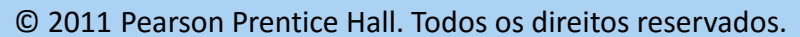


slide 1



Taxa máxima de dados de um canal de comunicação

► Teorema de Nyquist

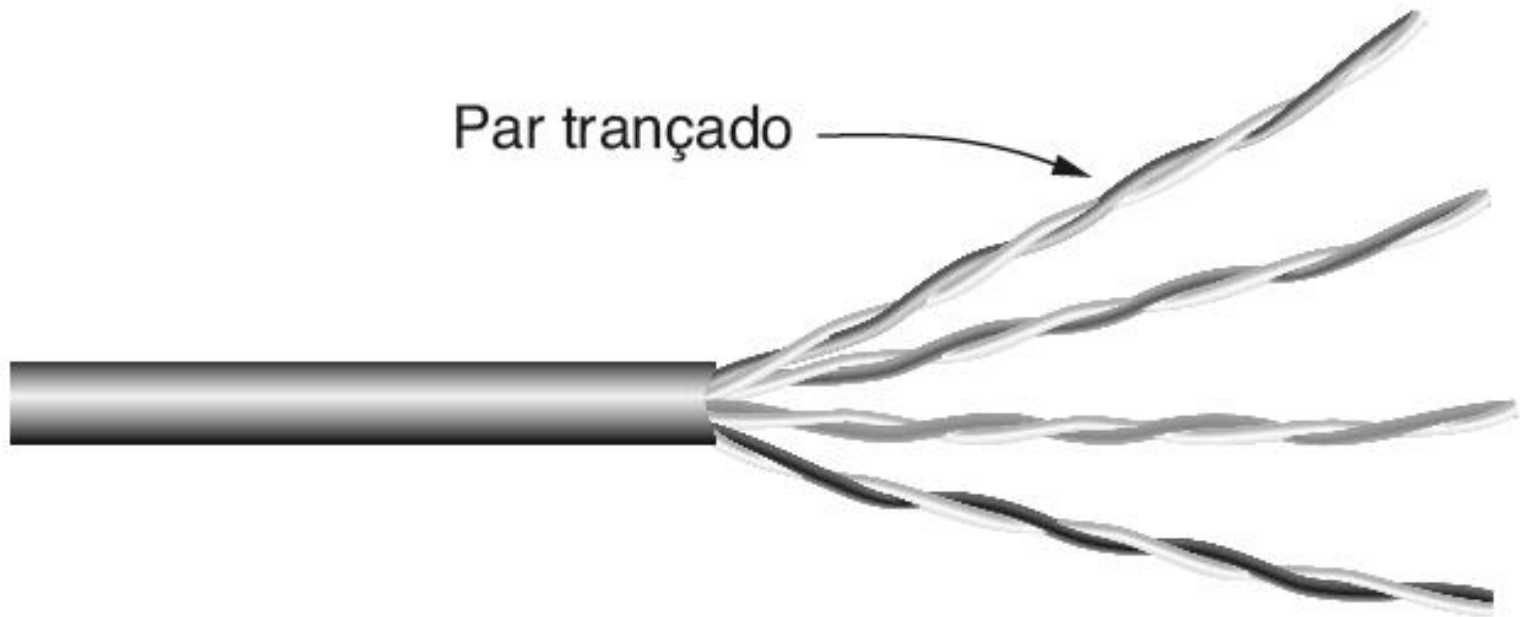
$$\text{taxa máxima de dados} = 2B \log_2 V \text{ bits/s}$$

► Equação de Shannon e a relação sinal-ruído

$$\text{número máximo de bits/s} = B \log_2 (1 + S/N)$$

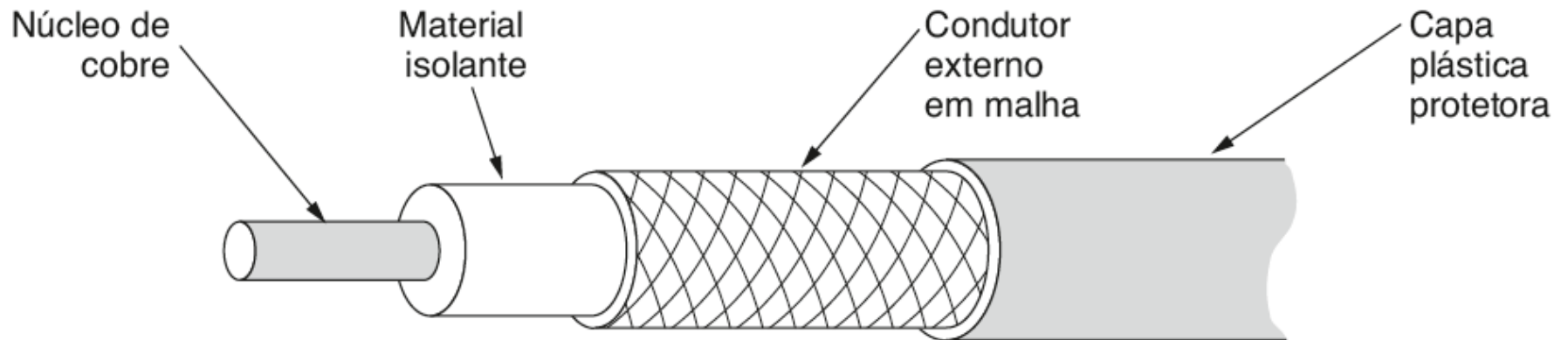
- Par trançado
- Cabo coaxial
- Linhas de energia elétrica
- Fibra óptica

