
TECNOLOGIAS xDSL para pares de cobre



ESTV 2002/03

Paulo Coelho

Redes e Serviços em Banda Larga

1

Tecnologias para a rede de cobre

Evolução da transmissão de dados sobre pares de cobre:

- Rede s/ elementos activos concebida para serviço de voz c/ transmissão analógica e L.B. Até 4 KHz.
- Modems analógicos
- RDIS – acesso básico (144 Kbps).
- Acessos primários (2 Mbps – G.703).
- Tecnologia xDSL.

2

Tecnologias para a rede de cobre

Evolução das tecnologias de acesso do assinante

Nome	Ano	Descrição	Débito	Modo	Aplicações
V.21 V.22 V.32 V.32 bis V.34	1964 1968 1984 1991 1996	Modems Banda Voz	300 bps 1200 bps 9 600 bps 14 400 bps 33 600 bps	Simétrico	Comunicação de dados sobre um canal telefónico
V.90	1998		D 56 600 bps A 33 600 bps	Assimétrico	
T1 / E1 G.703	1964	1º nível da hierarquia PDH	1544 Kbps 2048 Kbps	Simétrico	Ligações T1/E1 ponto a ponto da rede fixa. Acesso a LANs, WANs
RDIS	1985	Acesso básico RDIS	160 Kbps	Simétrico	Serviços RDIS Voz e comunicação de dados
HDSL	1990	High-speed Digital Subscriber Line	1544 Kbps 2048 Kbps	Simétrico	Os mesmos que as linhas T1/E1
ADSL	1995	Asymmetric Digital Subscriber Line	D 1.5 a 9 Mbps A 16 a 640 Kbps	Assimétrico	Acesso à Internet, Video on-demand, acesso a LANs, Multimédia interactiva.
VDSL	1997	Very high-speed Digital Subscriber Line	D 13 a 52 Mbps A 1.5 a 2.3 Mbps	Assimétrico	Os mesmos que o HDSL + HDTV

3

A família xDSL

Tipo DSL	Descrição	Modulação	Atributos do Serviço	Normas/Standards
ADSL G.Lite	Asymmetric DSL	DMT	1.5 Mbps Downstream, 512 Kbps Upstream, operação sobre um par, Distribuição de services IP ou ATM.	ITU G.992.2
ADSL G.DMT	Full Rate Asymmetric DSL	DMT	8 Mbps Downstream, 1.024 Mbps Upstream, operação sobre um par, Distribuição de services IP ou ATM.	ITU G.992.1, ANSI T1.413 Issue 2
RADSL	Rate Adaptive DSL	CAP	8 Mbps Downstream, 1.024 Mbps Upstream, operação sobre um par, IP ou ATM	ANSI T1 TR-59
MVL	Multiple Virtual Line DSL	Variante QAM	768 Kbps Symmetric, operação sobre um par, Ponto-Ponto ou Multi-Ponto, IP	FCC Part 68
SDSL, MSDSL	Symmetric DSL	2B1Q ou CAP	1.544 / 2.048 / 2.3 Mbps Symmetric, 2B1Q, um par, TDM, IP ou ATM.	ANSI T1 TR-28, ETSI TS 101 135 Anexo B, G.991.1
ISDSL	ISDN DSL	2B1Q	128 Kbps ou 144 Kbps Symmetric, operação sobre um par, distribuição de serviços IP	ANSI T1.601
HDSL, MHDSL	High-bit-rate DSL	2B1Q or CAP	Taxa fixa 1.544 Mbps / 2.048 Mbps, 2B1Q: 2/3 pares, CAP:2 pares, serviços TDM	ANSI T1 TR-28, ETSI TS 101 135 Anexo B
HDSL2	Single Pair High-bit-rate DSL	PAM	Taxa fixa 1.544 Mbps / 2.048 Mbps, operação sobre um par, serviços TDM	ANSI Draft
G.SHDSL	Single Pair High-bit-rate DSL	PAM	1.544 Mbps / 2.048 Mbps Symmetric, um par, Serviços TDM, IP ou ATM	ITU Draft
VDSL	Very High Speed ADSL	DMT or QAM	52 Mbps Downstream, 6 Mbps Upstream, um par, IP ou ATM	Draft

