



Accesso a larga banda (xDSL)

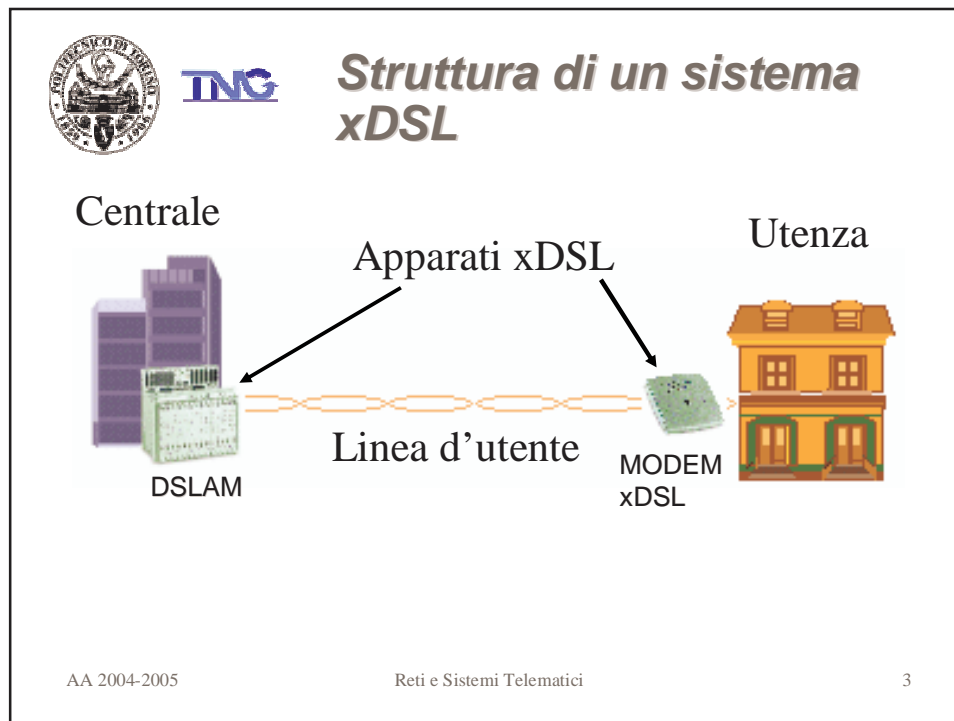



Accesso a larga banda (xDSL)

xDSL = diverse tecniche di
trasmissione numerica su doppino
telefonico

DSL = Digital Subscriber Line (Linea
d'Utente Numerica)

Un sistema xDSL consiste in una
coppia di MODEM applicati alla linea

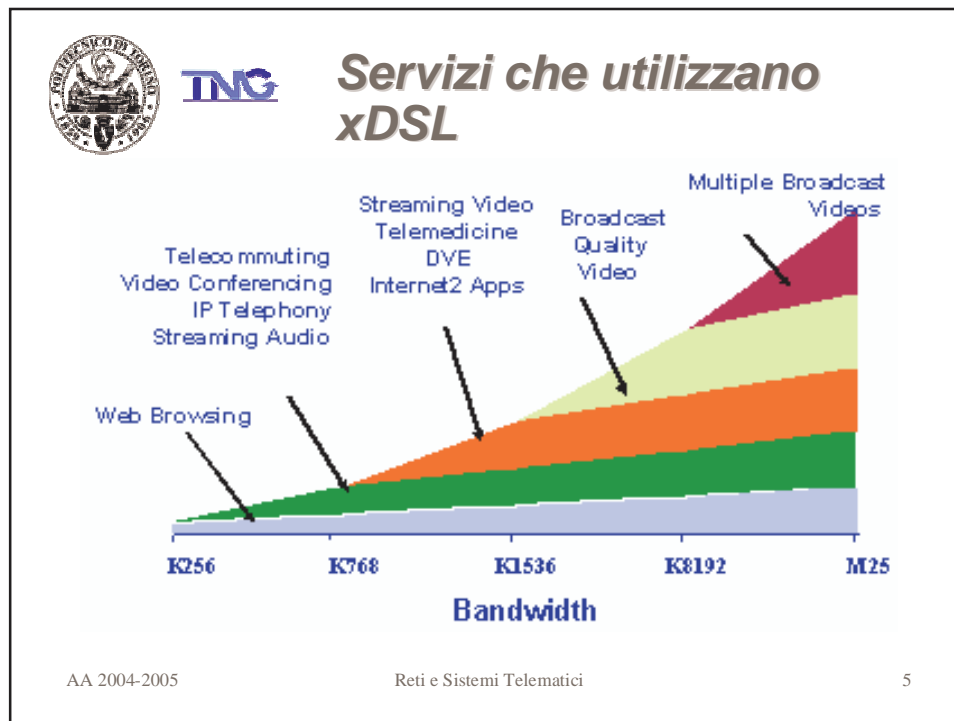



 **TNG** *Motivazioni economiche*

Le tecniche xDSL permettono:

- il riutilizzo delle linee d'utente già presenti, evitando costosi lavori di posa e scavo e limitando l'intervento ai due capi della linea
- la fornitura del servizio solo agli utenti che lo richiedono, limitando il costo d'investimento iniziale

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 4



 **TNG** *Richieste dell'utenza*

L'utenza vorrebbe a casa la stessa disponibilità di banda che oggi trova sul luogo di lavoro

I piccoli e medi uffici (SOHO = Small Office Home Office) e l'utenza domestica sofisticata sono la clientela di riferimento per questi sistemi

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 6

**TNG**

La situazione oggi

I MODEM operano fino a 56Kb/s

ISDN opera fino a 128Kb/s

Il collegamento ad un ISP può essere impedito nelle ore di punta del numero di linee del POP

Il costo è abbastanza elevato perché si paga a tempo e non ad utilizzo

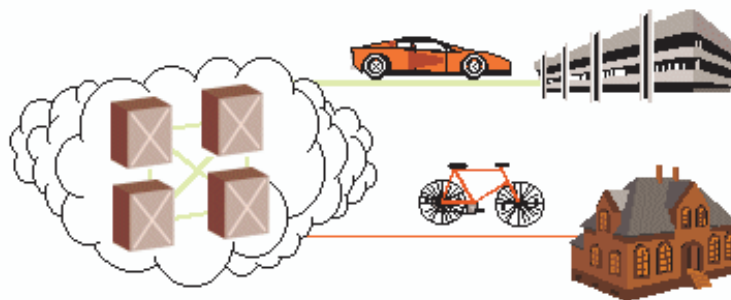
AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