Par trançado



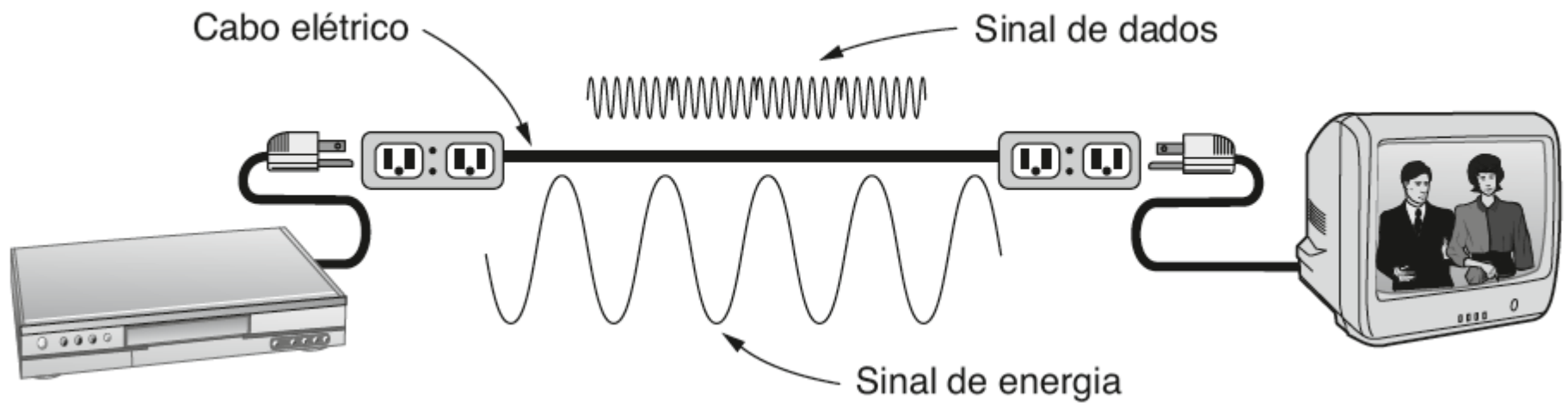
Cat 5e UTP: cabo com quatro pares trançados.

Cabo coaxial



Um cabo coaxial.

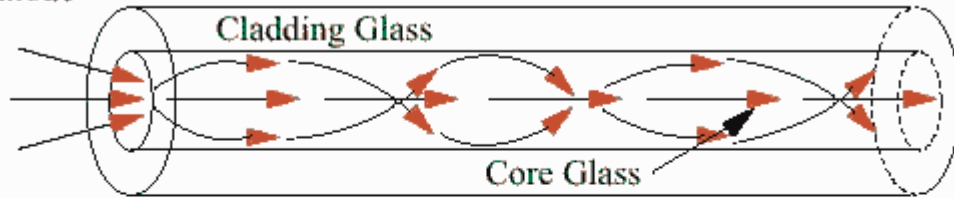
Linhas de energia elétrica



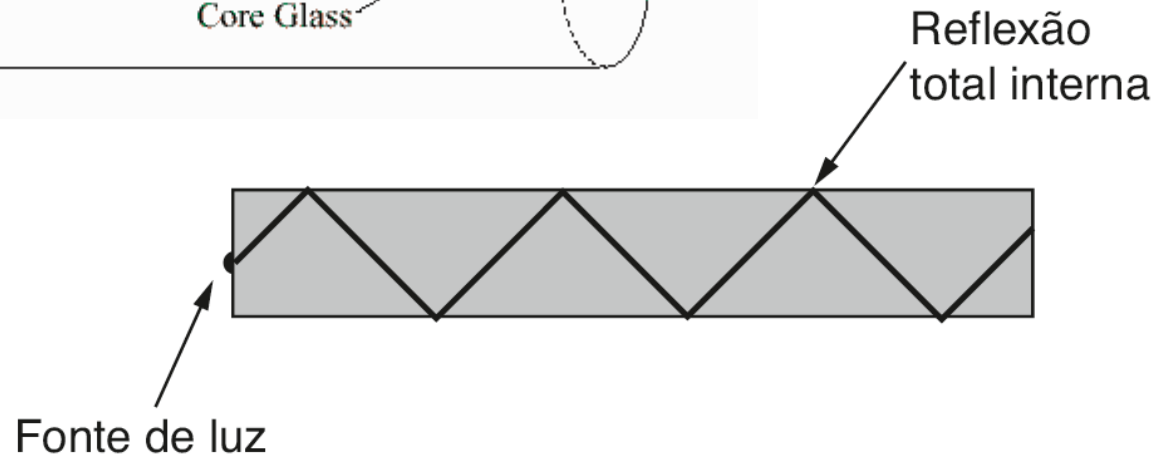
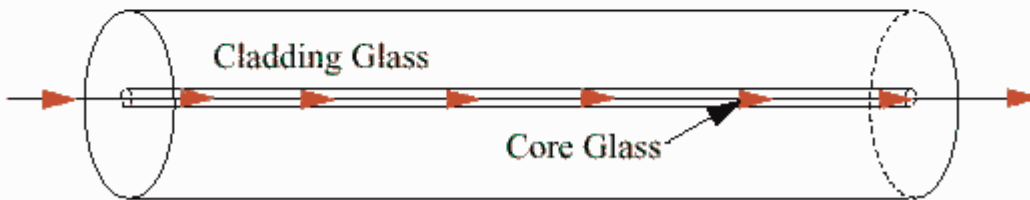
Uma rede de dados que faz uso da fiação elétrica doméstica.

Fibras ópticas

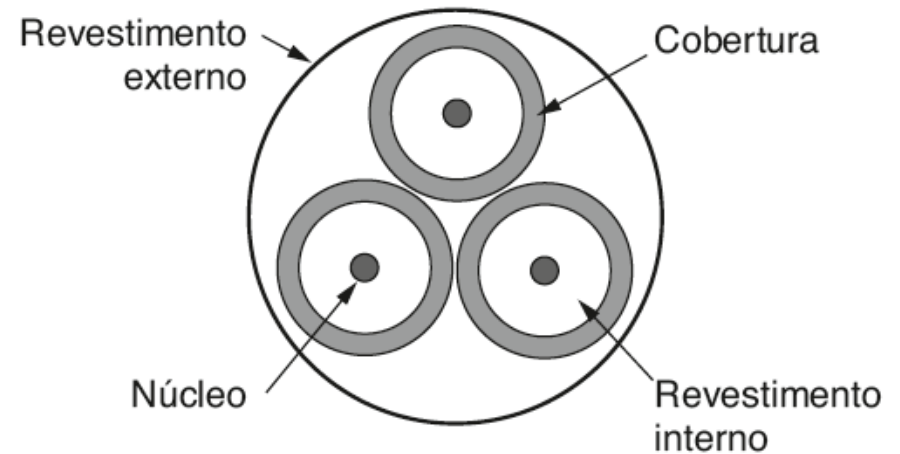
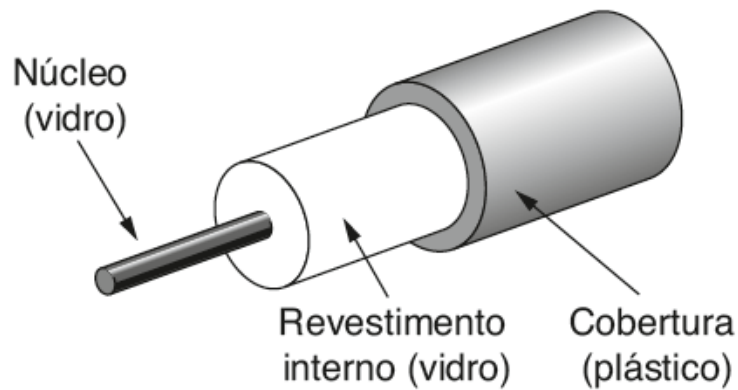
Multimode



Single-Mode



Luz confinada pela reflexão total interna.



