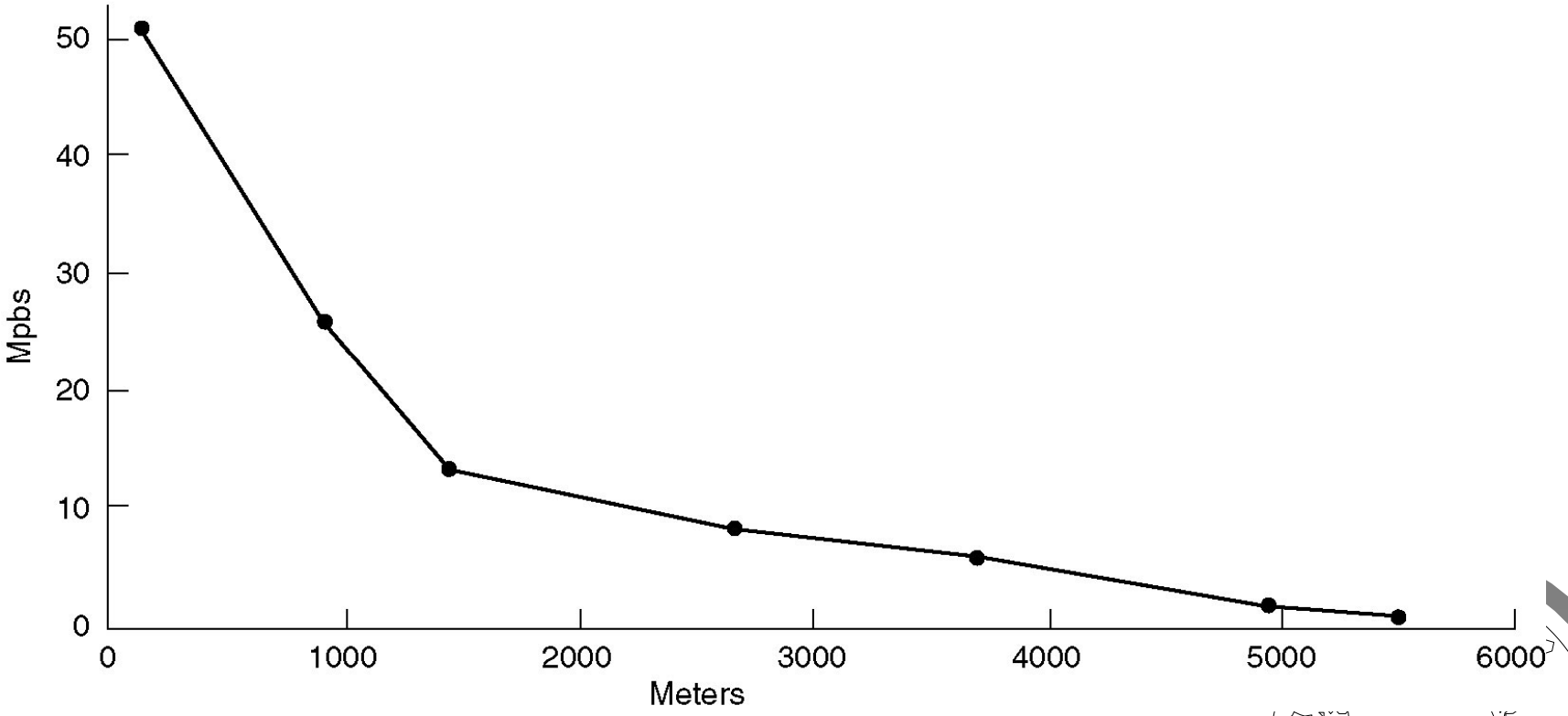


DISTRIBUZIONE DOPPINO TELEFONICO



Source: IEEE Communication

Digital Subscriber Lines

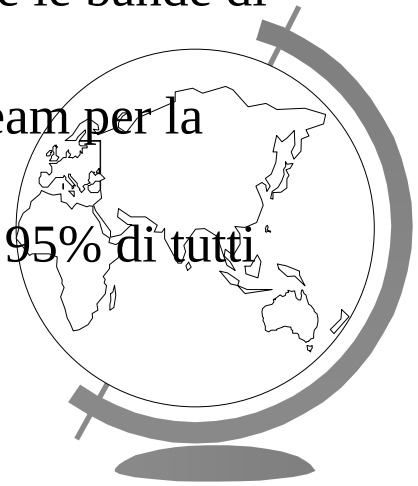


Banda vs. Distanza per doppini UTP di categoria 3

Da A.S. Tanenbaum, “Reti di Calcolatori”