7

**TNG**



Accesso su linea commutata



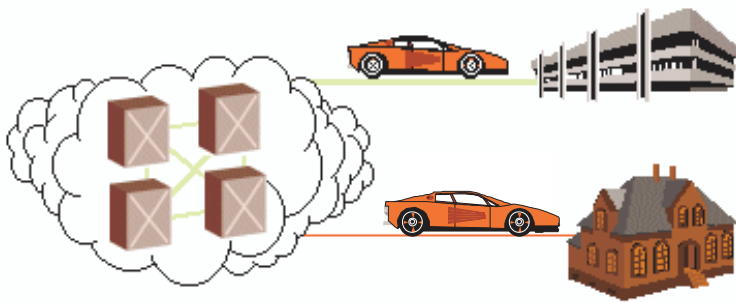
AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici



8



Accesso con xDSL



AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 9



La situazione con xDSL

La velocità in **downlink** (centrale \Rightarrow utente) è paragonabile a quella delle LAN aziendali di prima generazione

La velocità in **uplink** (utente \Rightarrow centrale) è sufficiente agli scopi dell'utenza

Solitamente canone mensile (flat rate)

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 10

**TNG**

La situazione con xDSL

Non si hanno più problemi di
congestione dei POP

Non si hanno più problemi di
congestione delle centrali

L'utente può trasmettere dati e voce
contemporaneamente sulla stessa linea

AA 2004-2005

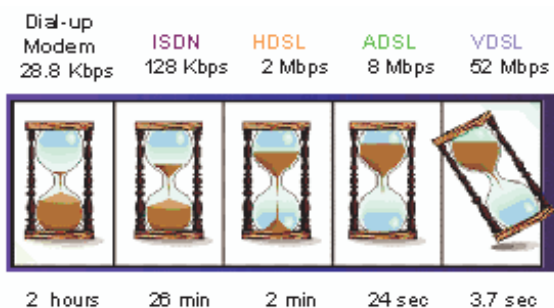
Reti e Sistemi Telematici

11

**TNG**

Quanto è veloce?

Tempo stimato per scaricare 25MB



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

12



Acronimi

ADSL

- Asymmetric Digital Subscriber Line

HDSL

- High-bit-rate Digital Subscriber Line

VDSL

- Very-high-speed Digital Subscriber Line

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

13



Acronimi (2)

SDSL

- Symmetric Digital Subscriber Line

IDSL

- ISDN Digital Subscriber Line

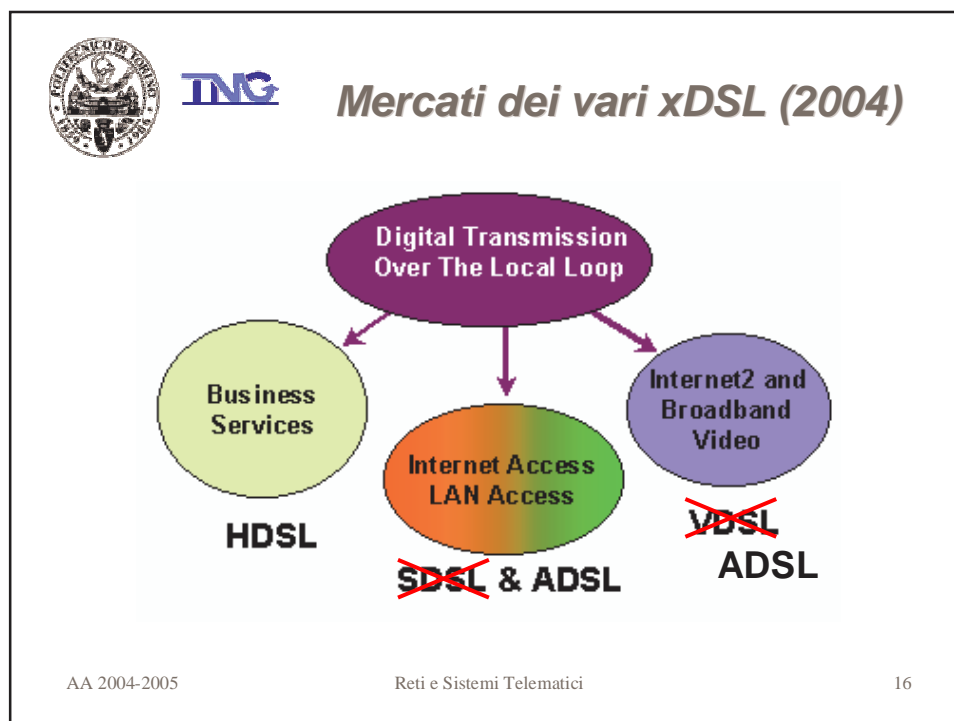
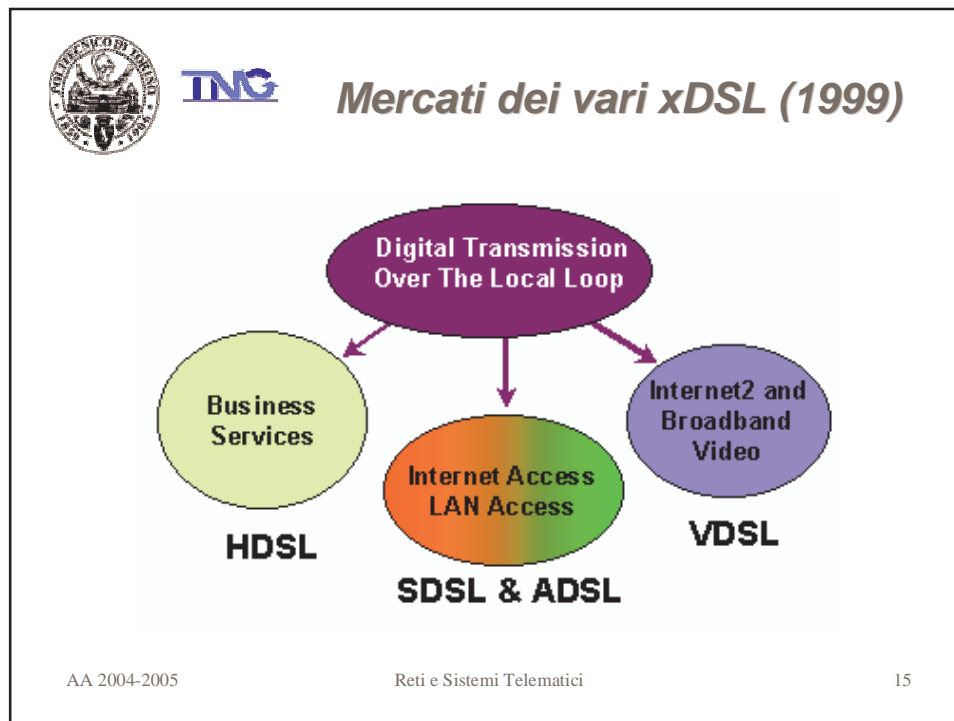
RADSL

