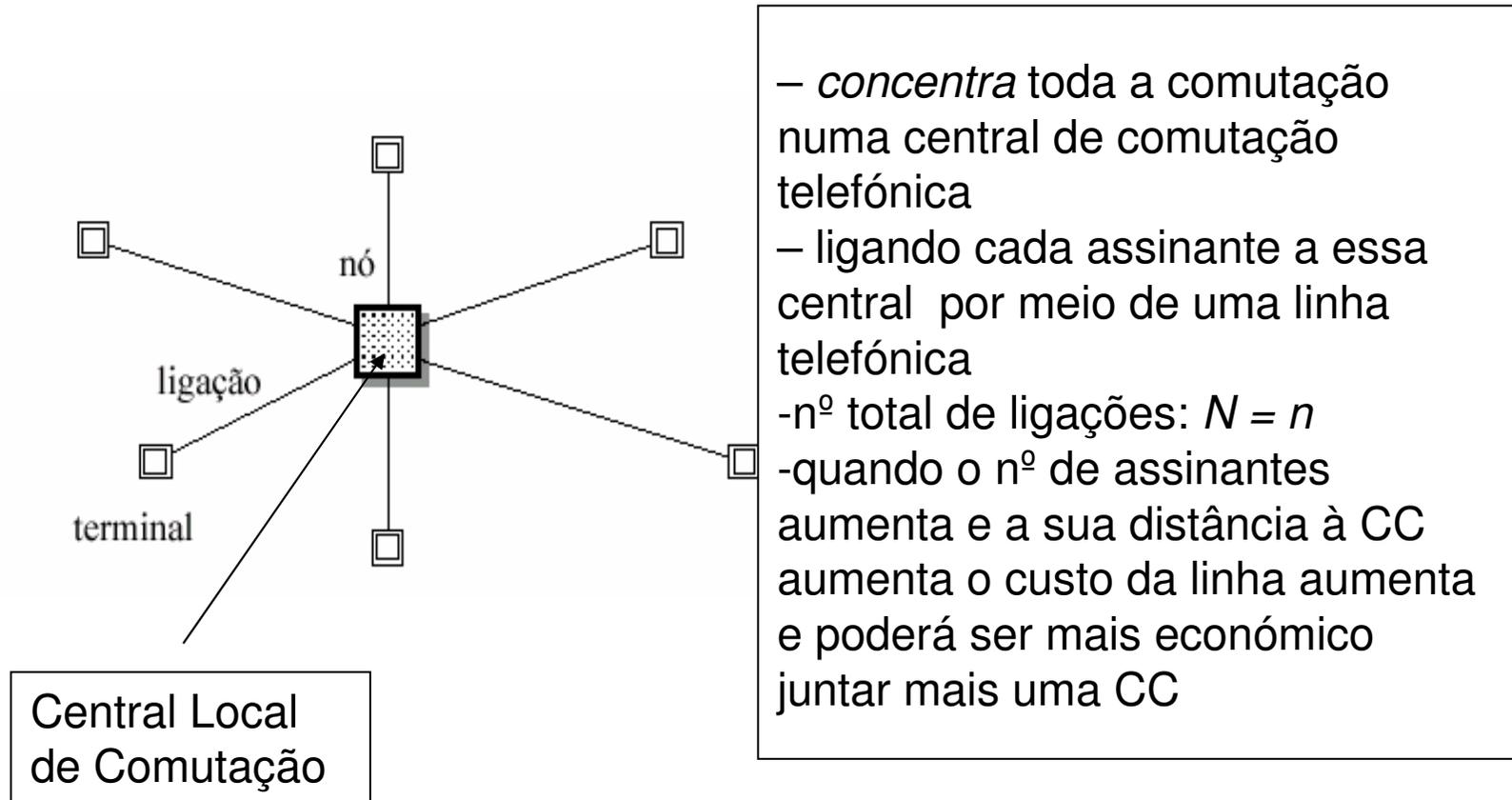

Redes de Telecomunicações

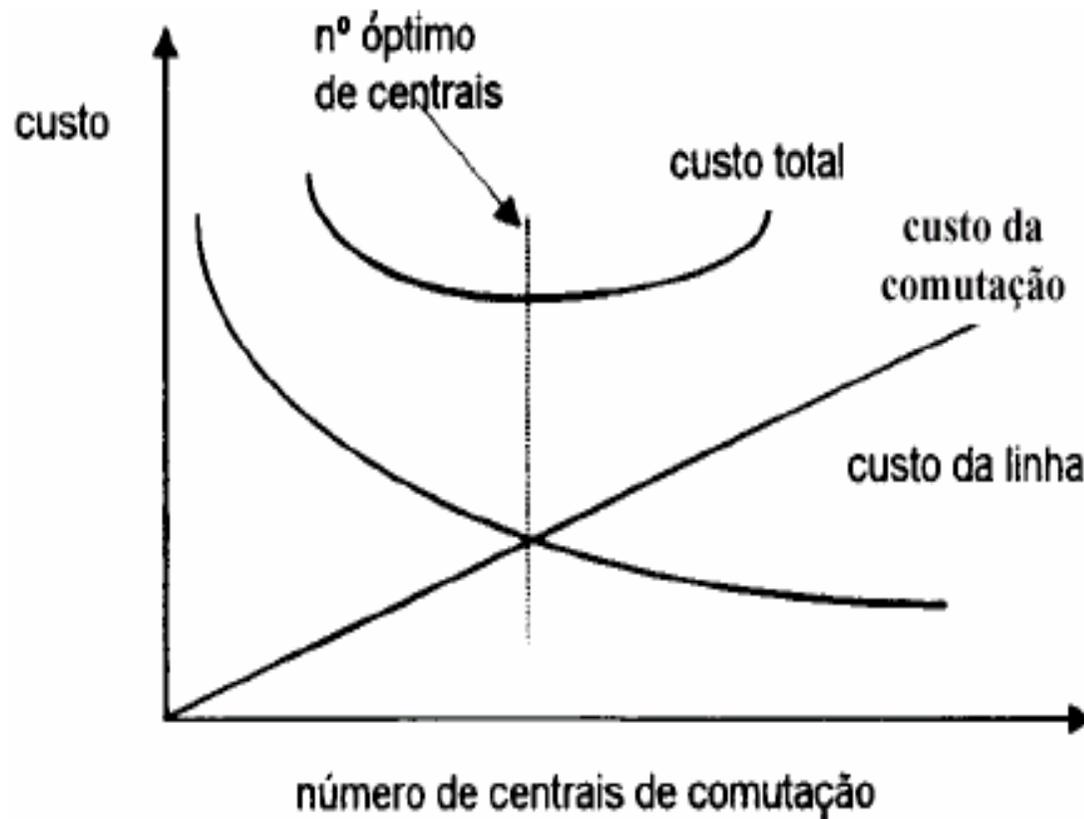
Redes de acesso
2006-2007

Arquitectura da rede: Estrutura geral

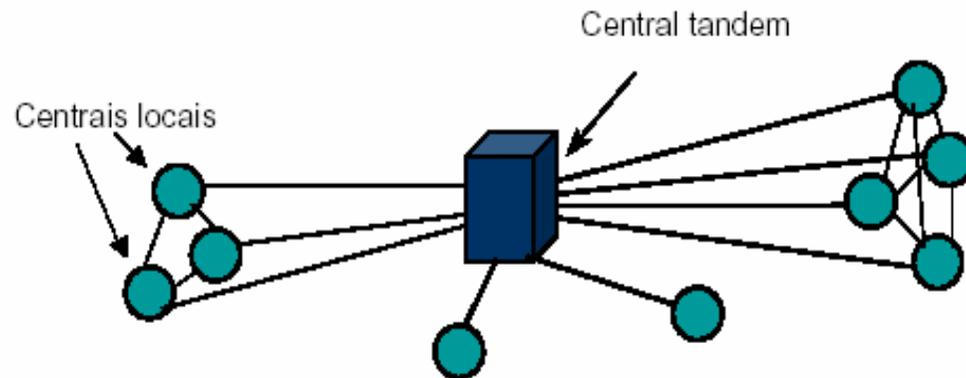


- *concentra* toda a comutação numa central de comutação telefónica
- ligando cada assinante a essa central por meio de uma linha telefónica
- nº total de ligações: $N = n$
- quando o nº de assinantes aumenta e a sua distância à CC aumenta o custo da linha aumenta e poderá ser mais económico juntar mais uma CC