Visão interna de um cabo de fibra.

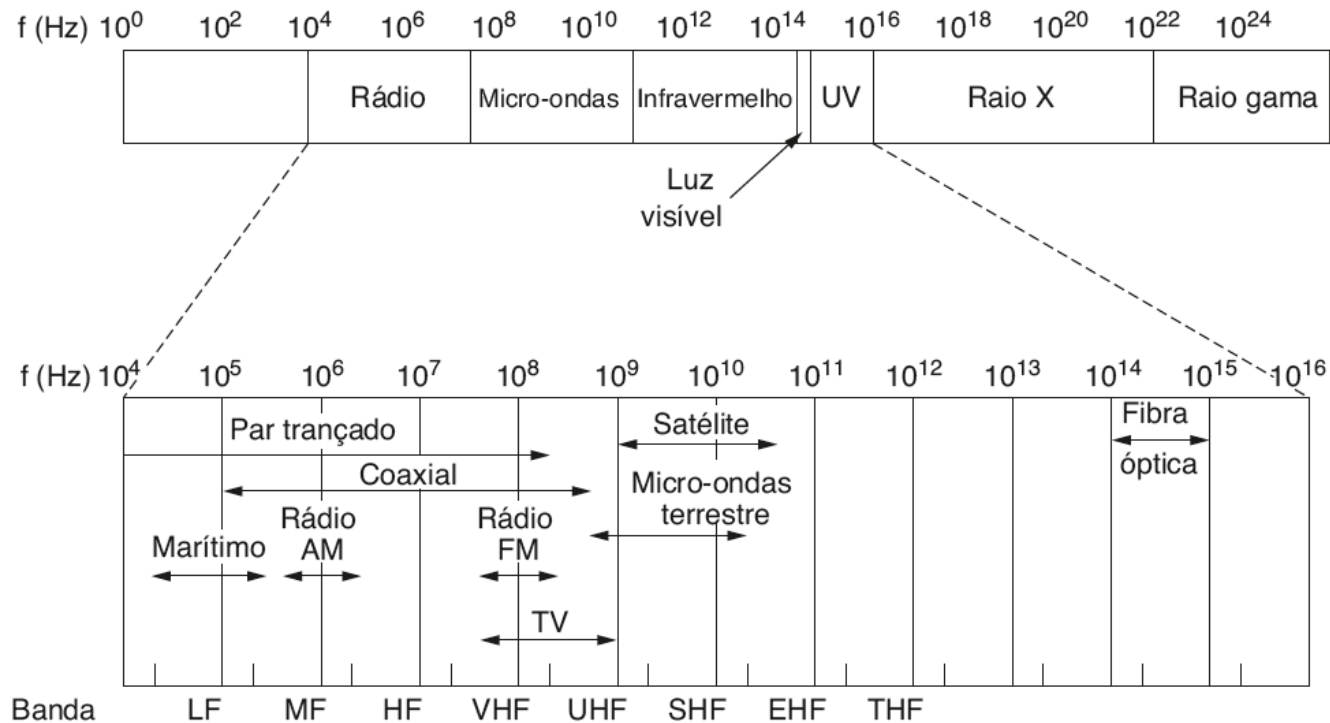
Cabos de fibra - transmissores

Item	LED	Laser semiconductor
Taxa de dados	Baixa	Alta
Tipo de fibra	Multimodo	Multimodo ou modo único
Distância	Curta	Longa
Vida útil	Longa	Curta
Sensibilidade à temperatura	Insignificante	Substancial
Custo	Baixo	Dispendioso

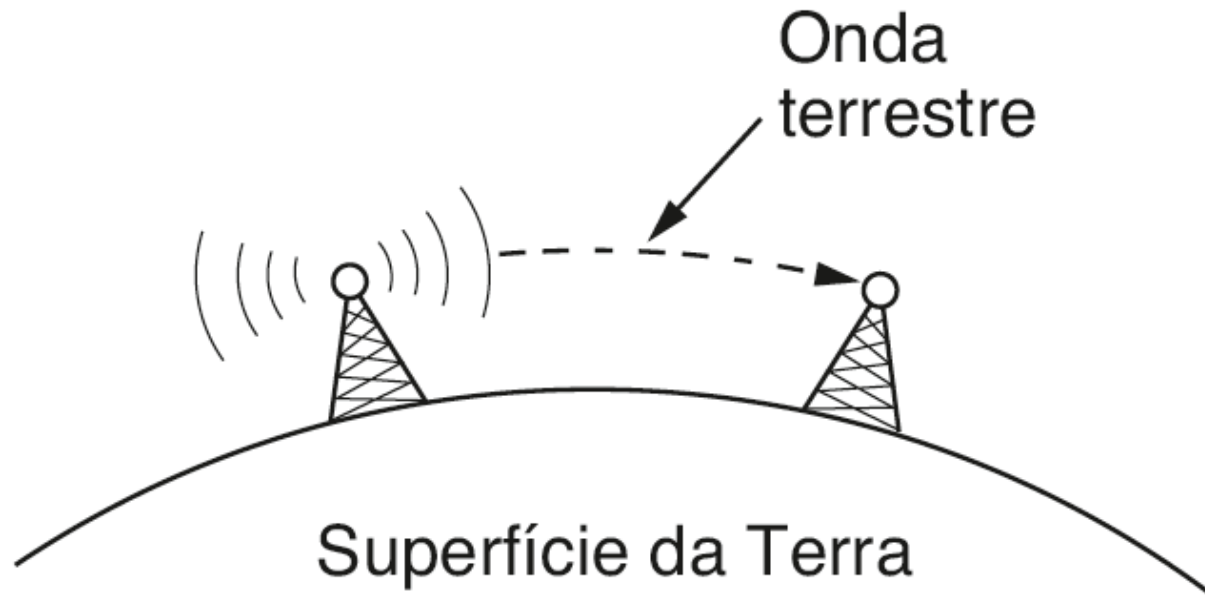
Comparação entre diodo semiconductor e LEDs emissores de luz.