4

Conceitos Básicos sobre Transmissão digital

Técnica de Transmissão TCM

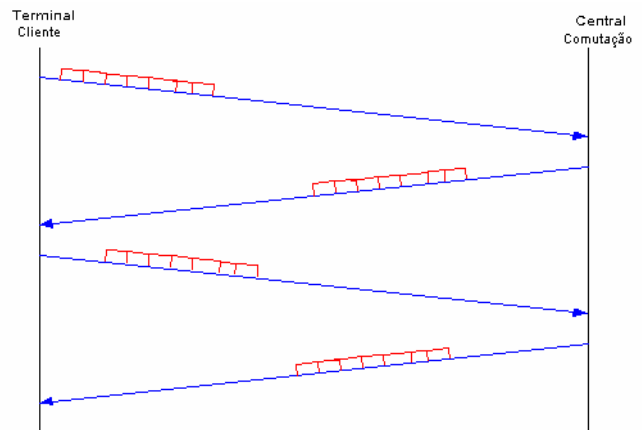
- Ping-Pong ou Time Compression Multiplexing (TCM)

Vantagem:

- Simplicidade de implementação

Limitações:

- Atraso de transmissão
- Atenuação



5

Conceitos Básicos sobre Transmissão digital

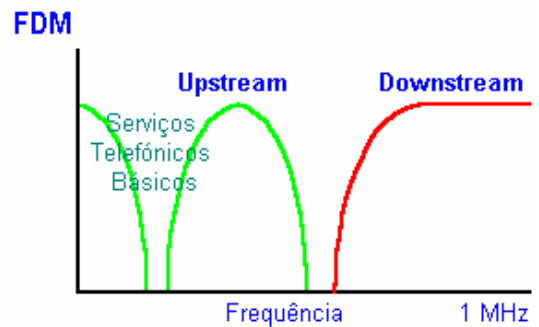
- Atraso na transmissão:
 - ◆ Um *Burst* de dados demora cerca de $5 \mu\text{s}$ por Km para chegar de um extremo ao outro da linha.
- Atenuação:
 - ◆ A principal limitação da operação *ping-pong* é a atenuação e interferências que surgem da operação a frequências elevadas.
- Devido a estas limitações, só é viável para operação em linhas curtas.

6

Conceitos Básicos sobre Transmissão digital

FDM - Frequency Division Multiplexing

- FDM atribui uma banda para dados *Upstream* e outra banda para dados *Downstream*.

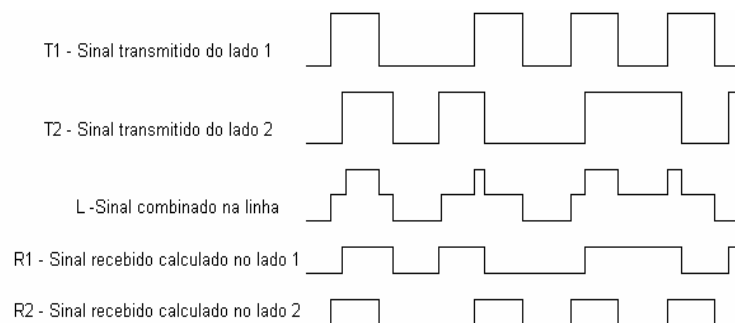
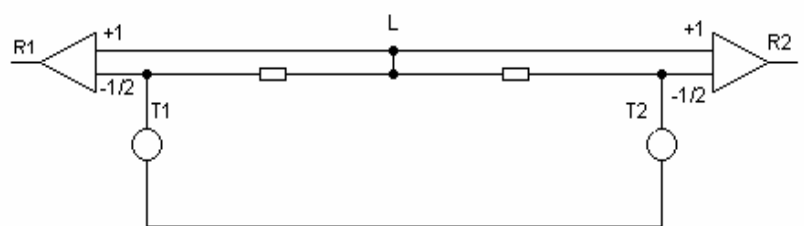