Arquitectura da rede: Estrutura geral

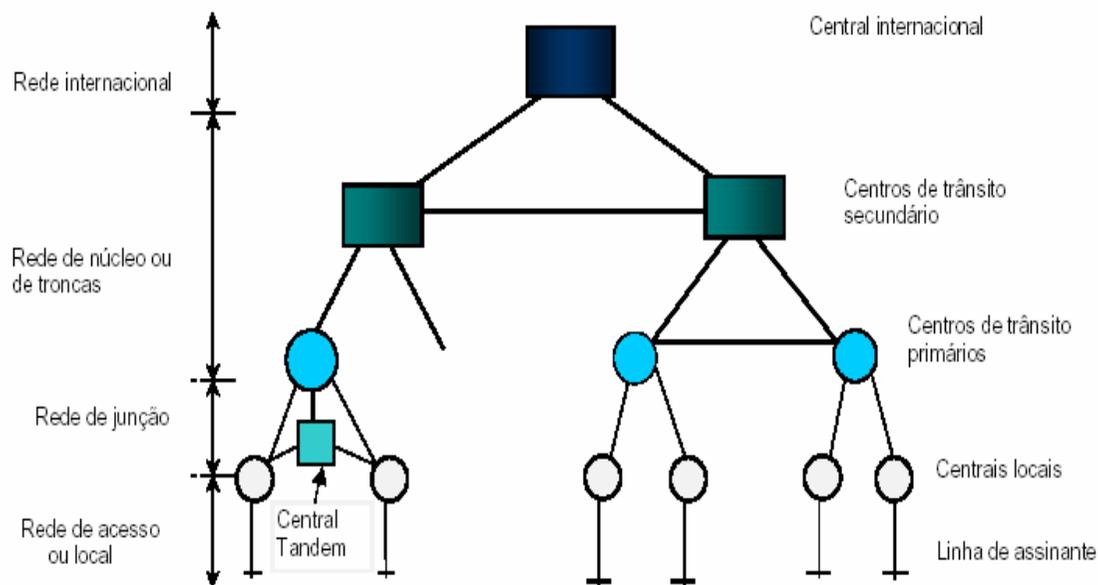


Rede de junção



Emalhamento da rede: Tráfego do mesmo nível hierárquico suficientemente intenso otimiza os recursos proporciona maior fiabilidade

Estrutura hierarquia da rede



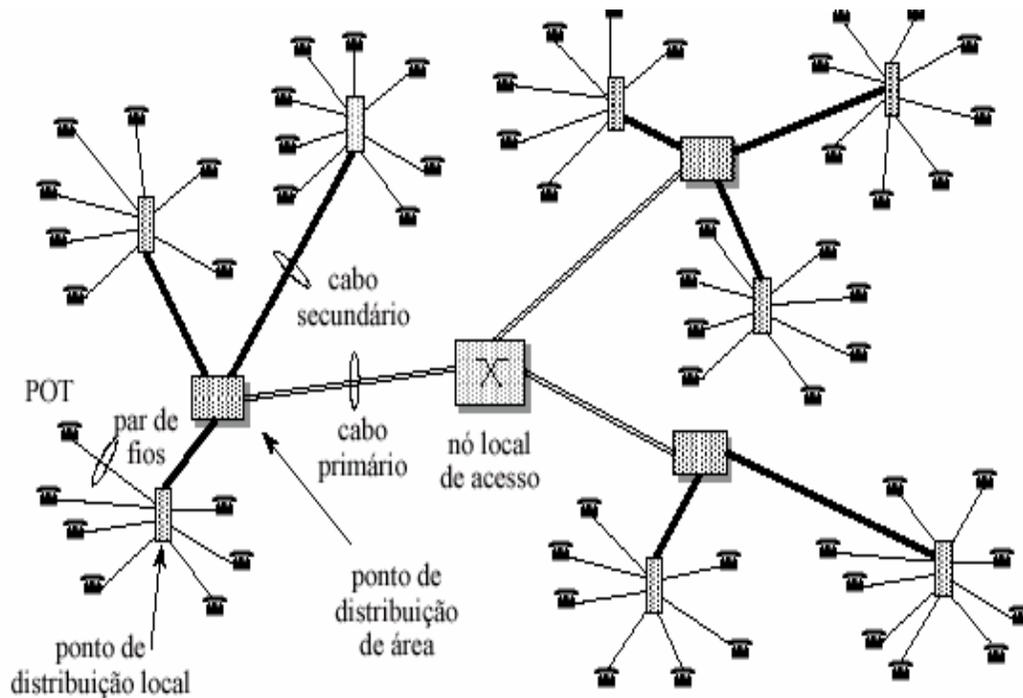
Eficiência maximizada

- densidade de nós dependente da concentração de utilizadores
- nós e ligações optimizados para o tráfego que suportam

Crescimento suave

- a introdução de um novo utilizador requerer apenas uma ligação a um nó próximo
- ligações entre nós e capacidade destes cresce em função do aumento de tráfego
- introduz vários níveis de comutação

Estrutura da rede fixa de acesso: rede convencional



Transmissão a 2 fios e/ou 4 fios

Transmissão a 2 fios

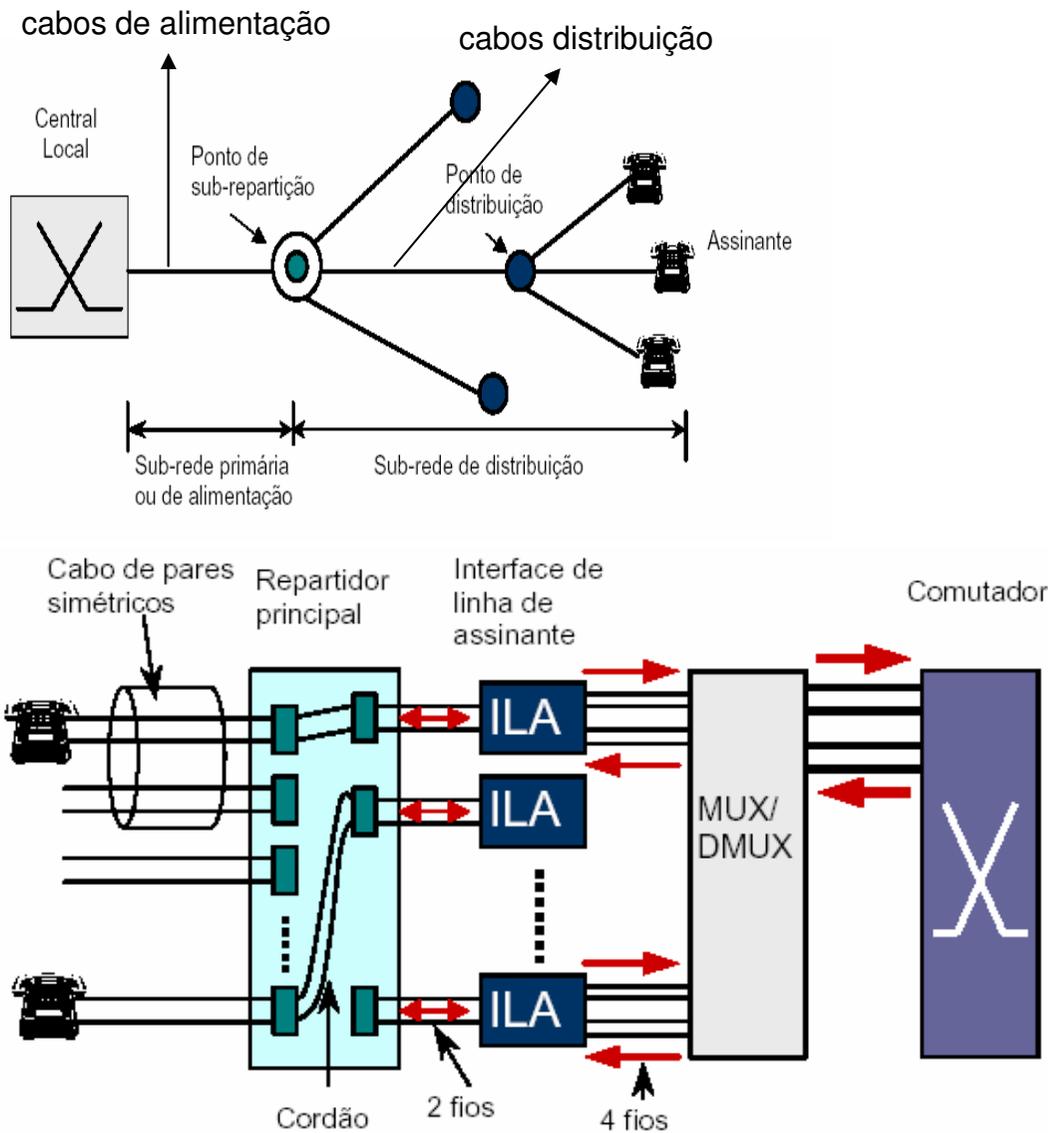
-exige amplificação/regeneração bidireccionais (difícil)

-dificulta transmissão de dados
-não suportada na comutação digital

-passem de 2/4 ou 4/2 fios através de híbrido.