- ➡ O espectro eletromagnético
- ➡ Transmissão via rádio
- ➡ Transmissão via micro-ondas
- ➡ Transmissão via infravermelho
- ➡ Transmissão via luz

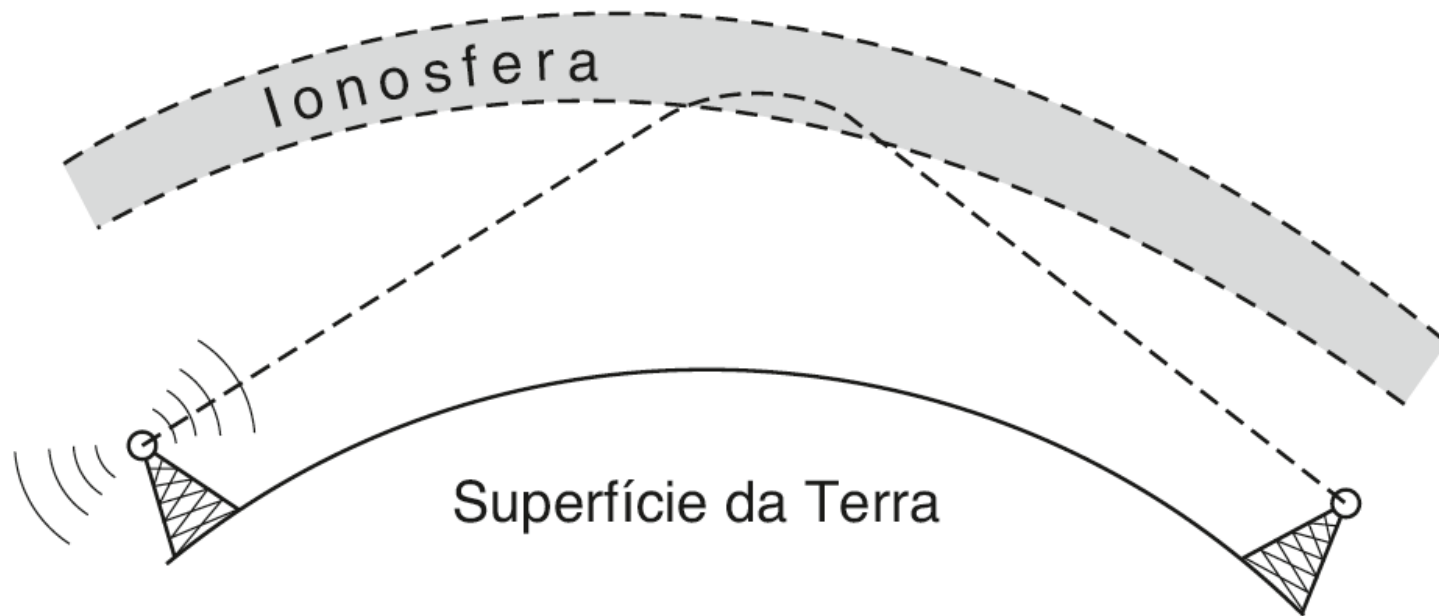
O espectro eletromagnético



O espectro eletromagnético e o uso nas comunicações.

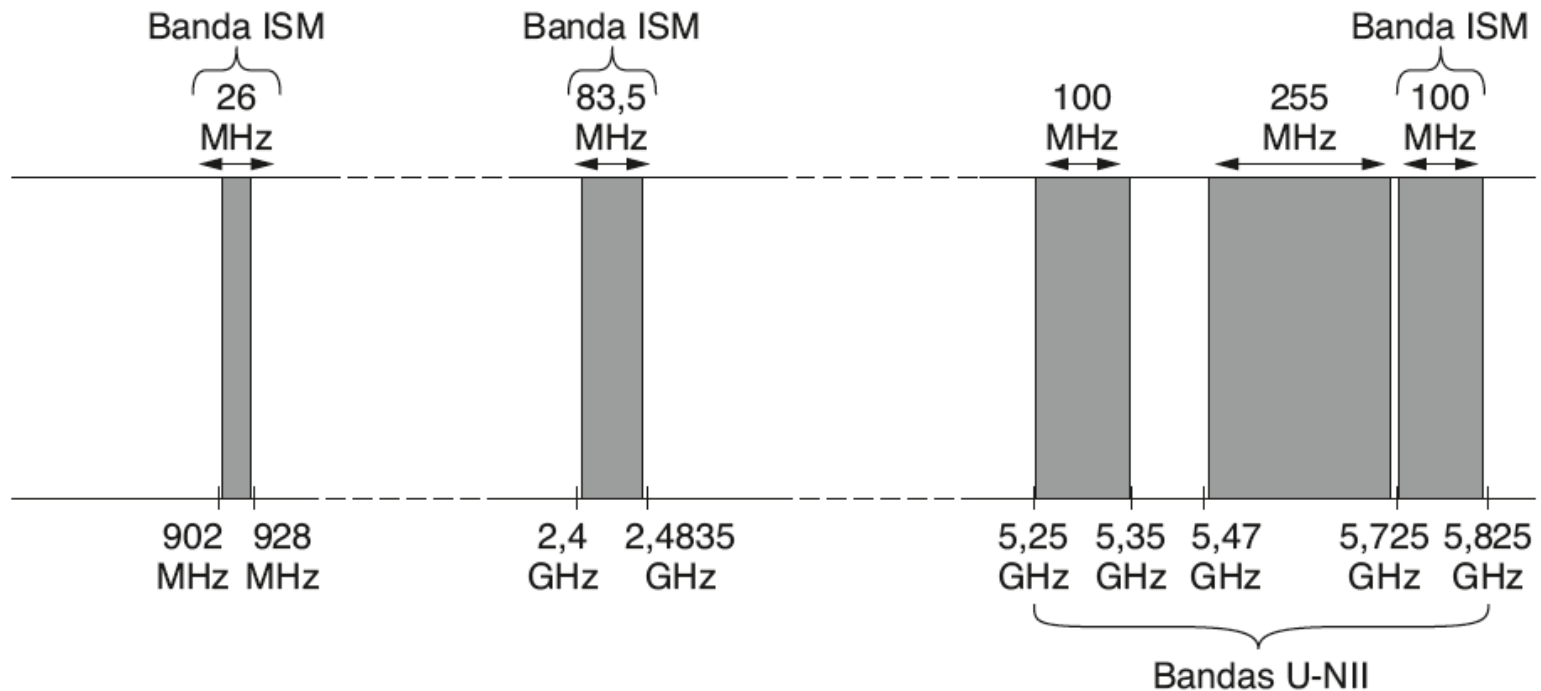


Nas bandas VLF, LF e MF, as ondas de rádio seguem a curvatura da Terra.