7

Conceitos Básicos sobre Transmissão digital

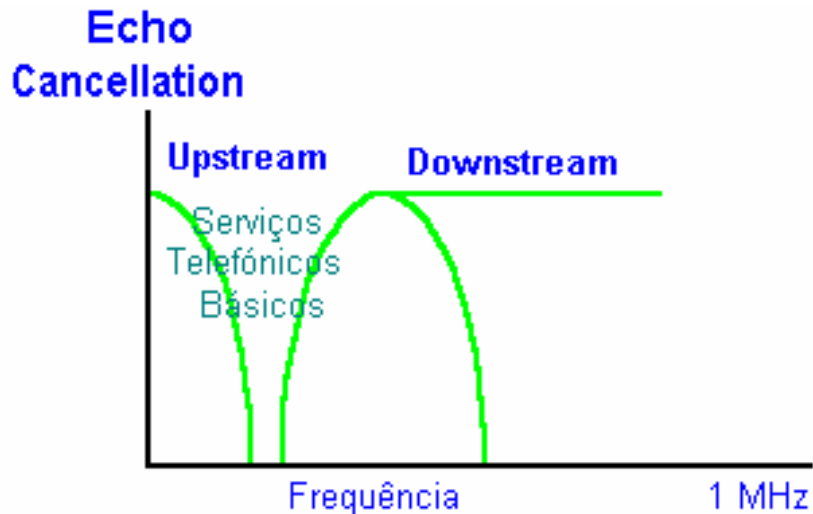
Cancelamento de eco

A técnica de *cancelamento de eco* permite que o sinal recebido seja calculado por subtração, se as características da linha e o sinal transmitido forem conhecidos.



8

Conceitos Básicos sobre Transmissão digital



- A utilização de cancelamento de eco permite utilizar a mesma banda para os dois sentidos de transmissão.

9

Conceitos Básicos sobre Transmissão Digital

Ruído e Distorção

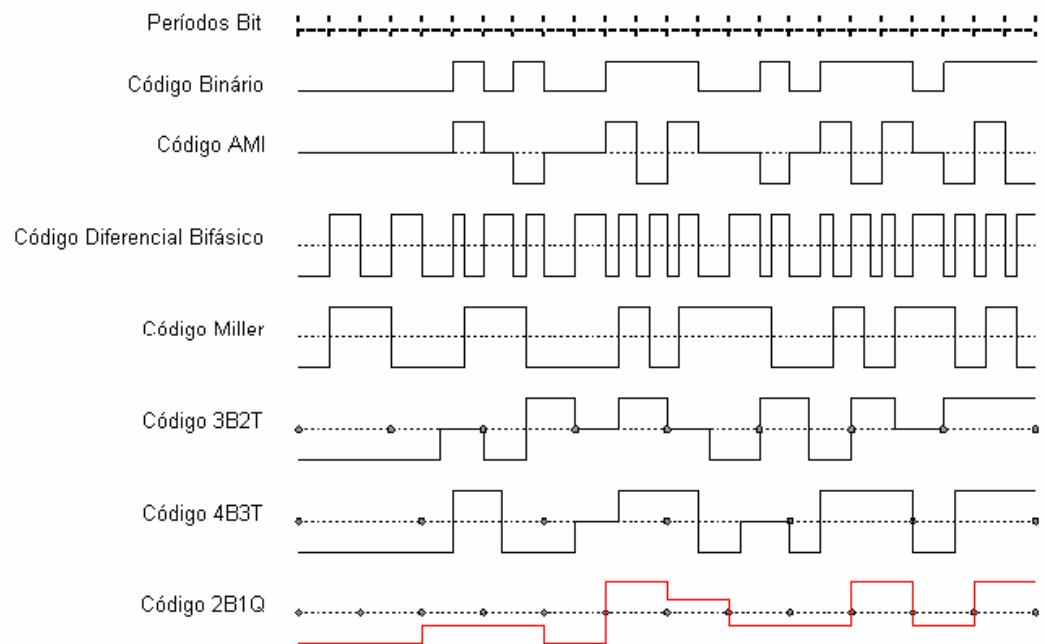
Os problemas nas linhas de cobre são:

- Atenuação;
- CrossTalk (NEXT);
- Distorção.
- Perdas de transmissão por atenuação:
 - ◆ Qualquer meio de transmissão tem perdas em vez de ganho ($P_{out} < P_{in}$).
- CrossTalk (NEXT)
 - ◆ É definido como a indução de uma porção de sinal de um par para outro adjacente.
 - ☞ Medido em cada extremidade
 - ☞ Medido em dB

10

Conceitos Básicos sobre Transmissão Digital

Códigos de Linha para Transmissão sobre pares de cobre



11

Tecnologias xDSL

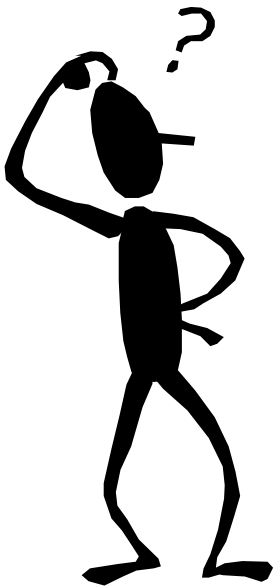
DSL = Digital Subscriber Line

- DSL é uma tecnologia avançada de transmissão analógica, que permite transportar informação digital a altas velocidades, por pares telefônicos comuns, mediante sistemas de modulação-desmodulação complexos.
- O “x” utiliza-se para diferenciar os tipos de serviços e/ou tecnologias DSL (ex.: HDSL, ADSL, SDSL, RADSL, VDSL,...)