Lacete Local ou Lacete de assinante: infra-estrutura de cobre que liga a instalação do assinante à central local

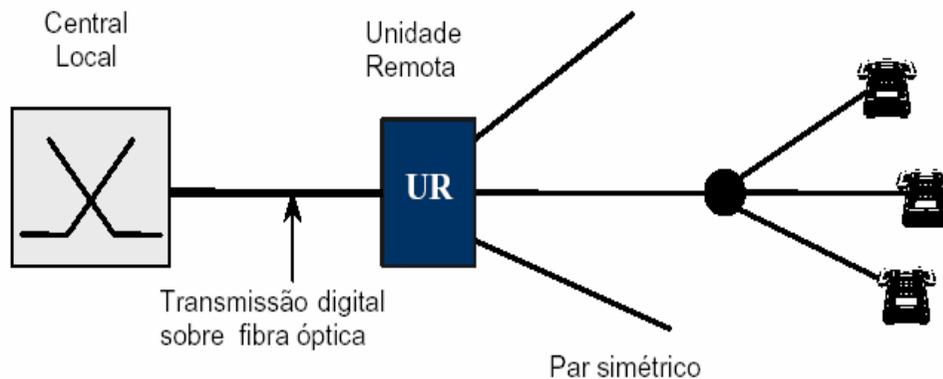
Arquitetura típica de uma rede de acesso



Funcionalidades da ILA

- passar de 2 para 4 fios
- passar o sinal de analógico a digital

Utilização de unidades remotas



Permite diminuir o nº de cabos de alimentação e reduzir as perdas de transmissão.

A UR- multiplexa no tempo vários canais telefónicos.

UR - Pode funcionar no modo concentrado (concentrador) ou não concentrado. Por exemplo: 30 canais para suportar 240 assinantes, factor de concentração de 8

Quais os principais factores que limitam a transmissão digital sobre cabos de cobre?

- Atenuação do sinal eléctrico devido à resistência eléctrica do cobre.
- Distorção do sinal devido à capacidade indesejada dos cabos
- Crosstalk (diafonia) devido à radiação dos cabos adjacentes
- Ruído

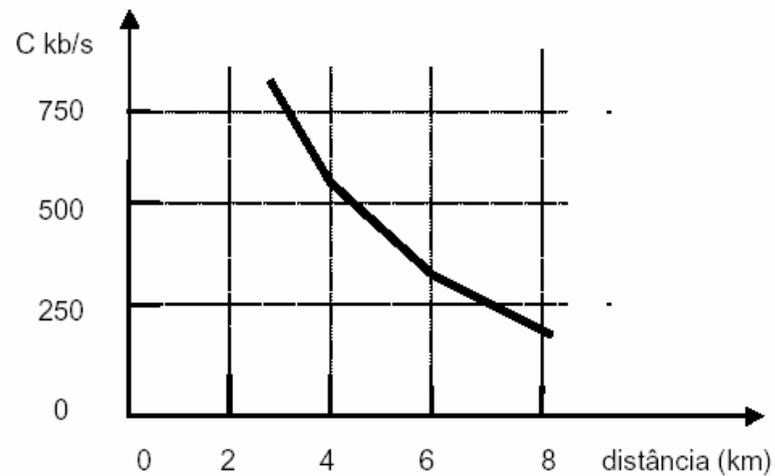
Formula de Shannon da capacidade de um canal,C

$$C=B \log_2(1+S/N) \text{ bit/s}$$

B: largura de banda do canal

S/N: relação sinal/ruído devida somente á diafonia

Capacidade de um par simétrico com diâmetro de 0.5 mm

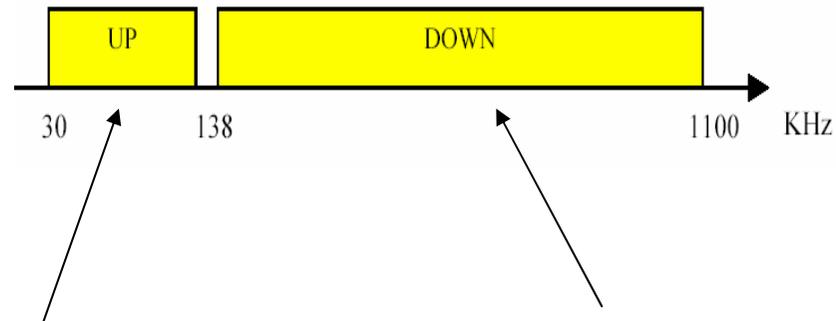


Só a diafonia limita a taxa de transmissão para 750 kb/s para distâncias de 3 km.

Técnicas de duplexagem

- **Objectivo:** conseguir transmissão bireccional de sinais digitais na infra-estrutura de cabos de pares simétricos.
 - Duplexagem por divisão no domínio de frequência (DDF);
 - Duplexagem por divisão no tempo ou TCM (Time Compressed Multiplexing)
 - Cancelamento de eco (CE)
-

Duplexagem por divisão no domínio de frequência (DDF);

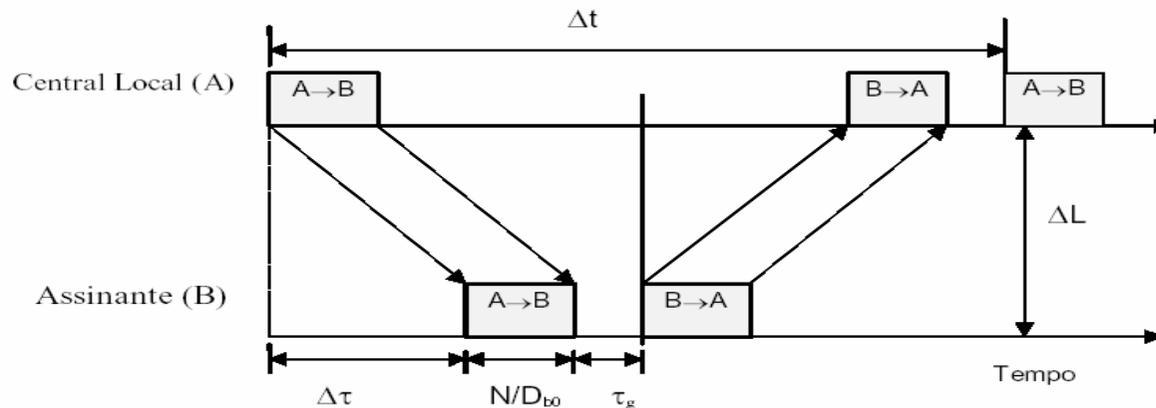


Largura de banda utilizada na transmissão no sentido ascendente

Largura de banda utilizada na transmissão no sentido descendente

Duplexagem por divisão no tempo ou TCM (Time Compressed Multiplexing) ou Pingue-Pongue

No TCM a sequência binária gerada pela fonte de informação é fragmentada em blocos de informação (rajadas) constituídos por N bits. A duração de cada bloco é de $\Delta t = N / D_b$, onde D_b é o débito da sequência binária. Cada bloco é transmitido na linha ao ritmo de D_{b0} .