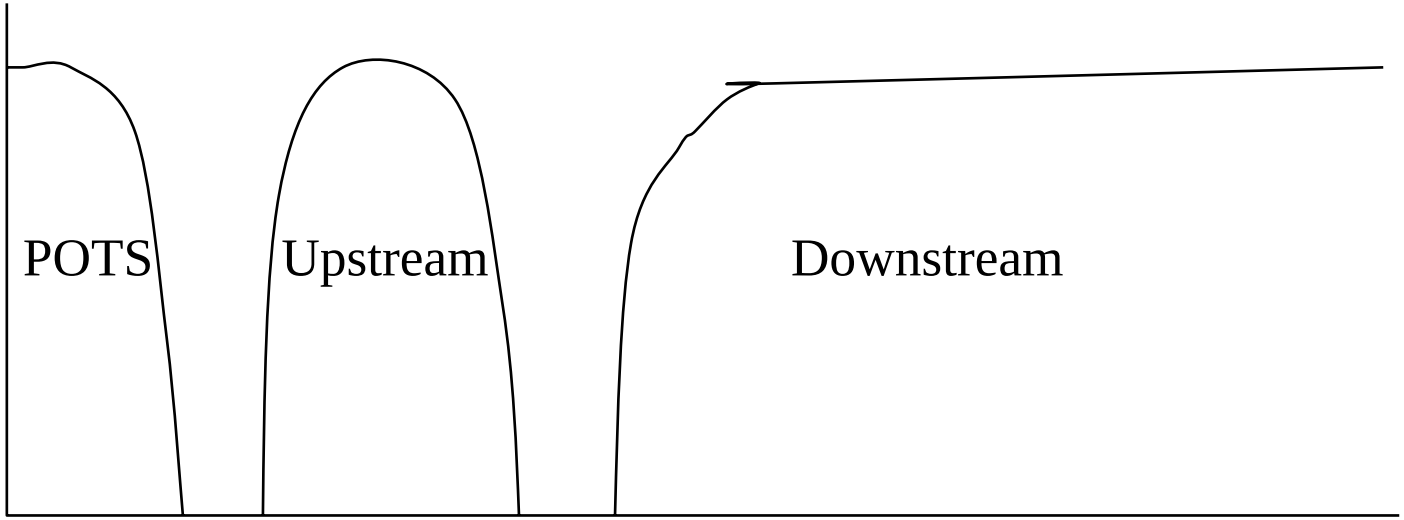
ADSL - STRUTTURA

- Asimmetrico: capacità del canale dalla centrale di rete all'utente (*downstream*) maggiore di quella in senso opposto (*upstream*)
- Tale asimmetria si concilia bene con la modalità di navigazione di un utente in Internet, dove è maggiore la quantità di dati in ricezione rispetto a quella in trasmissione (e_mail, testo)
- Elementi principali dell'approccio ADSL:
  - Riservare i 25 kHz più bassi al servizio voce tradizionale; banda tra 4 e 25 kHz è di guardia per prevenire diafonia tra voce e dati
  - Uso della FDM o della cancellazione d'eco per allocare le bande di up e downstream
  - Uso della FDM all'interno delle bande di up-down stream per la trasmissione in parallelo di flussi dati
- Applicabile fino a 5,5 Km quindi dovrebbe coprire circa il 95% di tutti gli utenti