- Rate Adaptive Digital Subscriber Line

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

14



**TNG****HDSL**

Fino a 2 Mb/s nelle due direzioni

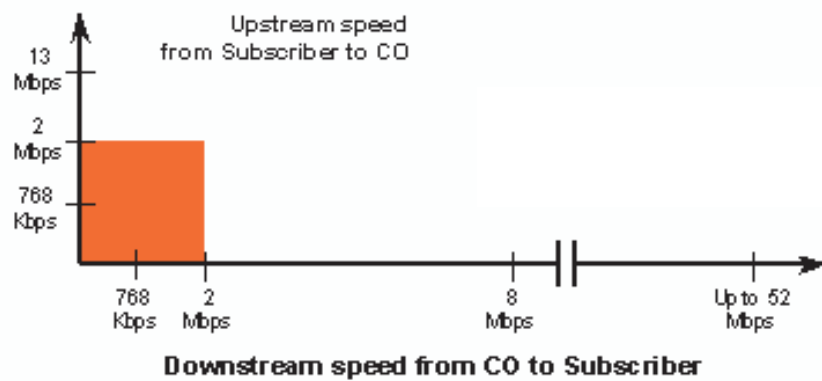
Utilizza 2 coppie in rame

Massima distanza circa 4 km (12000 piedi)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

17

**TNG****HDSL**

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

18

**TNG****ADSL**

Fino ad 8 Mb/s in downstream

Fino a 768 Kb/s in upstream

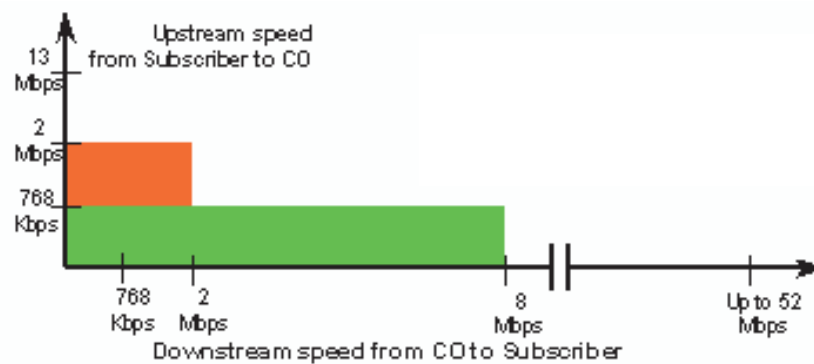
Utilizza un singolo doppino

Massima distanza circa 6 km (21000 piedi)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

19

**TNG****HDSL + ADSL**

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

20



TNG

VDSL

Fino ad 52 Mb/s in downstream

Fino a 16 Mb/s in upstream

Utilizza un singolo doppino

Massima distanza circa 1,5 km

La distanza raggiungibile dipende dalla velocità (massima velocità \Rightarrow 300 m)

AA 2004-2005

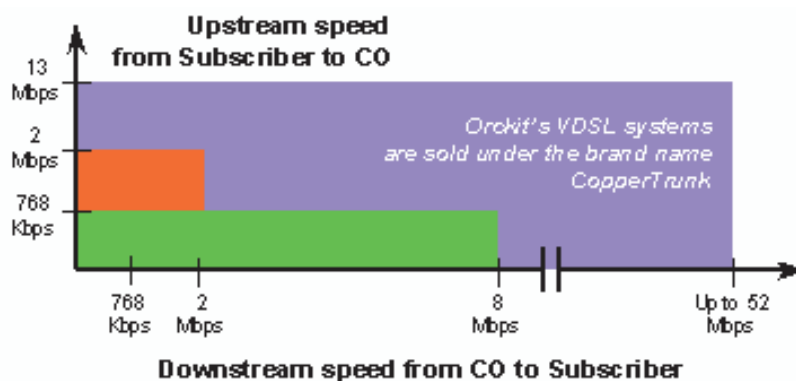
Reti e Sistemi Telematici

21



TNG

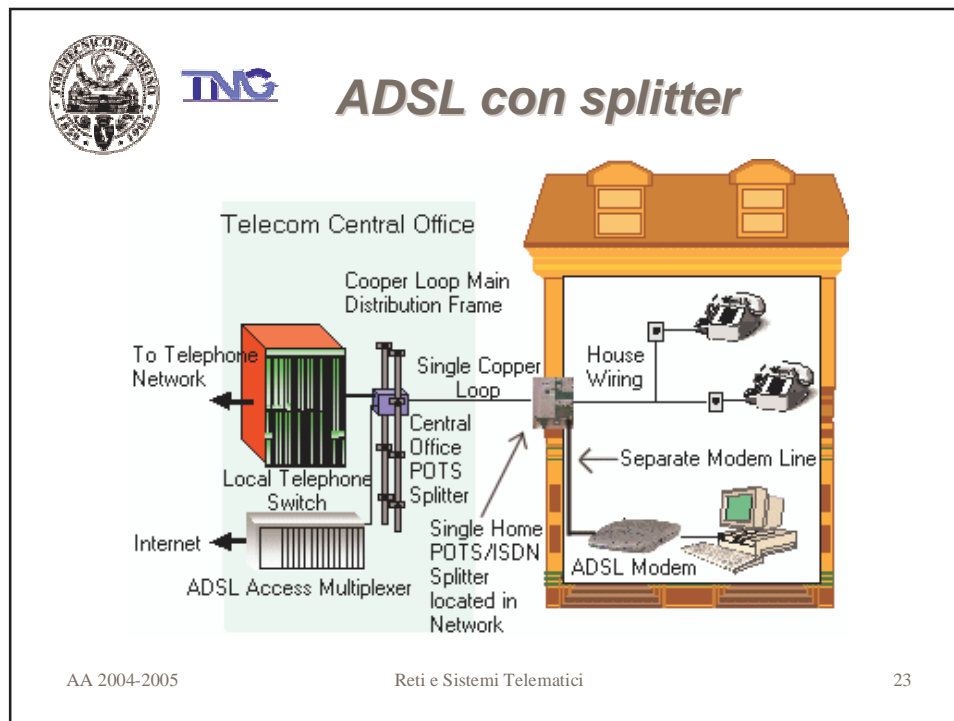
HDSL + ADSL + VDSL



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

22



Evoluzioni: SDSL (HDSL2)