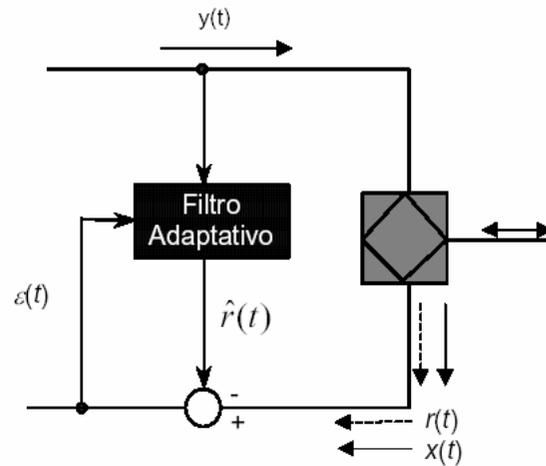


Seja $\Delta\tau$ o tempo de propagação na linha ($\Delta\tau = \Delta L / v_g$) e τ_g o tempo de guarda. Durante o intervalo de tempo Δt é necessário garantir uma comunicação bidirecional, ou seja, o débito binário na linha deverá ser tal que

$$\frac{N}{D_b} = 2 \frac{N}{D_{b0}} + 2\Delta\tau + 2\tau_g \quad \Rightarrow \quad D_{b0} = \frac{2D_b}{1 - \frac{2}{\Delta t}(\Delta\tau + \tau_g)}$$

Cancelamento de eco

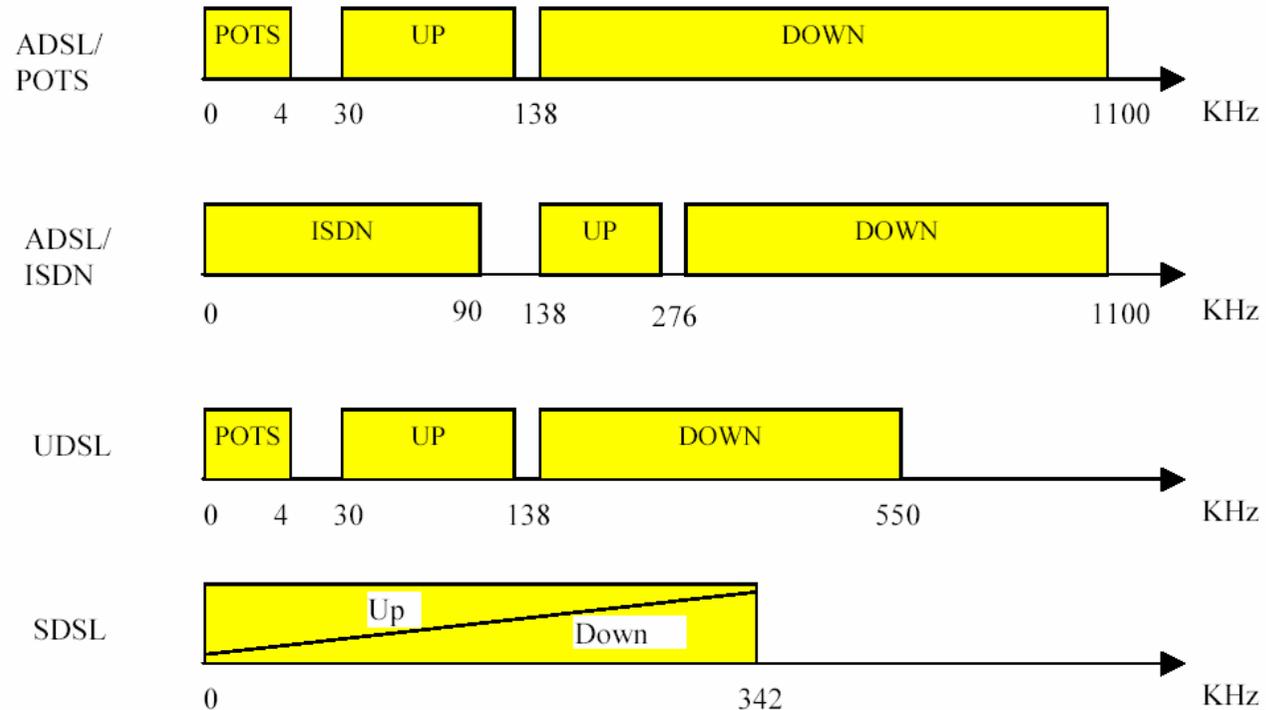
$$\varepsilon(t) = z(t) - \hat{r}(t) = x(t) + r(t) - \hat{r}(t)$$



Técnicas de acesso digital sobre pares de cobre

Nome	Descrição	Débito	Modo	Aplicações
V.22 V.34 V.90	Modems Banda Voz	1200 bps 28,800 bps 56 Kbps	Duplex	Comunicação de dados
DSL	Digital Subscriber Line	160 Kbps	Duplex	Serviços RDIS Voz e comunicação de dados
HDSL	High data rate Digital Subscriber Line	1.544 Mbps 2.048 Mbps	Duplex Duplex	Serviços T1/E1 Acesso a LANs, WANs
SDSL	Symmetric DSL	1.544 Mbps 2.048 Mbps	Duplex Duplex	Os mesmos que o HDSL
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	1.5 a 9 Mbps 16 a 640 Kbps	Down Up	Acesso À Internet, Video on-demand, acesso a LANs, Multimédia interactiva.
VDSL	Very high data rate Digital Subscriber Line	13 a 52 Mbps 1.5 a 2.3 Mbps	Down Up	Os mesmos que o HDSL + HDTV

Ocupação espectral da linha



UDSL-Universal DSL ou DSL Lite (G.Lite)

ADSL -História

- 1995, aprovado standard T1.413
ANSI(American National Standards Institute)
 - 1994, criado o forum ADSL
 - 1999, aprovado G.Lite
-

Características básicas

- **Serviço telefónico (POTS):** O serviço fixo telefónico está sempre assegurado, mesmo quando há falhas de energia.
 - **Taxa de transmissão:** tecnologia de acesso de banda larga, capaz de garantir débitos apropriados a muitos os tipos de aplicações, desde as aplicações de vídeo ao acesso à *Internet*.
 - **Conectividade:** Em ADSL, a ligação à rede é permanente, não sendo necessário esperar pelo estabelecimento da ligação telefónica para se poder consultar o *email* ou para navegar na Internet.
 - **Facilidade de utilização:** Após a instalação e configuração do acesso, o ADSL é de fácil utilização e não requer nenhum conhecimento específico ao utilizador.
 - **Fiabilidade:** A rede de pares de cobre que interligam os operadores telefónicos aos seus clientes é uma infraestrutura fiável, com tempos de quebra de serviço muito baixos.
 - **Segurança:** O ADSL utiliza a rede pública telefónica pelo que oferece uma ligação privada ponto-a-ponto entre o cliente e o operador telefónico. O meio físico é dedicado, o que é importante para garantir a privacidade e a segurança das transacções electrónicas.
 - **Serviços:** A capacidade proporcionada pelo ADSL permite transportar serviços de banda larga e multimédia até aos clientes. O acesso à *Internet* a débitos elevados surge como o serviço que, no curto prazo, impulsionará o desenvolvimento da tecnologia. Numa fase posterior o ADSL poderá ser usado para, além dos dados, suportar de modo eficiente várias chamadas de voz, tirando partido do suporte de qualidade de serviço (QoS) do ATM.
-