12

Tecnologias DSL

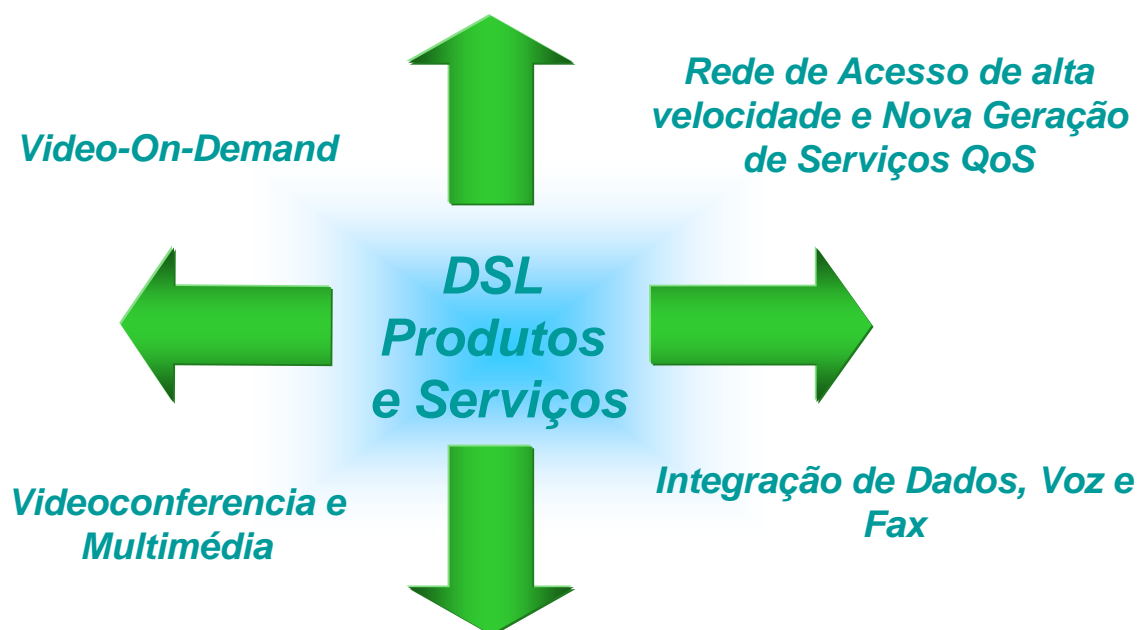
Porquê DSL?



- ◆ Requisitos dos utilizadores finais de maior largura de banda e maior facilidade de acesso a novos serviços.
- ◆ Novas aplicações.
- ◆ Re-utilização eficiente da infra-estrutura de cobre existente.
- ◆ Resposta face ao débito das linhas de longa distância.

13

Novas Aplicações



14

Tecnologia HDSL

HDSL=

High-Speed Digital Subscriber Line

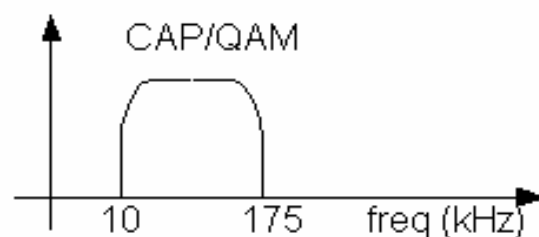
Objectivos do HDSL?

- Transmitir a 1.544 Mb/s sobre linhas telefónicas até 5,5 Km de comprimento.
- Operação simétrica e *full-duplex*.
- Utiliza dois pares de cobre (i.e. 4 fios).