Fino a 2 Mb/s bidirezionali

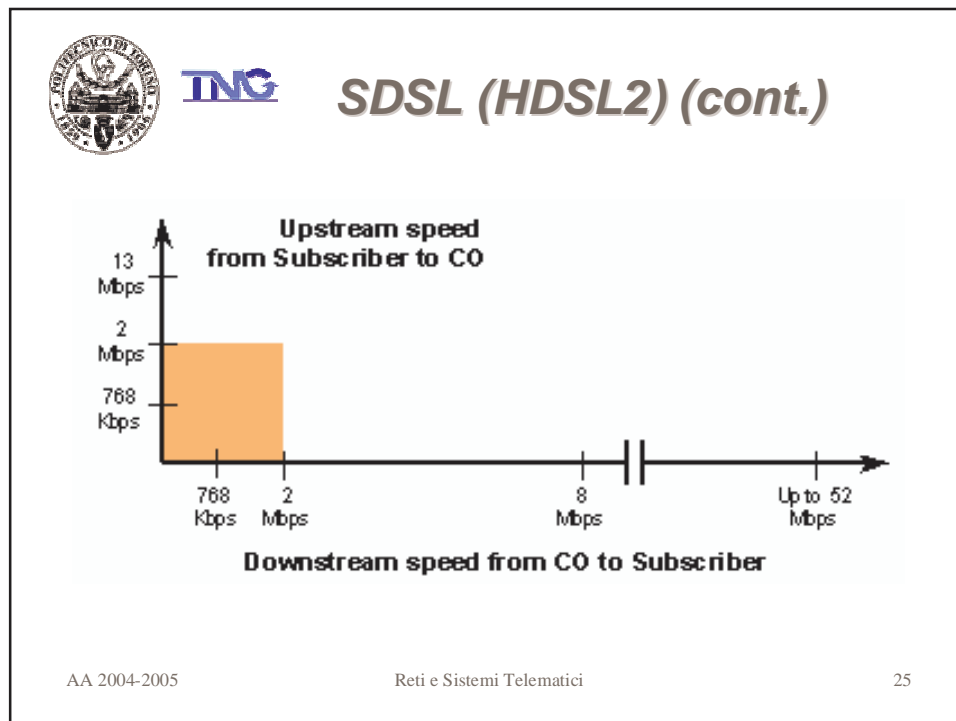
Utilizza un singolo doppino

Distanza massima pari alla CSA
(Calling Service Area) ossia 4 Km
(12000 piedi).

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

24



ADSL in dettaglio

Downstream: da 64 Kb/s a 8,192 Mb/s
 Upstream: da 16 Kb/s a 768 Kb/s
 Utilizza un singolo doppino telefonico
 Compatibile con attuale servizio di fonia analogica (POTS = Plain Old Telephone Service)

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 26

**TNG**

ADSL in dettaglio

È possibile suddividere il flusso in diversi sottocanali:

- fino a 4 sottocanali per il flusso downstream
- più fino a tre canali bidirezionali

Usa due diverse tecniche trasmissive:

- DMT
- CAP

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

27

**TNG**

DMT

DMT = Discrete Multi Tone modulation

Equivale ad un sistema FDM (Frequency Division Multiplexing)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

28



TNG

DMT

In ADSL si usano

- 256 canali per downstream
- 32 canali per upstream

Ogni canale ha una banda di 4,3125 kHz

La spaziatura fra i canali è 4,3125 kHz

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

29



TNG

DMT

I 256+32 canali occupano bande separate

Problemi realizzativi:

- come realizzare 256 trasmettitori e 32 ricevitori su un singolo chip?
- come realizzare 256 ricevitori e 32 trasmettitori su un singolo chip?

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

30

**TNG**

DMT – Trasmettitore

La soluzione consiste nell'uso delle trasformazioni di Fourier discrete (FFT ed IFFT)

Si considerano i 256 simboli da trasmettere come valori in frequenza e si calcolano i campioni nel tempo partendo usando la trasformata inversa (IFFT).

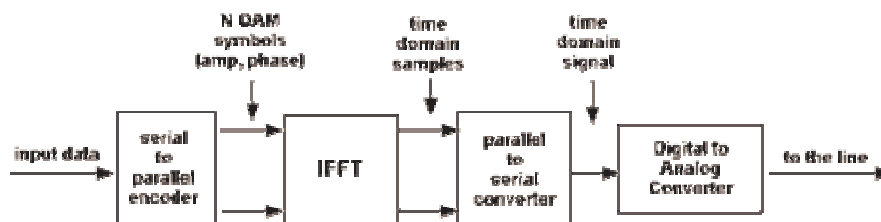
AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

31

**TNG**

DMT - Trasmettitore



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

32



TNG

DMT – Ricevitore

Nel ricevitore si esegue l'operazione inversa (FFT) riottenendo in questo modo i 256 segnali trasmessi

L'intero circuito è pertanto basato su due elementi che calcolano FFT/IFFT

Ciò permette la realizzazione su un singolo chip del MODEM ADSL

AA 2004-2005

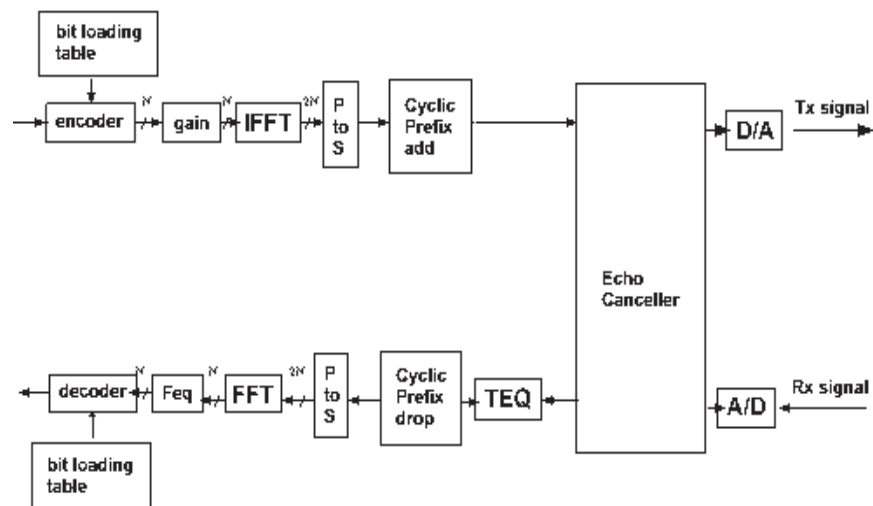
Reti e Sistemi Telematici

33



TNG

DMT – Schema a blocchi



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

34

**TNG****DMT - Encoder**

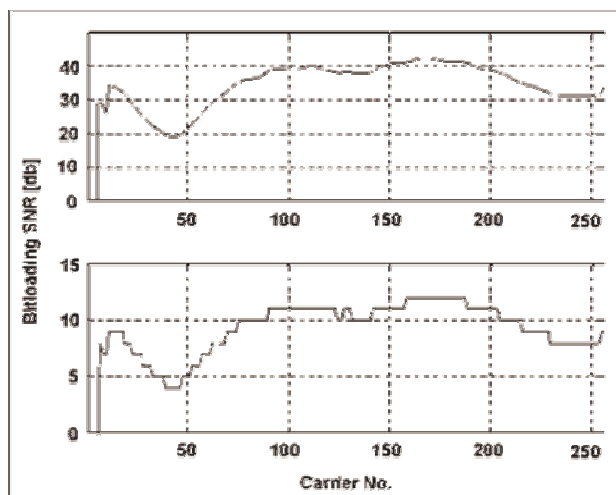
Codifica i bit da trasmettere in N segnali di tipo QAM, uno per ogni tono ($N = \#$ toni)