Taxa de transmissão

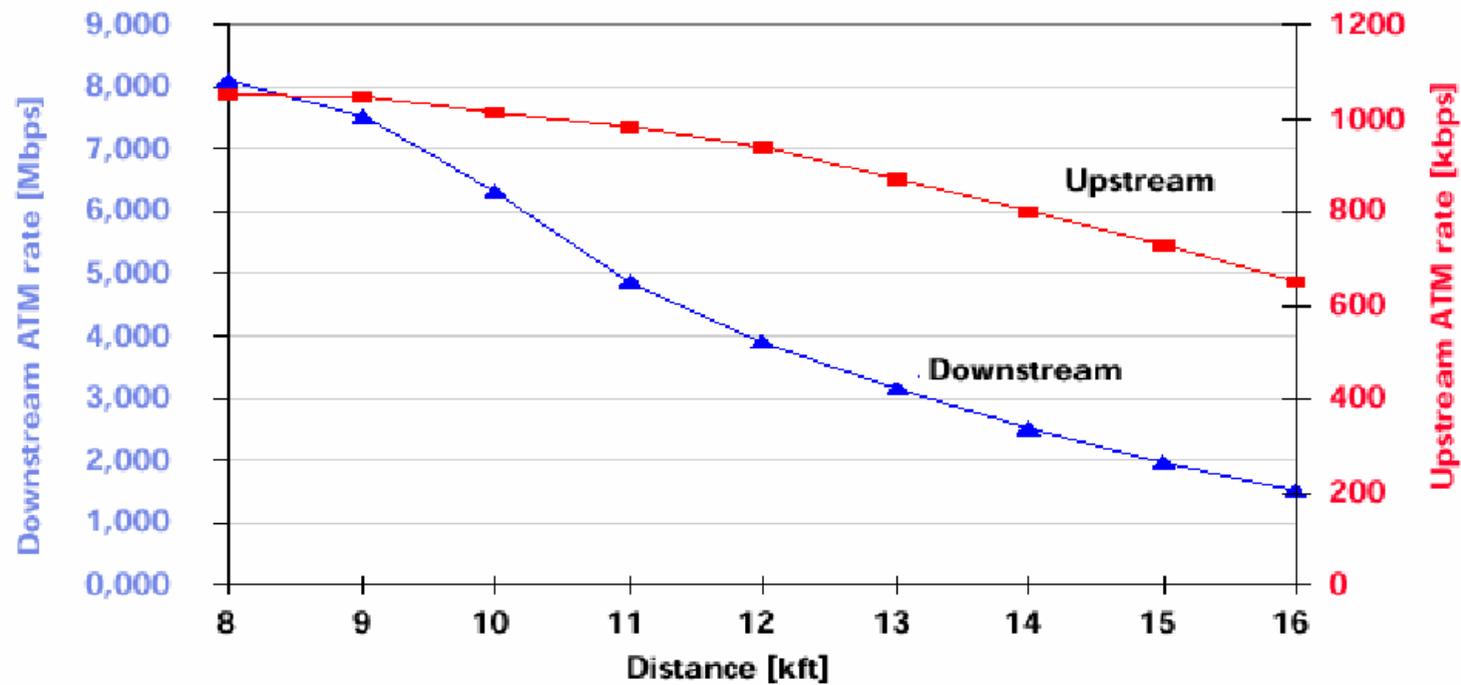
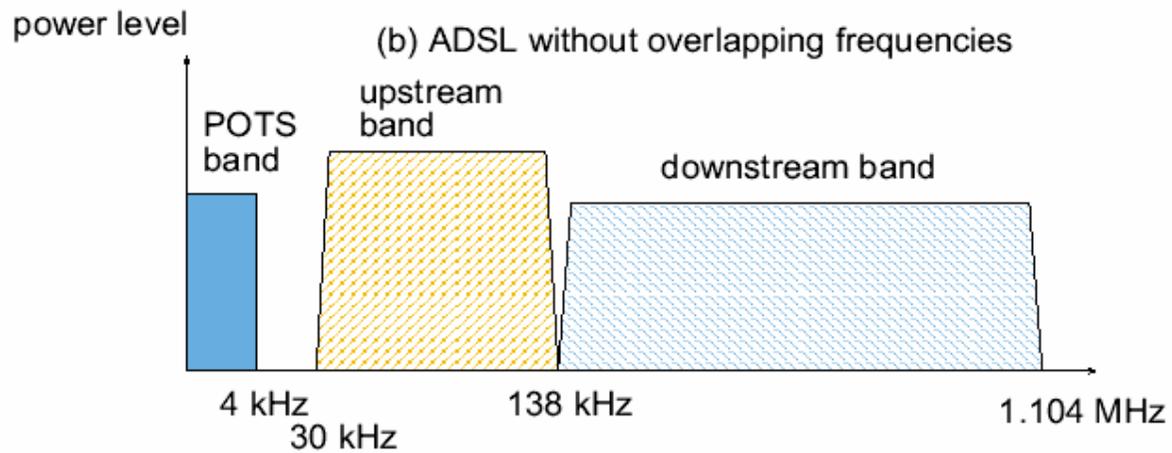
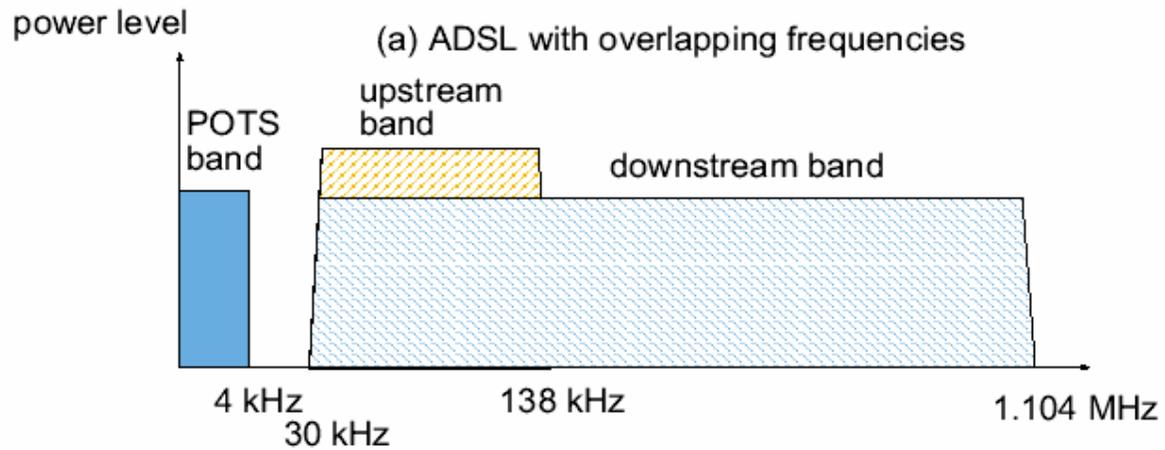


Figura 6.1 - 26AWG; 6dB noise margin; Fast mode (8Kft=2,4Km, 16Kf=4,8Km)
(Fonte : Esprit Project 25615 SALOMON, Dez. 2000)

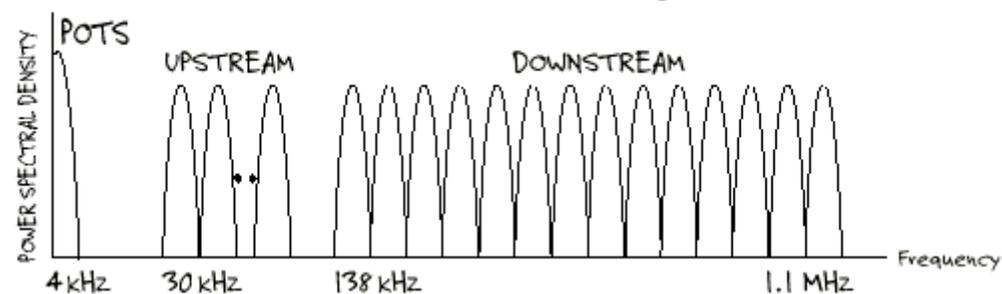
Ocupação espectral



Modulação

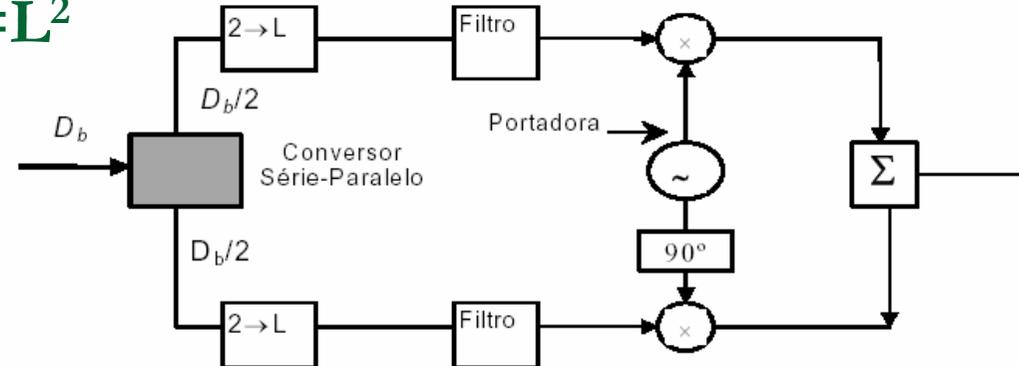
- A banda desde 0 até 1,1 MHz é dividida em **256 canais discretos para os dados downstream** e **32 canais discretos para os dados em upstream**. Os 6 primeiros canais são usados para suporte do serviço telefónico analógico.
- A modulação utilizada é a DMT (discrete multi tone ou seja o sistema multi-frequência/multi-ton)**. Usa transformada discreta de *Fourier* para modular e desmodular portadoras individuais.

How Standards-Based ADSL Manages Bandwidth



- Cada canal é modulado numa portadora diferente usando um símbolo de uma constelação QAM. Em cada um destes canais existem as frequências centrais (subportadoras, tons) que podem suportar cerca de 2 a 5 bits por tom.