15

Tecnologia HDSL

Técnicas para a operação HDSL



- A transmissão *Downstream* e *Upstream* utilizam a mesma banda de frequência
- O HDSL usa *Echo Cancellation*
- Utiliza operação *duplex* em ambos os pares que tradicionalmente operam a 1.544 Mbps nas linhas T1.
- A taxa de operação em cada par é aproximadamente metade.
 - ◆ Menor Atenuação
 - ◆ Menor NEXT

16

Tecnologia ADSL

ADSL=

A*symmetric* D*igital* S*ubscriber* L*ine*

- Características:
 - ◆ A tecnologia ADSL é assimétrica.
 - ◆ Permite utilizar em simultâneo e sobre a mesma linha, o serviço telefónico normal, RDIS e transmissão de dados a alta velocidade, ex. vídeo.
 - Aplicações típicas:
 - ◆ Acesso Internet/Intranet
 - ◆ Video on Demand
 - ◆ Acesso remoto a LANs
- Os utilizadores destas aplicações normalmente fazem mais download de informação do que aquela que enviam.

17

Tecnologia ADSL

ADSL

A tecnologia ADSL cria 3 canais de informação separados:

- ◆ Um canal *downstream* de alta velocidade
 - ◆ Um canal *duplex* de média velocidade
 - ◆ Um canal para serviços telefónicos básicos
- O canal para serviços telefónicos básicos é separado do modem digital por filtros.
 - O canal de alta velocidade varia de 1,5 - 6,1 Mbps.
 - A velocidade no canal duplex varia de 16 - 640 Kbps
 - Cada canal pode ser sub-multiplexado para formar vários canais com taxas de transmissão menores.

18

Tecnologia ADSL

Capacidade de Transporte do ADSL

- As taxas de transferência *downstream* dependem de vários factores:
 - O comprimento das linhas;
 - A secção das linhas;
 - Presença de *bridged taps*;
 - Crosstalk*

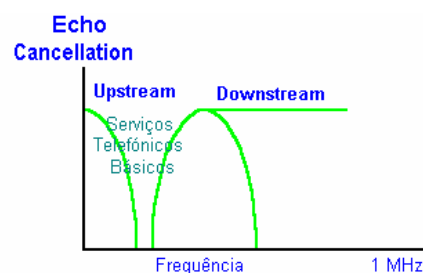
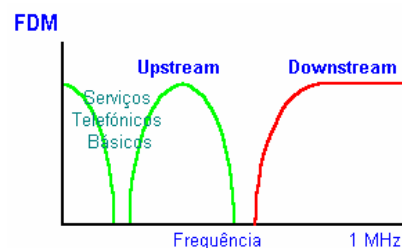
Taxa Transferência (Mbps)	Diâmetro fio (mm)	Distância (Km)
1.5 ou 2	0.5	5.5
1.5 ou 2	0.4	4.6
6.1	0.5	3.7
6.1	0.4	2.7

Performance vs meio físico

19

Tecnologia ADSL

- A tecnologia ADSL utiliza FDM ou cancelamento de eco para dividir a largura de banda disponível pelos serviços.
- O processo de separação os sinais de *Upstream* e *Downstream* é transparente.
- As frequências acima dos 4Khz estão disponíveis para o DSL



20

Tecnologia ADSL

Modulação ADSL

- Discrete Multitone (DMT)

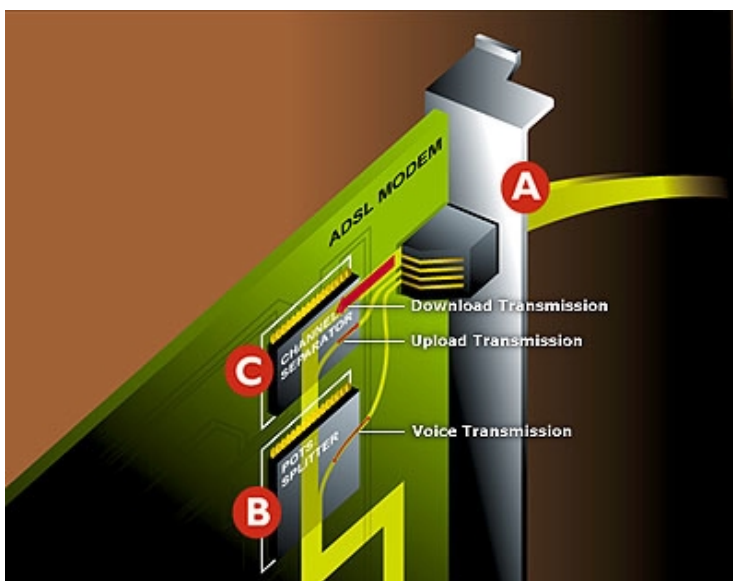
A ideia básica do DMT é separar a largura de banda disponível num número grande de subcanais. O DMT é capaz de alocar dados de forma a que o débito em cada subcanal seja maximizado.