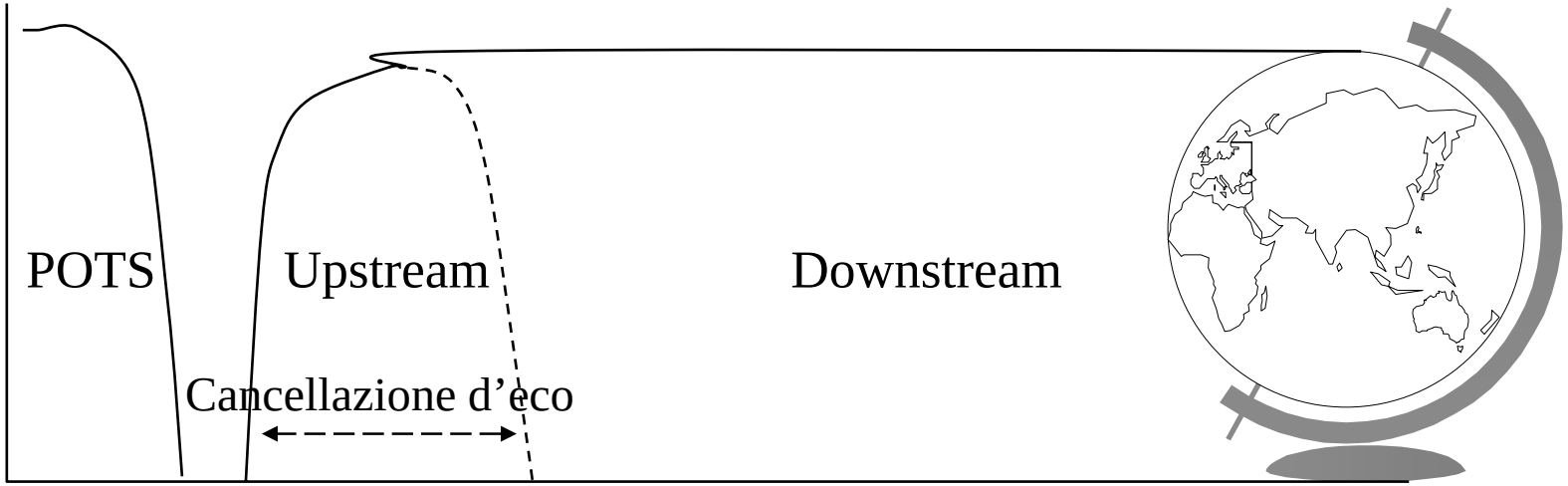
ADSL - STRUTTURA

FDM



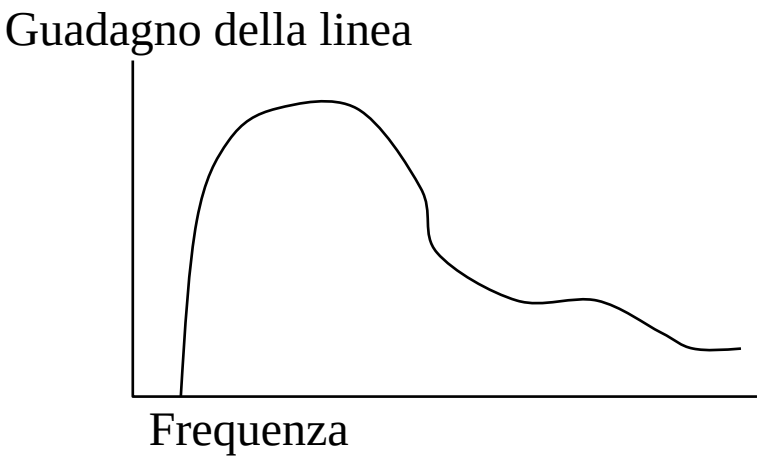
0 20 25 200 250 1000 kHz

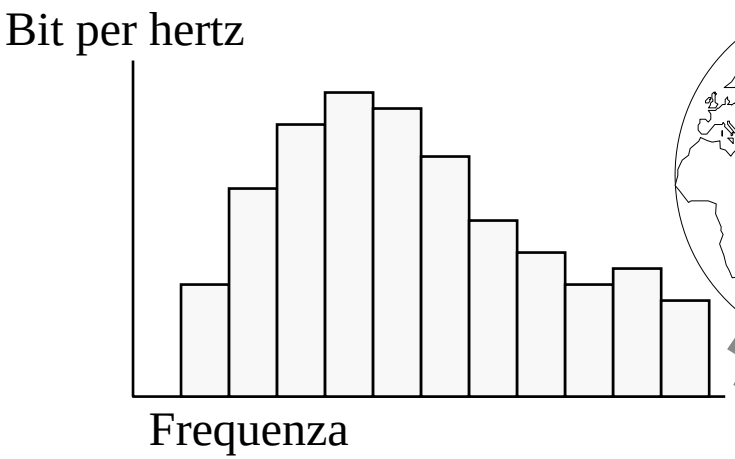
Cancellazione d’eco



DMT – Discrete MultiTone

- Si usano portanti multiple a diverse frequenze ed il flusso informativo viene suddiviso fra di esse
- Banda disponibile di 1.1 MHz viene divisa in 256 sottocanali da circa 4 kHz: canale 0 per fonia, canali 1-5 non usati, un canale per controllo Tx ed uno per controllo Rx; i rimanenti per dati utenti (di solito 32 UP)
- Prima della trasmissione, il modem DMT invia segnali di prova per testare la qualità della linea in termini di rapporto segnale/rumore
- Maggior quantità di bit viene assegnata ai canali con la migliore qualità di trasmissione
- Ogni canale può avere velocità di trasmissione tra 0 e 60 kbit/s