M-QAM $M=L^2$



A sequência binária proveniente da fonte com o débito binário de D_b é convertida em duas novas sequências com o débito de $D_b/2$. O conversor de 2 para L níveis transforma estas duas sequências em dois sinais PAM com L níveis e caracterizados pelo débito de símbolo de

$$D_s = \frac{D_b}{2 \log_2 L} \text{ baud}$$

Estes sinais são em seguida filtrados por filtros passa-baixo. Assumindo que estes filtros têm uma largura de banda mínima (largura de banda de Nyquist com $\alpha=0$), a largura de banda FI (depois de modulação) será

$$B_{FI}(\text{min}) = D_s = \frac{D_b}{2 \log_2 L} \text{ Hz}$$

A eficiência espectral do M-QAM pode-se assim calcular facilmente resultando:

$$\varepsilon = \frac{D_b}{B_{FI}(\text{min})} = 2 \log_2 L \quad \text{bit/s/Hz}$$

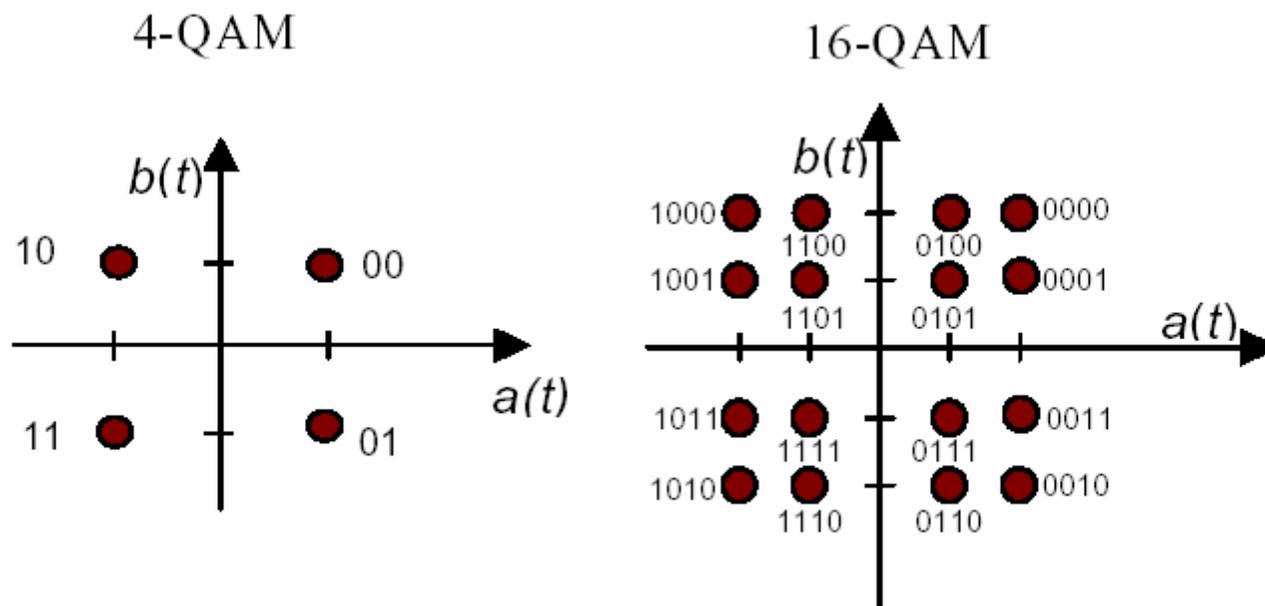
Conclui-se assim que o 16-QAM tem uma eficiência espectral de 4 bit/s/Hz e o 64-QAM de 6 bit/s/Hz.

Exemplo 5.3

Um sinal QAM pode-se representar em termos de uma componente em fase e de uma componente em quadratura. Para uma portadora de frequência ω_c tem-se

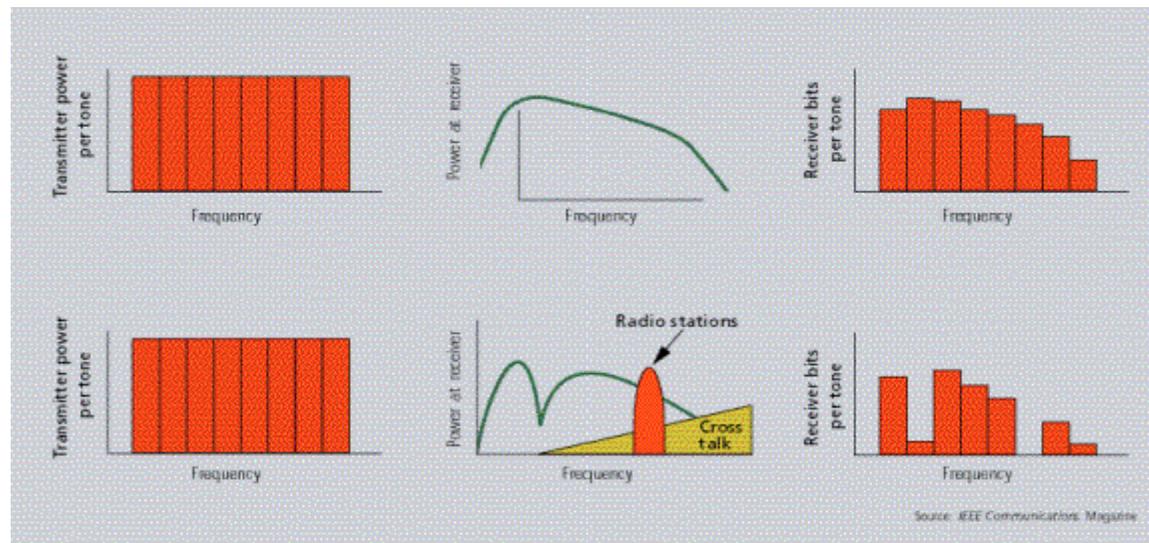
$$s(t) = \text{Re}\left\{\sum_l c_l(t)e^{j\omega_c t}\right\} = \sum_l a_l(t)\cos\omega_c t - \sum_l b_l(t)\sin\omega_c t, \text{ onde } c_l(t) = a_l(t) + jb_l(t). \text{ O}$$

conjunto dos valores de $c_l(t)$ e a sua representação no plano complexo designa-se constelação do sinal M-QAM. As figuras abaixo representam as constelações do 4-QAM e do 16-QAM. Como se conclui facilmente a primeira modulação correspondem 2 bit/símbolo, enquanto a segunda é caracterizada por 4 bit/símbolo.