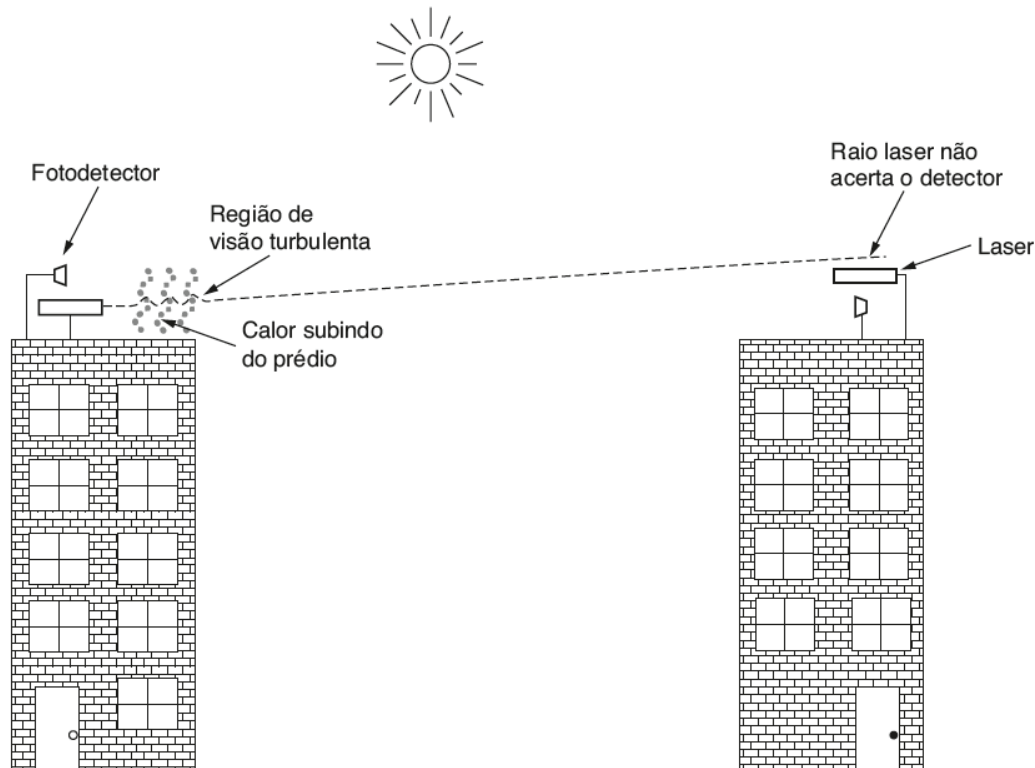


Na banda HF, as ondas ricocheteiam na ionosfera.

As políticas do espectro eletromagnético



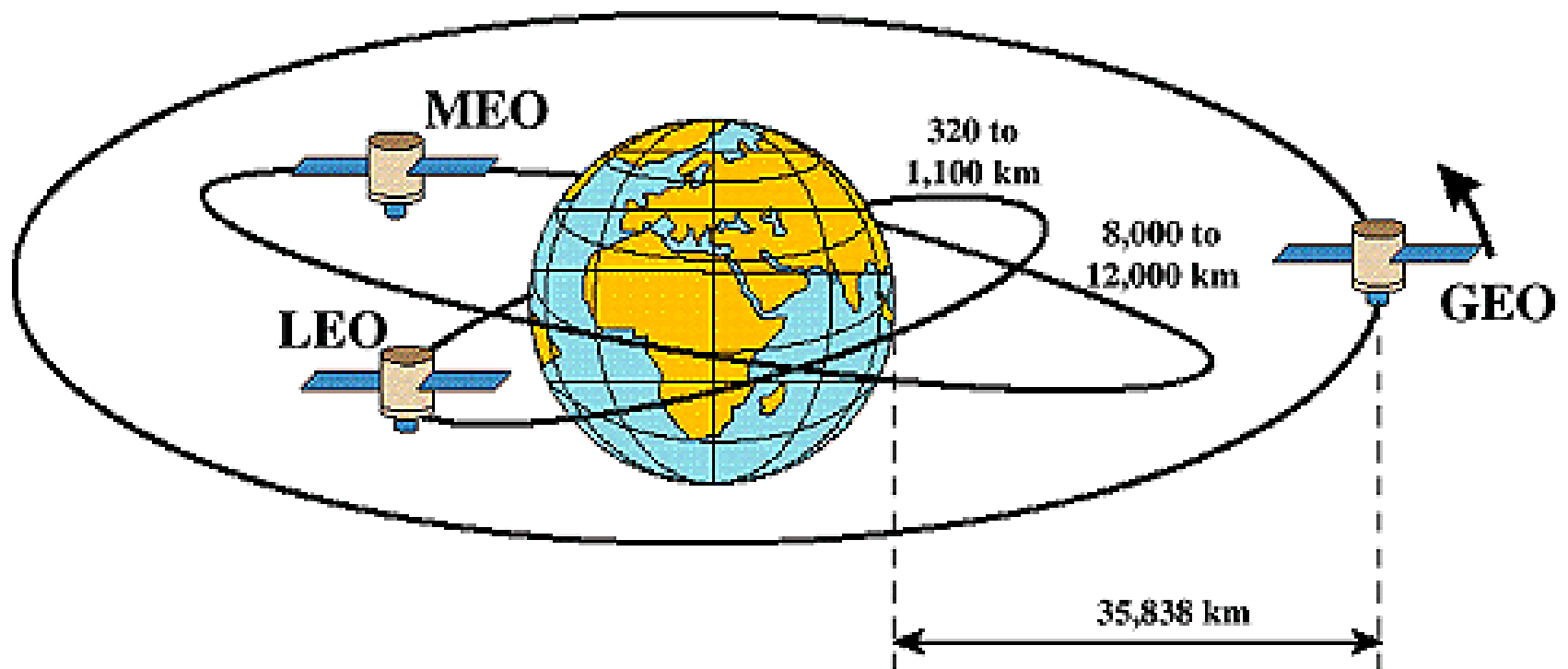
As bandas ISM e U-NII usadas nos Estados Unidos em dispositivos sem fio.