La codifica associa più bit ai toni con rapporto S/N (SNR) più elevato (da 2 a 15 bit per tono) – RADSL (Rate Adaptive DSL)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

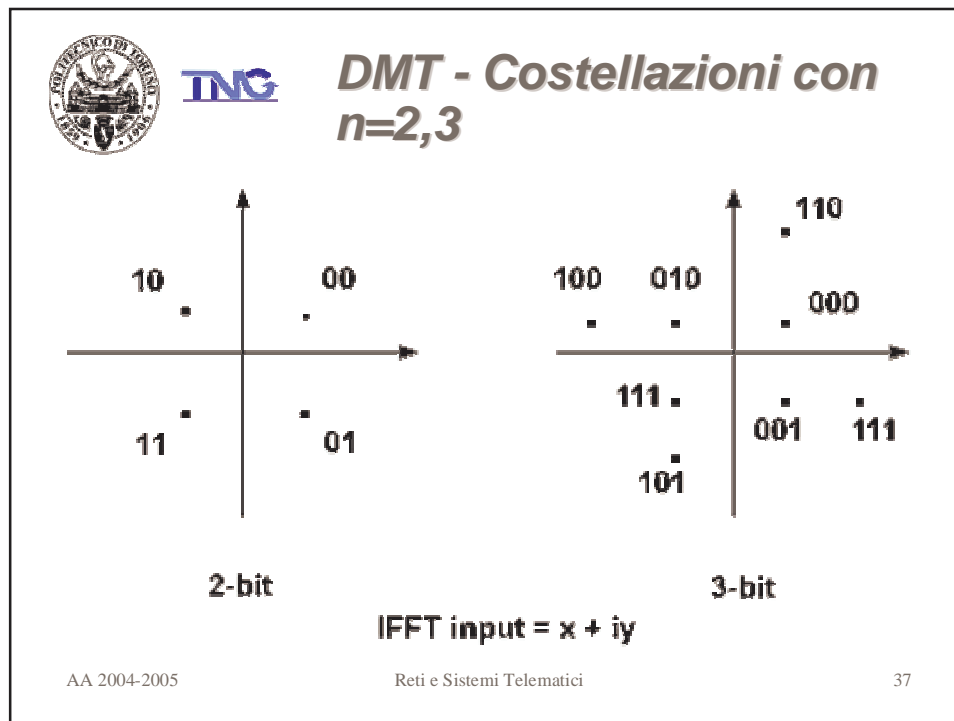
35

**TNG****DMT - SNR e numero di bit**

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

36



DMT - Gain

Rende l'energia media delle varie costellazioni identica

Equalizzazione del modulo della funzione di trasferimento tono per tono

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

38

**TNG**

DMT - Cyclic Prefix Add/Drop

Introduce un prefisso di durata $1/16$ di simbolo prima di ogni simbolo.

Diminuisce la ISI (Inter- Symbol Interference).

Permette una migliore decodifica dei simboli, agendo congiuntamente al modulo TEQ

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

39

**TNG**

DMT - TEQ (Time Equalizer)

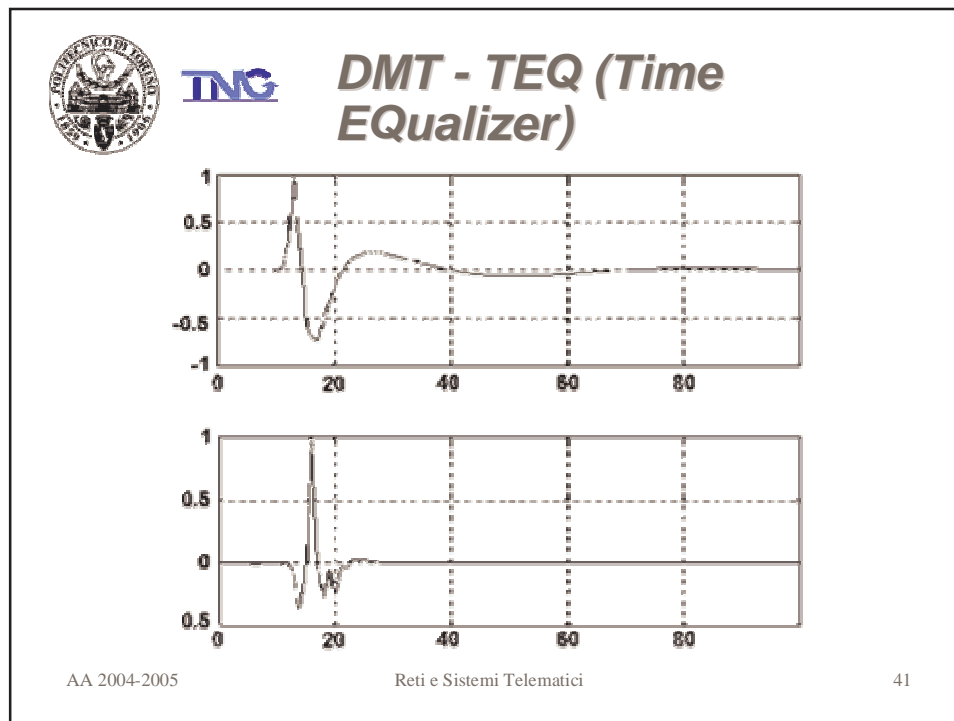
Diminuisce la durata della risposta all'impulso del canale + TEQ in modo che sia inferiore alla durata del prefisso

Minimizza la ISI e la ICI (Inter Channel Interference)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