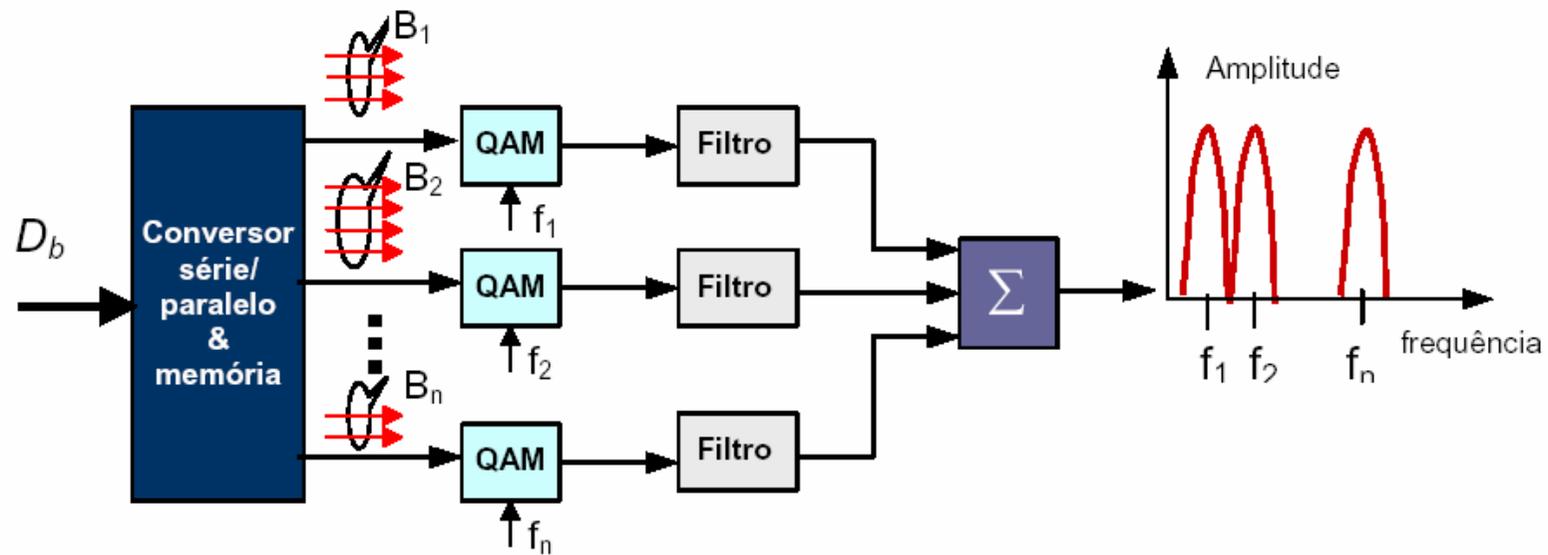


Funcionamento perante um canal ruído

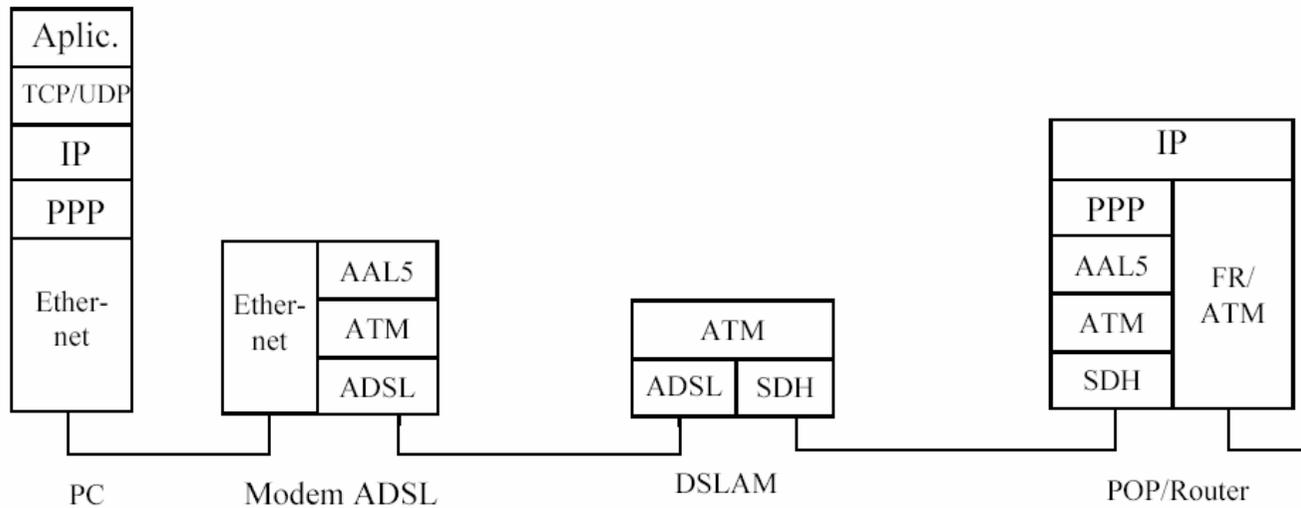
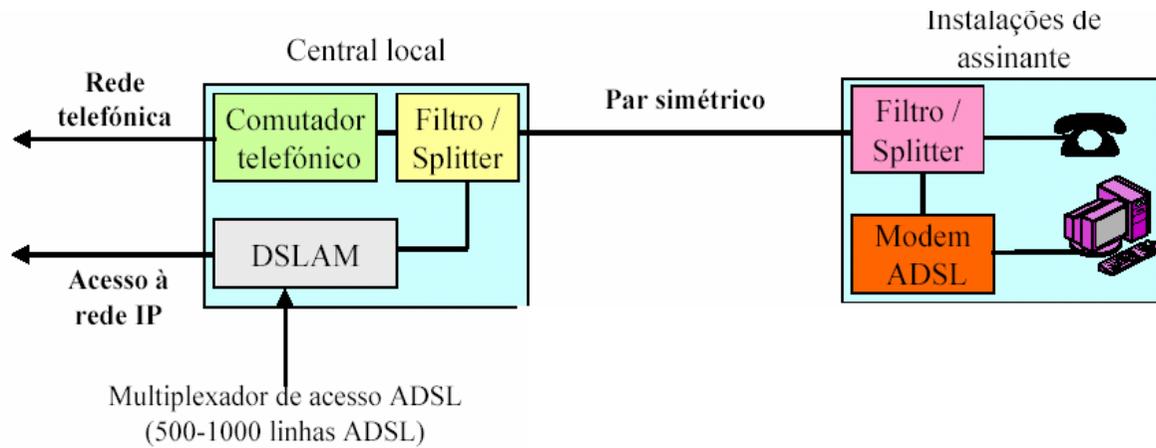
As condições de transmissão e de ruído são constantemente medidas para cada canal em separado, para garantir sempre a optimização da transmissão. Assim se há ruído no canal, a taxa de transmissão baixa, mas com a vantagem de poder-se fazer isso apenas nos canais afectados, pois são independentes uns dos outros

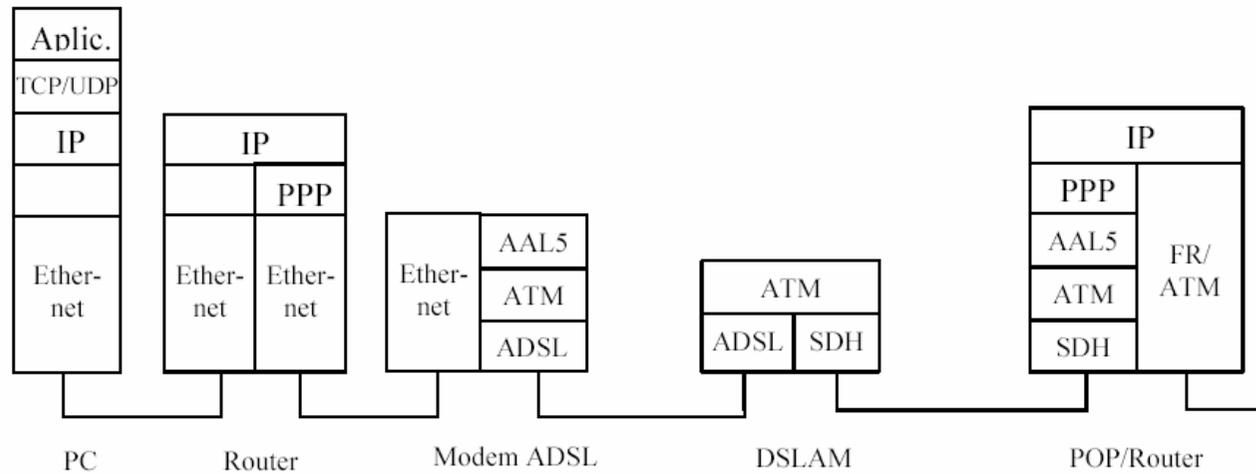
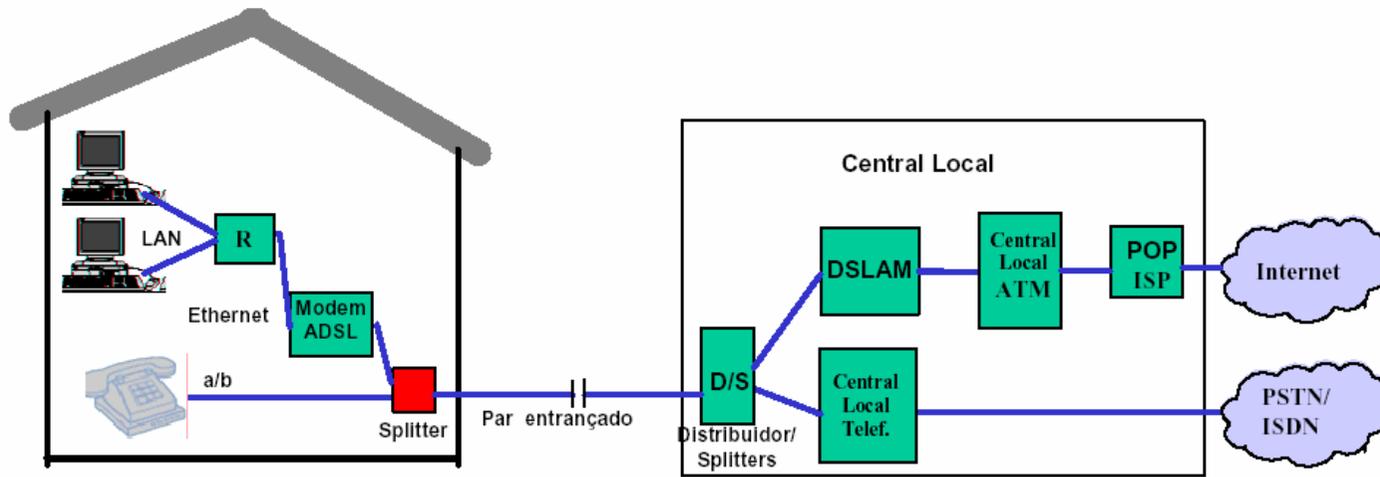