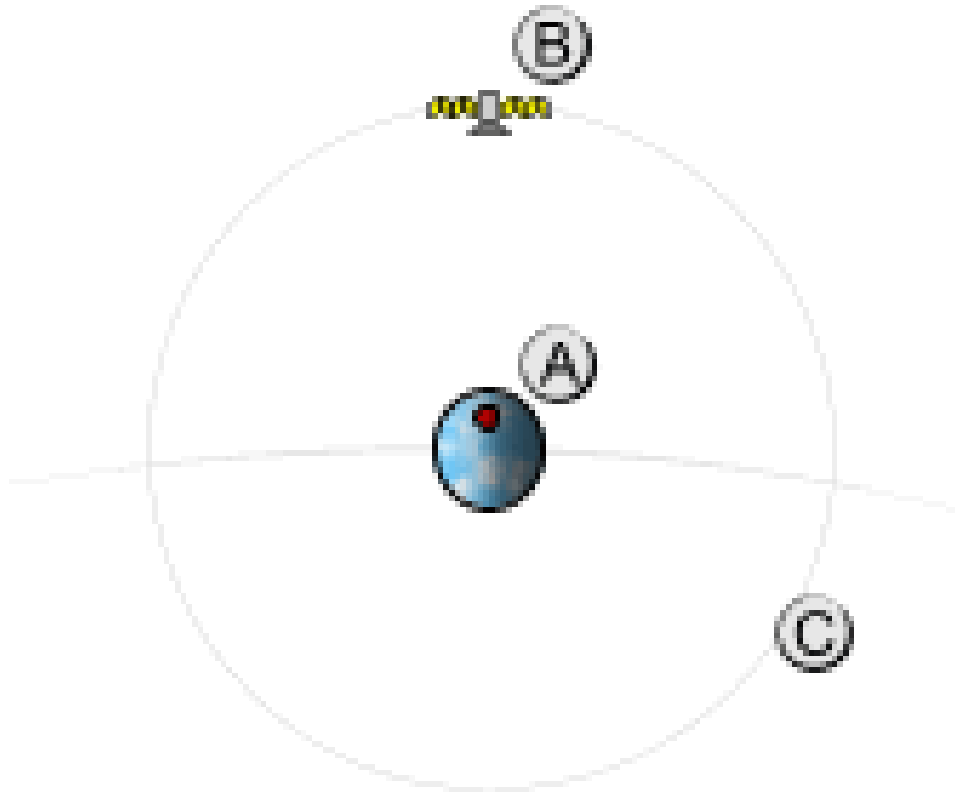
A convecção do ar pode interferir na comunicação a laser. Um sistema com dois lasers bidirecionais é apresentado na figura.

- ➡ Satélites geoestacionários
- ➡ Satélites de órbita média
- ➡ Satélites de baixa órbita
- ➡ Satélites e fibras