40

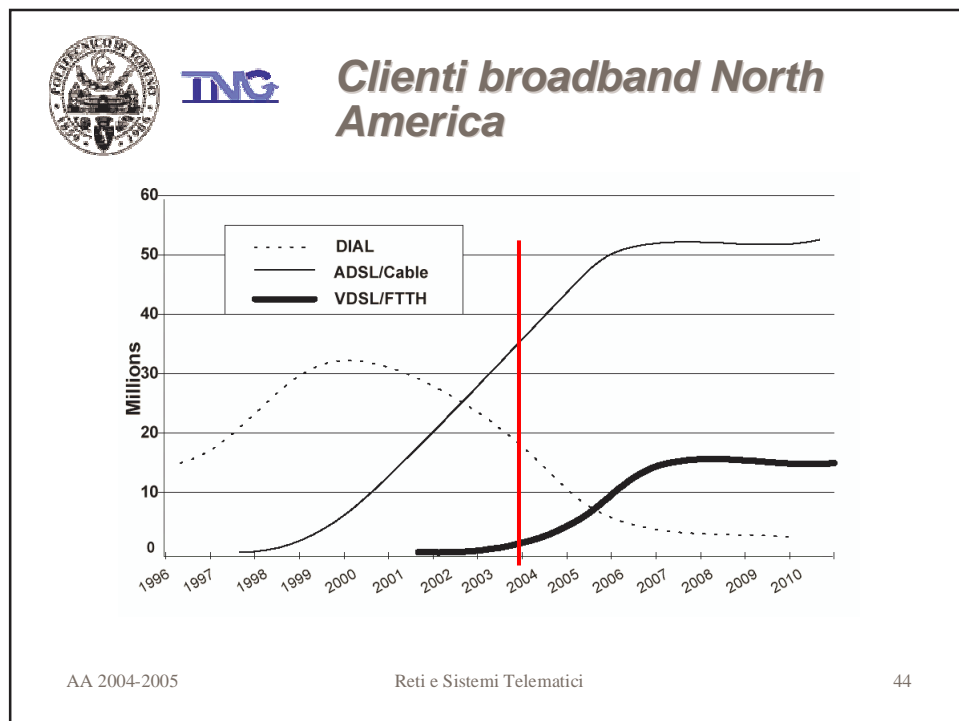
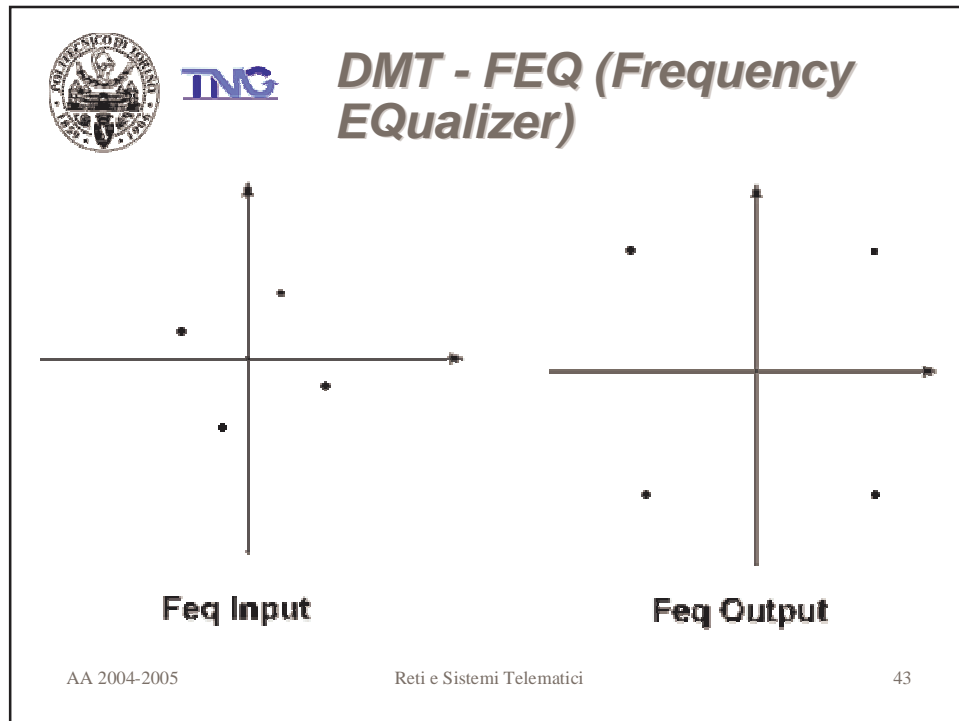


The figure displays the text content for the Frequency Equalization (FEQ) section in DMT. It includes the TNG logo and the title 'DMT - FEQ (Frequency Equalizer)'. The text describes the function of the FEQ, which is to compensate for phase and amplitude variations across different tones. It states that without this device, the receiver would have a high probability of error because the various tones are distorted differently.

Compensa, tono per tono, la differente variazione di fase (ritardo) e la differente variazione di ampiezza (attenuazione)

Senza questo dispositivo il ricevitore avrebbe una probabilità di errore troppo elevata, in quanto i vari toni sono distorti differentemente

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 42





Clienti nel mondo al 2Q04

Broadband subscribers by region: 2Q04

Region	DSL	Cable	Other
North America	14.3 M	20.5 M	0.3 M
EMEA	25.9 M	6.0 M	0.6 M
Asia-Pacific	41.2 M	9.0 M	1.5 M
CALA	2.4 M	0.7 M	-
2Q04 global totals	83.8 M	36.2 M	2.3 M
1Q04 global totals	73.6 M	34.3 M	2.0 M
Percentage growth	14%	6%	16%

Source: RHK Inc.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

45



Oltre ADSL

ADSL è il primo tipo di accesso ad alta velocità a prendere piede, almeno nelle zone urbane o residenziali

Cosa fare se l'utenza chiede più banda?

Una possibilità: VDSL

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

46

**TNG****VDSL**

Offre maggiore banda di ADSL ma richiede linee più corte:

- 52 Mb/s in downstream
- 300 m o meno (1000 piedi)