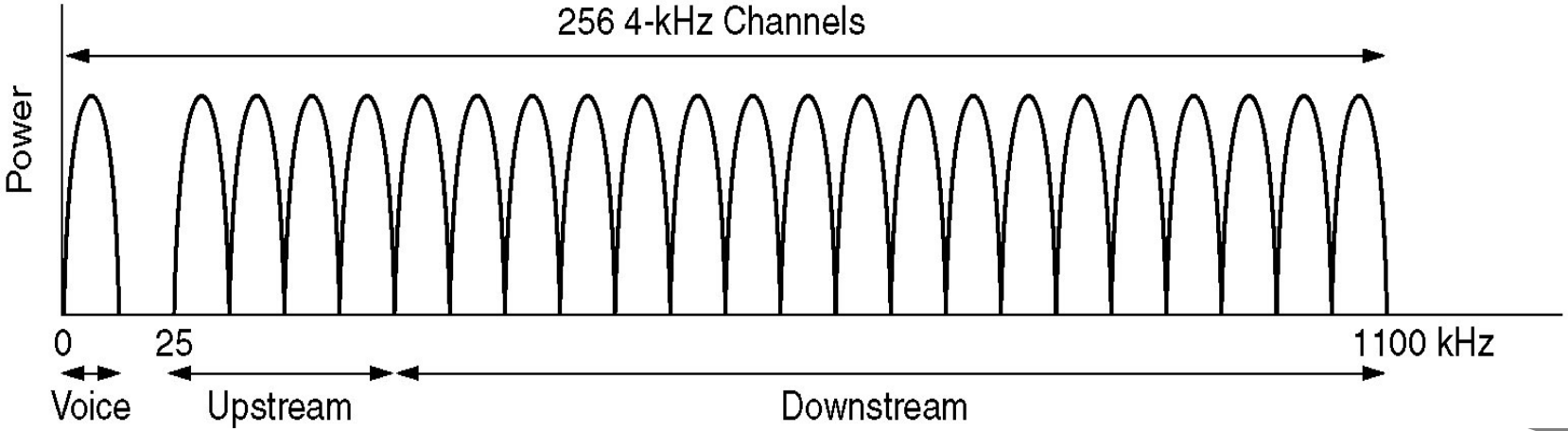






Digital Subscriber Lines

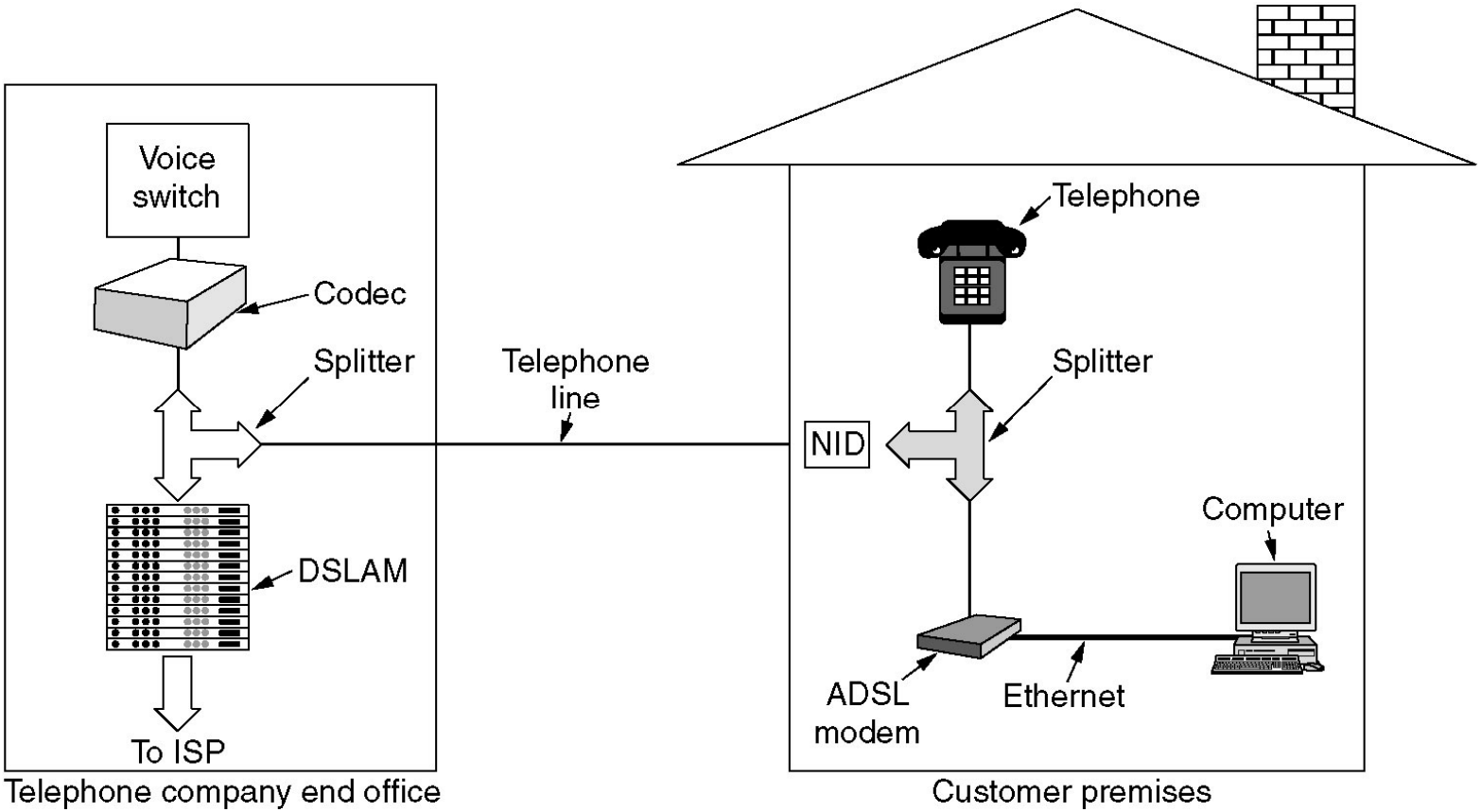
Funzionamento ADSL con modulazione DMT





Da A.S. Tanenbaum, “Reti di Calcolatori”

TIPICA CONFIGURAZIONE ADSL



• **NID**: Network Interface Device
• **Splitter**: filtro analogico che divide 0-4 Khz per la voce dal resto della banda
• **modem ADSL**: in realtà è un DSP che fa le veci di 250 modem QAM in parallelo
• PC collegato a modem ADSL attraverso connessione veloce, di solito Ethernet/USB
• **DSLAM** (Digital Subscriber Line Access Multiplexer): DSP simile al modem ADSL; riorganizza i bit in pacchetti e poi li invia a ISP (Da A.S. Tanenbaum, "Reti di Calcolatori")