Modulador DMT



Implementação e protocolos

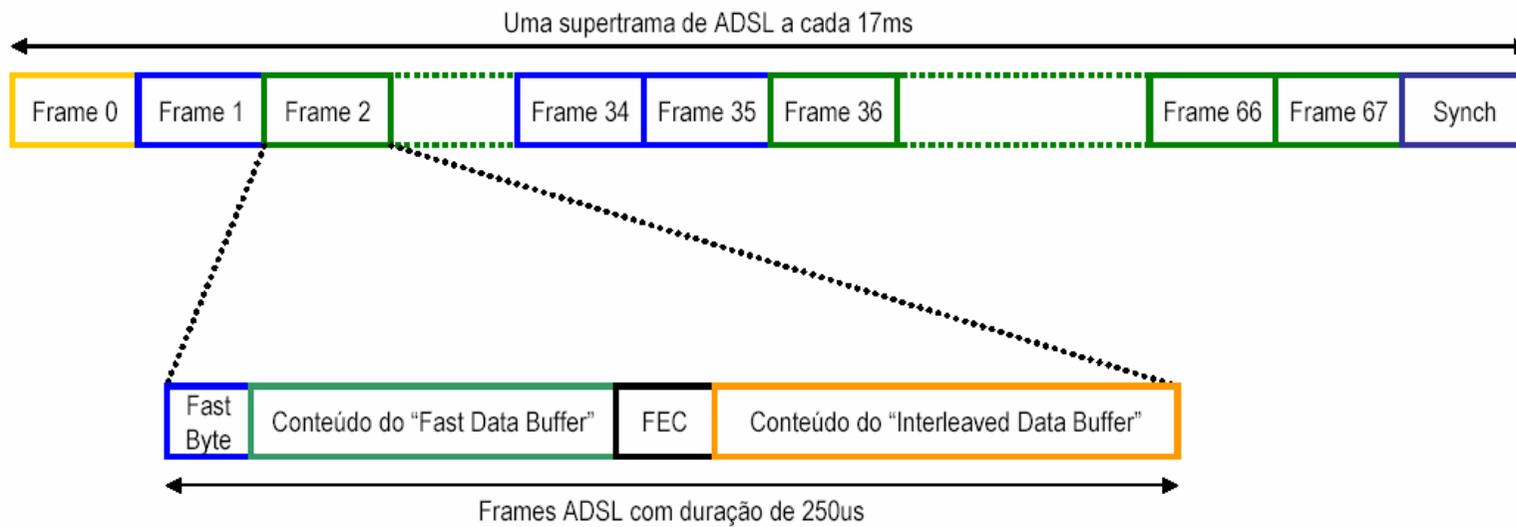




Trama ADSL

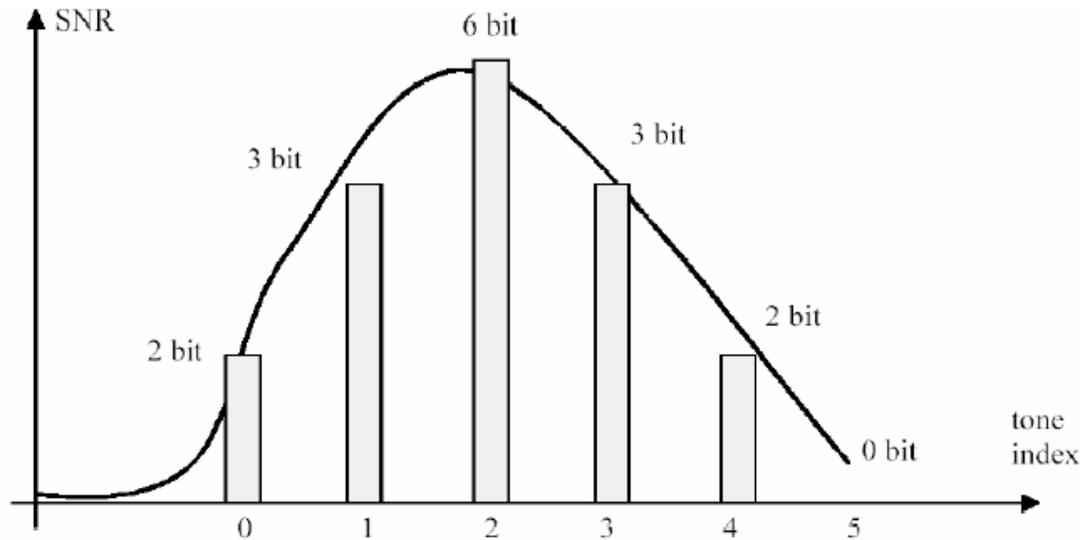
- A trama ADSL contempla duas partes para sinais com requisitos diferentes
 - ❑ Fast Data, sinais que não devem de sofrer atrasos
 - ❑ Fast byte, usado para processamentos relacionados com supertramas
 - ❑ Dados interleaved, podem sofrer atrasos mas não devem de sofrer erros
 - ❑ Cada canal lógico ocupa na trama a largura de banda negociada.
-

Formato da super-trama



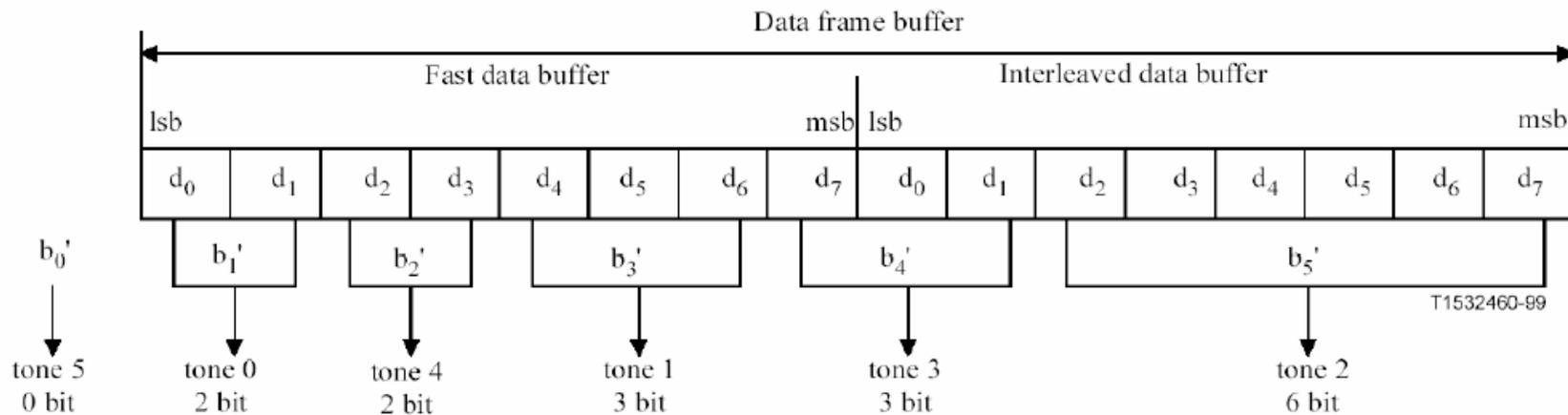
FEC- Correção de erros (Reed-Solomon)

Exemplo: 6 sub-canais (tons)



Tone ordered

- $b_0' = b_5 = 0$
- $b_1' = b_0 = 2$
- $b_2' = b_4 = 2$
- $b_3' = b_1 = 3$
- $b_4' = b_3 = 3$
- $b_5' = b_2 = 6$



RDIS – Rede Digital com
Integração de Serviços
ISDN-Integrated Services
Digital Network