Necessità di ricablare la rete di accesso primaria passando da rame a fibra

Possibile sono negli agglomerati urbani

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

47

**TNG****VDSL**

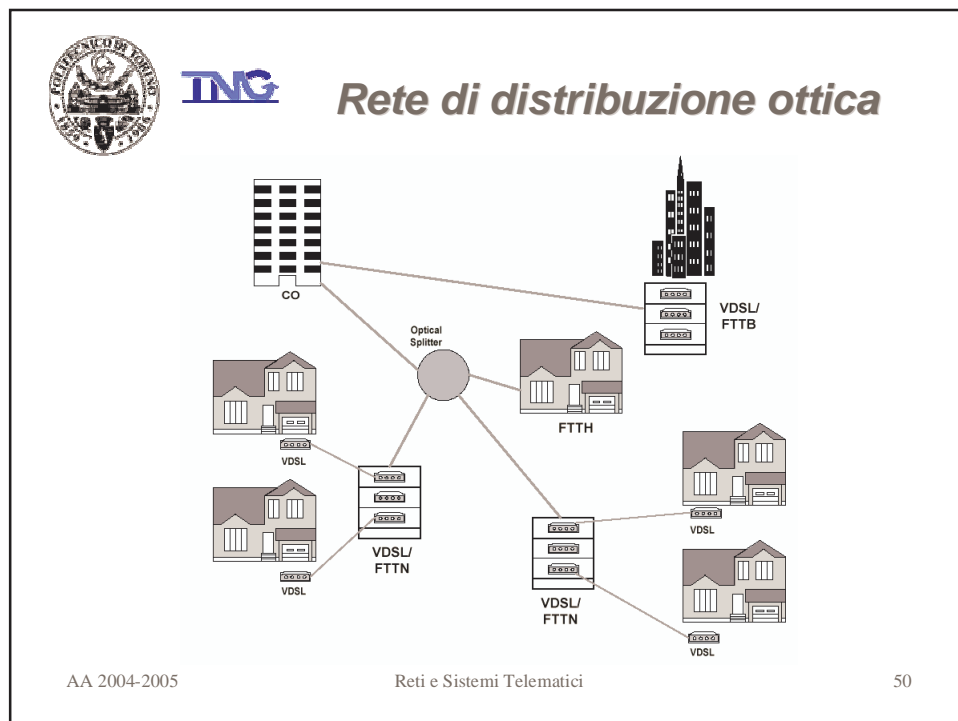
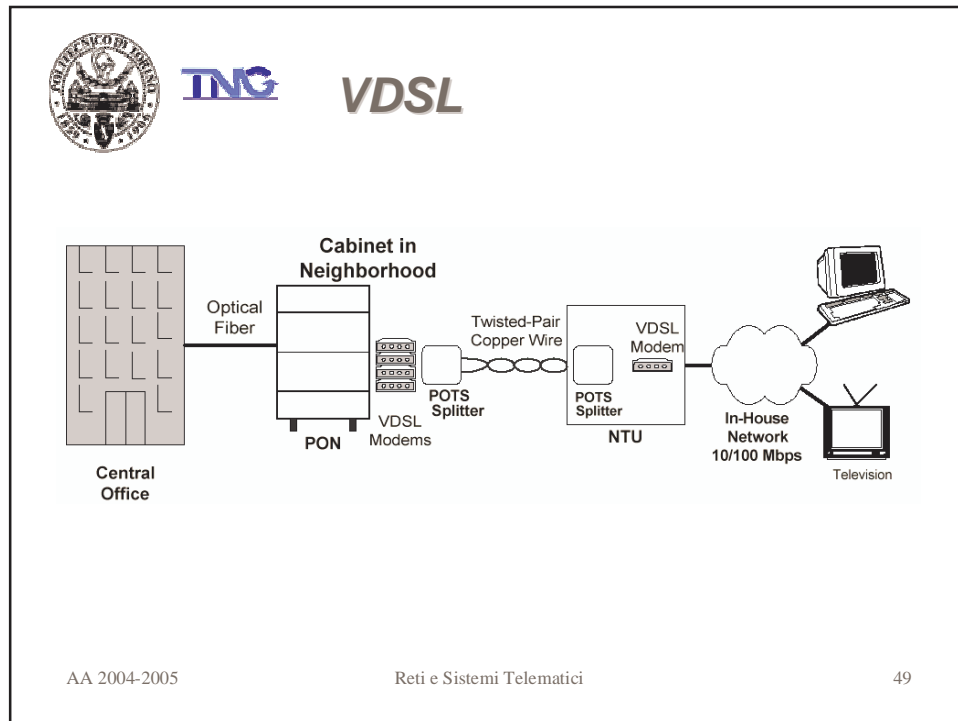
La banda decresce al crescere della distanza percorsa su rame:

- 26 Mb/s in downstream @ 900 m (3000 piedi)
- 13 Mb/s in downstream @ 1350 m (4500 piedi)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

48



**TNG****VDSL/FTTN**

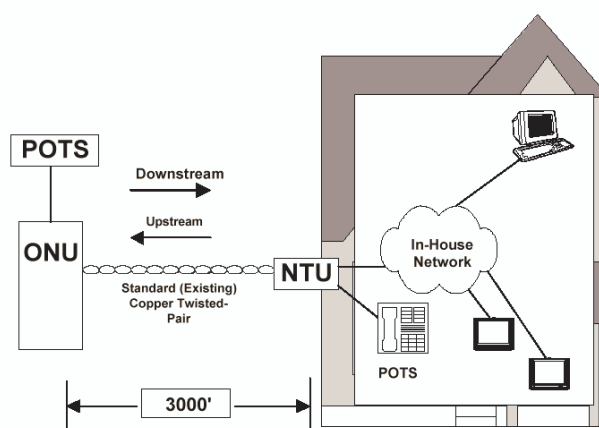
La fibra ottica giunge fino alle
vicinanze della casa dell'utente
(FTTN = Fiber To The Neighborhood)

Per ridurre i costi la rete di accesso
(distribuzione) primaria è passiva
(PON = Passive Optical Network)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

51

**TNG****VDSL/FTTN**

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

52

**TNG****FTTH**

Per alcuni utenti la fibra giunge fino alla casa dell'utente (FTTH = Fiber To The Home)

Richiede una tecnologia di posa a basso costo, quale la “blown fiber”

Offre una banda molto più elevata di VDSL

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

53

**TNG****FTTH**

Problemi di manutenzione da fare a casa dell'utente

Richiesta attuale di banda non giustifica l'investimento

Richiede il ricablaggio anche della rete di accesso secondaria (assai più costoso di quello della rete primaria)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

54

**TNG**

Ethernet/FTTB

Utilizzabile negli edifici (palazzi uffici e condomìni)

La fibra è portata fino alla cantina dell'edificio (FTTB = Fiber To The Building)

La tratta fino all'utente è realizzata con Ethernet

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

55

**TNG**

Altre tecniche xDSL

Quali altri tipi di xDSL sono presenti sul mercato?

IDSL = ISDN DSL

HDSL = High bit rate DSL

HDSL2 = High bit rate DSL 2

SDSL = Symmetric DSL

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

56

**TNG****IDSL**

Usa un solo doppino

Opera a 128 kb/s @ 6 km (18000 piedi)

Utilizzata per le linee ISDN

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

57

**TNG****HDSL**

Utilizza due coppie (USA)

Ogni coppia trasporta metà del traffico

Richiede cancellazione d'eco

Usa un codice 2B1Q

Incompatibile con altri xDSL

Spesso richiede la selezione delle
coppie per funzionare

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

58

**TNG****2B1Q**

First Bit (Sign)	Second Bit (Magnitude)	Quat	Pulse Amplitude (Note 1)
1	0	+3	+2.5V
1	1	+1	+0.83V
0	1	-1	-0.83V
0	0	-3	-2.5V

Note 1: For isolated pulses into a 135Ω termination with recommended transformer interface.