ADSL: EVOLUZIONI

- Nel 2005 ITU-T ha pubblicato due evoluzioni dell'ADSL
  - La Raccomandazione G.992.3 descrive l' ADSL2 che consente trasmissioni dati fino a un minimo di 8 Mbit/s in downstream e 800 kbit/s in upstream.
  - ADSL2+, ITU-T G.992.5, rispetto a ADSL2 impiega una banda in downstream doppia, con 512 sottoportanti (canali) fino ad un frequenza di 2.208 MhZ. Supporta trasmissioni dati fino a un minimo di 16 Mbits/s downstream e 800 kbit/s in upstream.



- Chiaramente, la distanza massima di queste versioni crolla a 1-2 Km.

HDSL

- High bit rate Digital Subscriber Line (HDSL), descritta nel documento ITU-T G.991.1 (1998), opera su due o tre doppini in rame
- Sistema di trasmissione bidirezionale e simmetrico con una bit rate di 2,048 Mbit/s (E1) o 1,544 Mbit/s (T1).
- Impiega la cancellazione di eco per implementare il full-duplex cosicché entrambe le direzioni di trasmissioni sono supportate su un singolo doppino
- Tre sistemi sono in uso:
  1. a 784 kbit/s su ogni doppino,
  2. a 1168 kbit/s su due doppini
  3. a 2320 kbit/s su una coppia sola
- Due codici di linea sono possibli:
  1. Pulse Amplitude Modulation 2B1Q
  2. Carrierless Amplitude/Phase Modulation, CAP.
- Ad ogni modo, siccome richiede l'impiego di almeno due doppini, non è molto adattto per utenti residenziali, che ne hanno uno solo.



SHDSL

- Single-pair High-speed Digital Subscriber Line (SHDSL), descritto nel documento ITU-T G.991.2 (2003), è un sistema di trasmissione dati full duplex su una coppia in rame

- Cancellazione di eco viene impiegata per il full duplex

- Trasmissione dati simmetriche sono supportate a bit rate variabili tra 192 e 2312 kbit/s usando un codice di linea di tipo Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation.



VDSL

- Very high speed Digital Subscriber Line (VDSL), documento ITU-T G.993.1(2004), è un sistema di trasmissione dati su una coppia di rame asimmetrico e simmetrico
- Consente velocità di trasmissione fino a decine di Mbits/s usando una banda fino a 12 MHz
- Il Full-duplex è realizzato attraverso Frequency Division Multiplexing (FDM).
- La banda sopra i 138 kHz e fino a 12 MHz è divisa in quattro bande, dedicate alternativamente al downstream e all'upstream.
- **VDSL2**, ITU-T G.993.2 (2006), è uno sviluppo del VDSL che supporta trasmissioni dati full-duplex asimmetriche e simmetriche a velocità fino a 200 Mbit/s impiegando una banda fino a 30 MHz.
- Questa soluzione sembra molto promettente per servire utenti residenziali con applicazioni multimediali, anche se la distanza massima può rappresentare un limite al suo impiego diffuso.



CONFRONTO SOLUZIONI xDSL

	ADSL	*HDSL*	*SHDSL*	*VDSL*
Bit/s	1,5-9 Mb/s Down 16-640 Kb/s Up	2,048 (1,544) Mb/s	2,048 (1,544) Mb/s	13-52 Mb/s Dwn 1,5-2,3 Mb/s Up
Modo	Asimmetrico	Simmetrico	Simmetrico	Asimmetrico
Doppini in rame	1	2	1	1
Distanza max	Da 3,7 a 5,5 Km	3,7 Km	3,0 Km	1,4 Km
Segnale	Analogico	Digitale	Digitale	Analogico
Codifica linea	CAP/DMT	2B1Q	2B1Q	DMT
Frequenza	1-5 MHz	196 kHz	196 kHz	10 MHz
Bit/Hz	Variable	4	4	Variabile