Satélites de comunicação

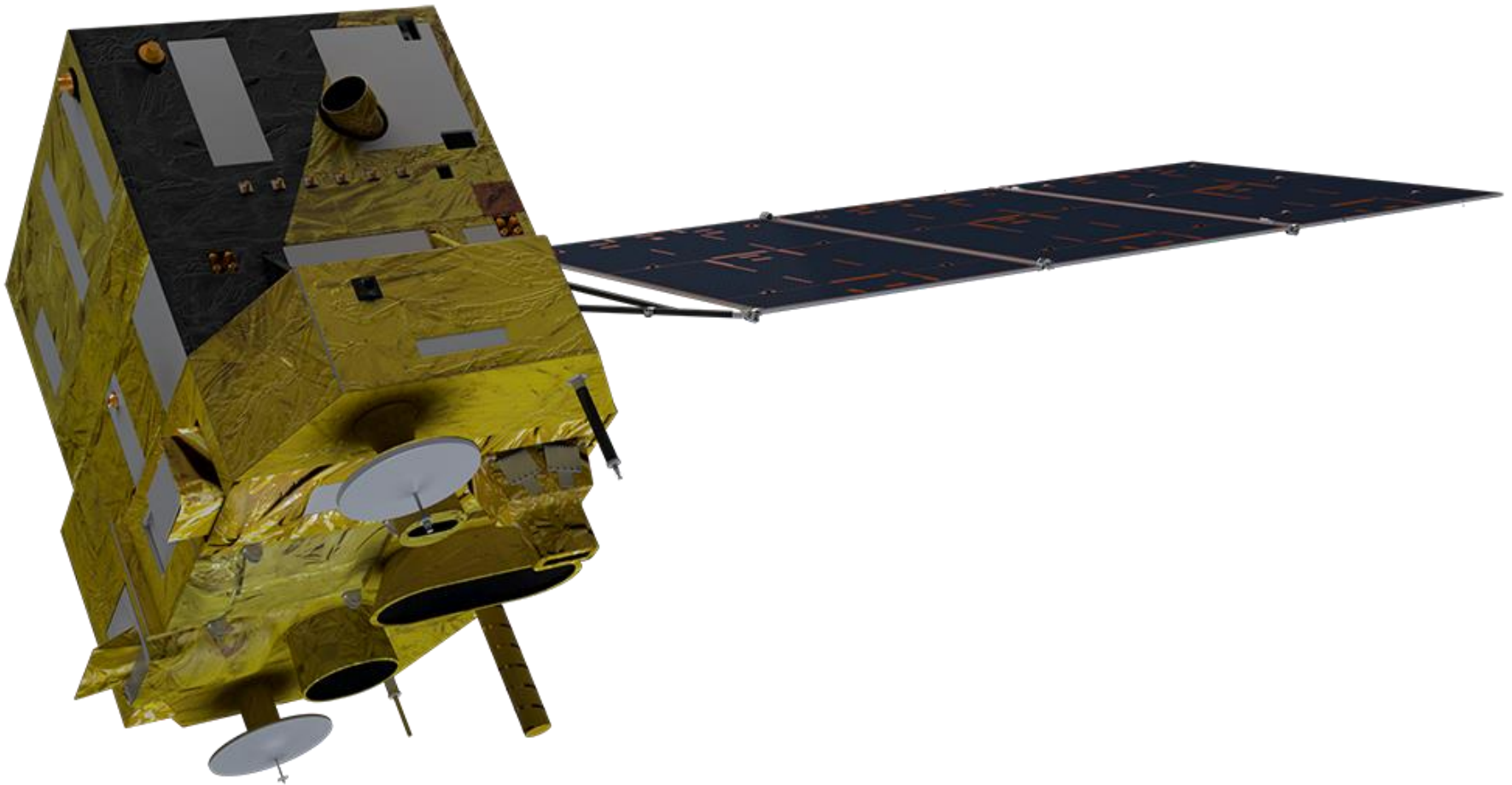


Satélites Geoestacionários

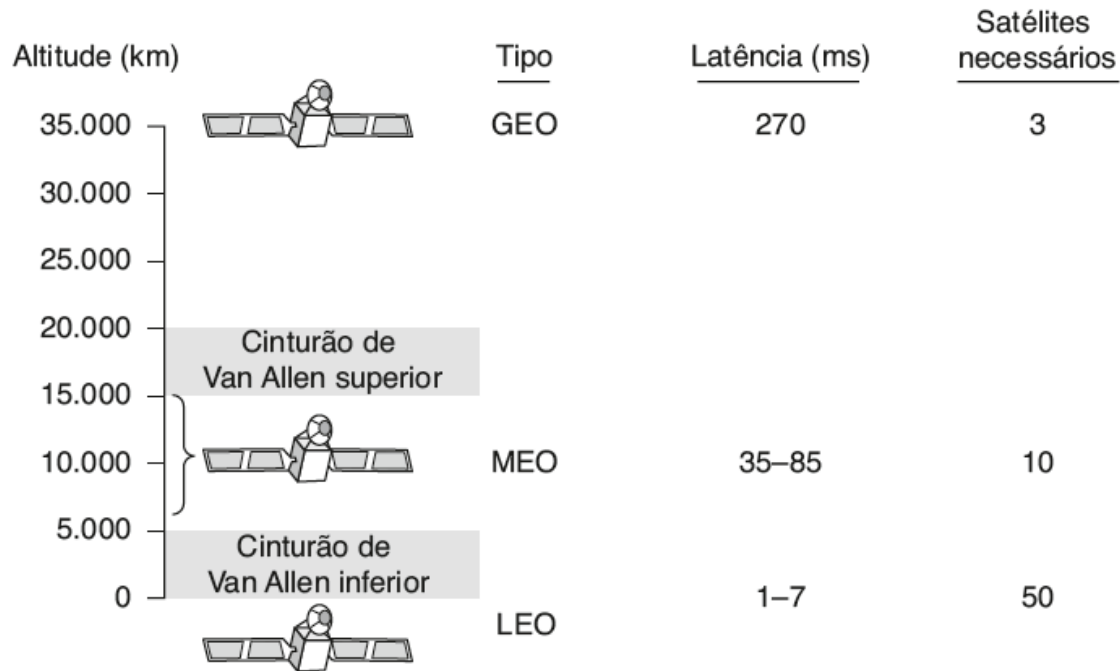


- ➡ Suas imagens são usadas em importantes campos, como o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal, o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano, ocupação do solo, em educação e em inúmeras outras aplicações.
- ➡ A órbita do CBERS é heliossíncrona a uma altitude de 778 km, perfazendo aproximadamente 14 revoluções por dia. Nesta órbita, o satélite cruza o Equador sempre na mesma hora local, 10h30 da manhã, permitindo assim que se tenham sempre as mesmas condições de iluminação solar para a comparação de imagens tomadas em dias diferentes.

CBERS-4



Satélites de comunicação



Satélites de comunicação e algumas propriedades: altitudes, atraso de ida e volta, número de satélites para cobertura global.

- ➡ Transmissão em banda base
- ➡ Transmissão em banda passante
- ➡ Multiplexação por divisão de frequência
- ➡ Multiplexação por divisão de tempo
- ➡ Multiplexação por divisão de código

Transmissão em banda base

CODIFICAÇÃO

(a) Fluxo de bits

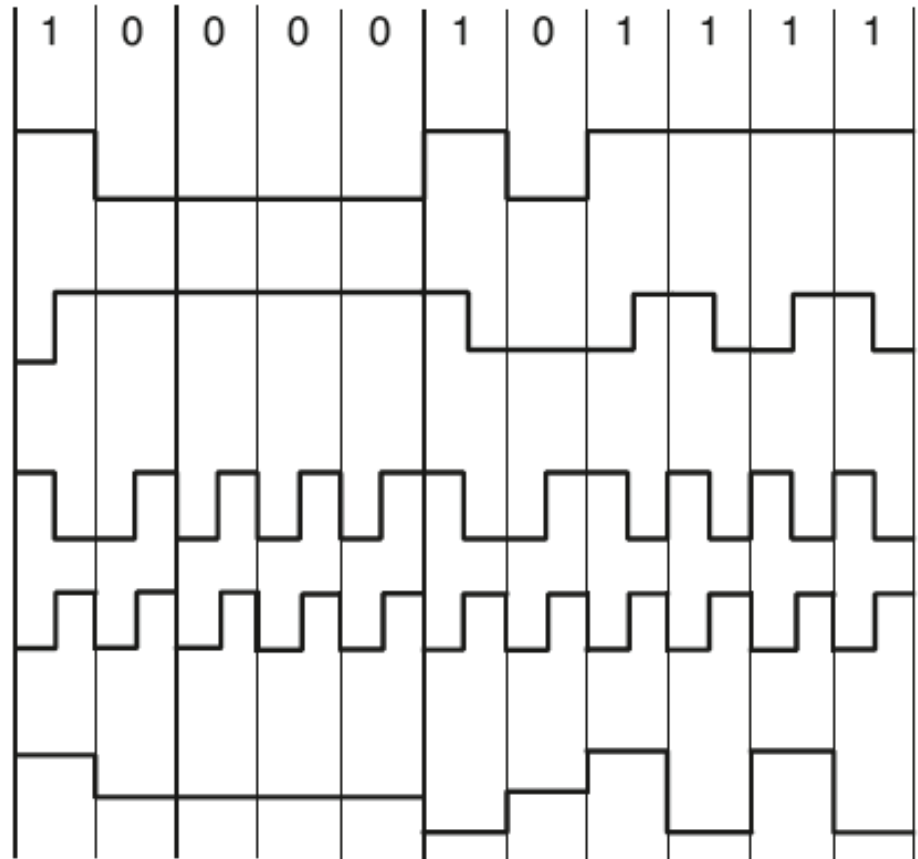
(b) NRZ (Non-Return-to-Zero)