**TNG****HDSL**

Utilizza tre coppie (EU)

Ogni coppia trasporta 1/3 del traffico

Codice di linea è sempre 2B1Q


TNG
HDSL2

Utilizza una sola coppia

Maggiori distanze a parità di condizioni

Meno sensibile alla qualità del doppino di HDSL

Compatibile con ADSL

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

61


TNG
HDSL2

Wire Type	Symmetric Payload Data Rate	HDSL2 Max Reach 24 Self Interferes + 6dB margin	2B1Q HDSL1 Max Reach 24 Self Interferes + 6dB margin
24 AWG	384 Kbps	22.5 Kft	14Kft
	768 Kbps	17.7 Kft	12Kft
	1536 Kbps (T1)	13.2 Kft	NA (dual 768 Kbps used for T1)
26 AWG	384 Kbps	15.5 Kft	12Kft
	768 Kbps	12.4 Kft	9Kft
	1536 Kbps (T1)	9.2 Kft	NA (dual 768 Kbps used for T1)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

62



TNG

HDLS2

OPTIS = Overlapped Pulse amplitude modulated (PAM) Transmission with Interlocked Spectra

Usa una banda limitata a circa 420 kHz

Usa la cancellazione d'eco

Modula la densità spettrale di potenza per ridurre l'interferenza

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

63



TNG

HDLS2

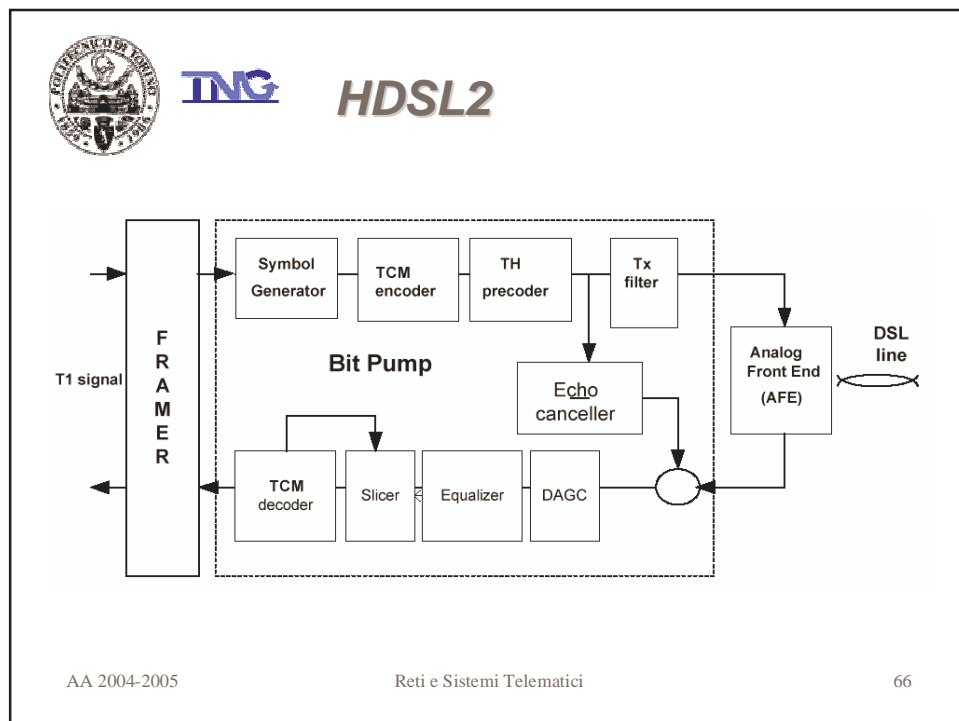
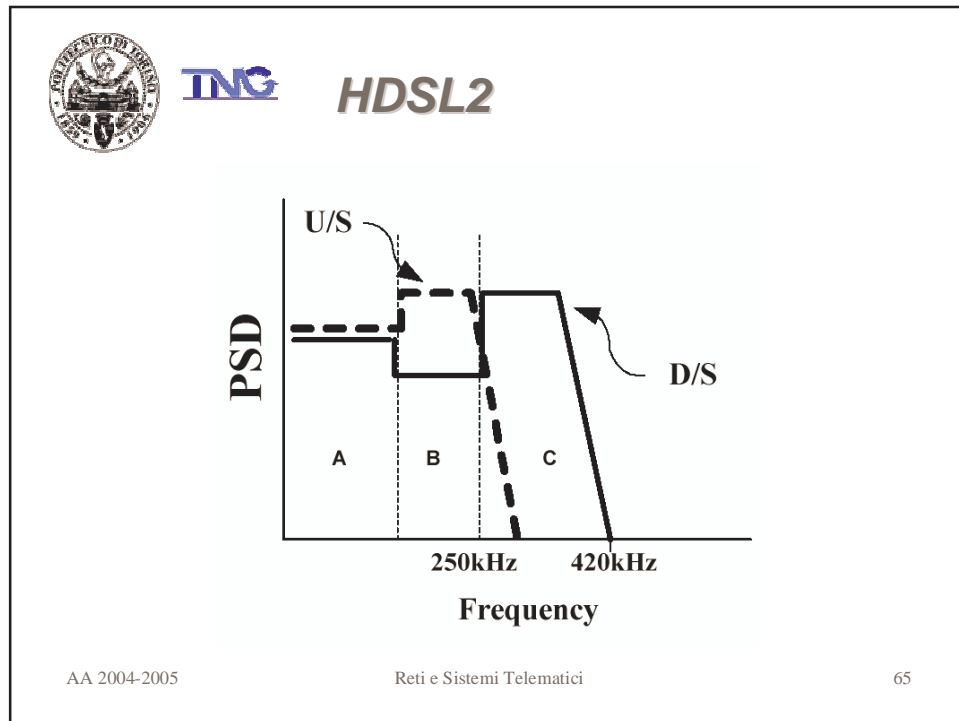
Self NEXT = self Near End Cross(X) Talk

Causato dal trasferimento di potenza fra doppini vicini nel cavo

Più elevato vicino alla centrale (molti doppini con HDLS2) che vicino all'utente (pochi doppini con HDLS2)

Bisogna minimizzarne l'effetto alla

64





TNG

SDSL

Usa un solo doppino e si adatta automaticamente alle caratteristiche della linea

Con 24 linee HDSL disturbanti:

- 272 kb/s @ 4,7 km
- 2,32 Mb/s @ 2,7 km

Codice di linea 2B1Q (come HDSL)

AA 2004-2005

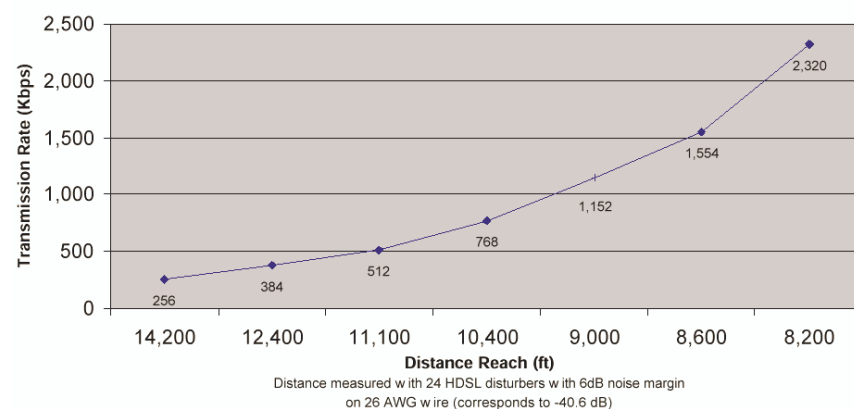
Reti e Sistemi Telematici

67



TNG

SDSL



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

68