Gestão da Largura de Banda no ADSL



21

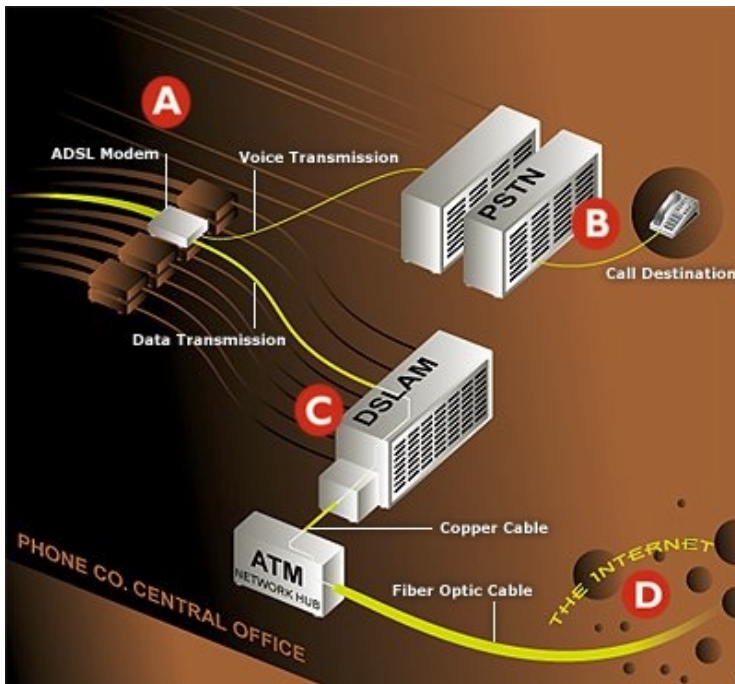
Como funciona o ADSL



- A. O modem ADSL liga-se a uma linha telefónica analógica.
- B. Voz e dados: O *splitter* divide a linha telefónica em duas bandas: uma para voz e outra para dados.
- C. Separador de canais: O separador de canais divide o canal de dados em dois: um canal de banda larga para *downstream* e outro mais estreito para *upstream*.

22

Como funciona o ADSL

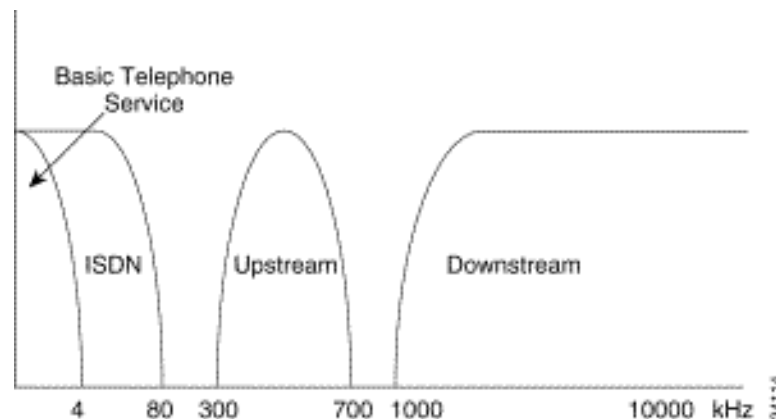


- A. Do lado do operador, existe outro modem ADSL. O *splitter* separa as chamadas de voz dos dados.
- B. Serviço telefónico: as chamadas de voz são encaminhadas para a rede telefónica comutada
- C. Dados: Os dados são multiplexados no DSLAM. O DSLAM multiplexa muitas linhas ADSL numa única ligação de alta velocidade ATM.
- D. No retorno, os dados da Internet são encaminhados através do DSLAM e do modem do operador, até chegarem ao computador do assinante.

23

Tecnologia VDSL

VDSL (Very High Speed ADSL)



24

VDSL - *Very high speed Digital Subscriber Line*

Características gerais

- ◆ – prolongamento dos sistemas ADSL no sentido do aumento dos débitos de linha
- ◆ – um único par de cobre
- ◆ – suporta serviço telefónico (POTS) ou RDIS
- ◆ – normalização ainda em curso

Capacidade de transmissão (exemplos)

Simetria	Débito ascendente	Débito descendente	Alcance
Assimétrico	3 Mbps	26 Mbps	900 m
	6 Mbps	52 Mbps	300 m
Simétrico	13 Mbps	13 Mbps	900 m
	26 Mbps	26 Mbps	300 m