(c) NRZ inverso (NRZI)

(d) Manchester

(Clock com XOR nos bits)

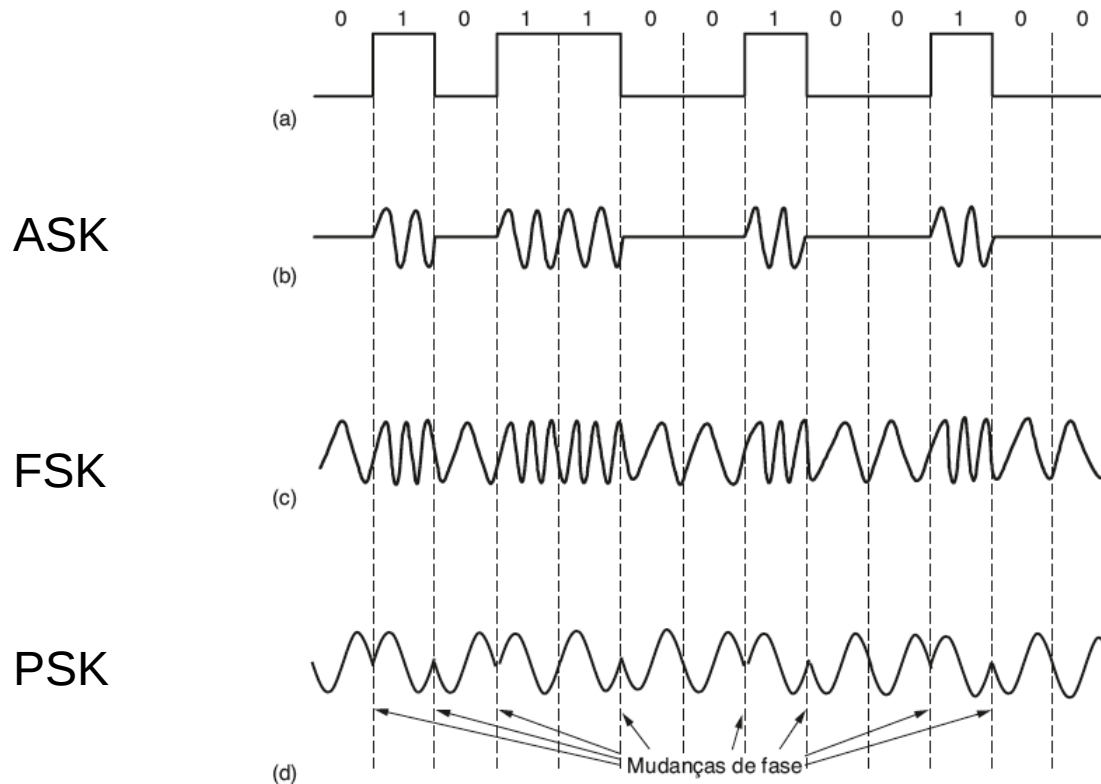
(e) Codificação bipolar
(também Alternate Mark
Inversion, AMI)



(a) Bits, (b) NRZ, (c) NRZI, (d) Manchester, (e) Bipolar ou AMI.

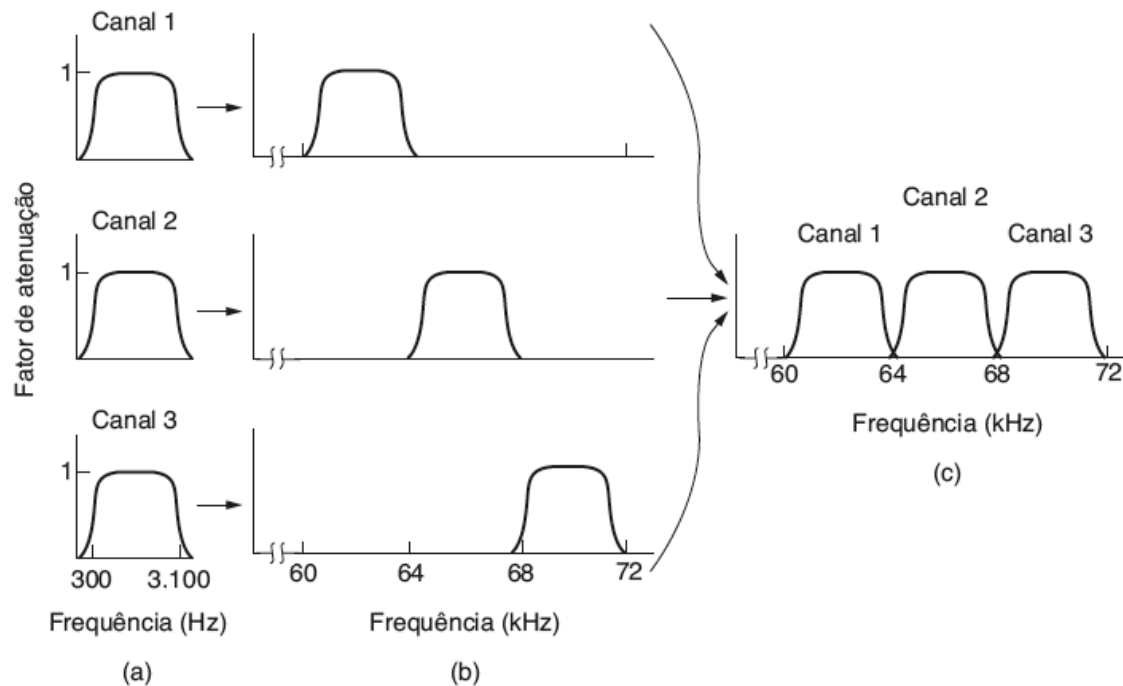
Transmissão em banda passante

MODULAÇÃO



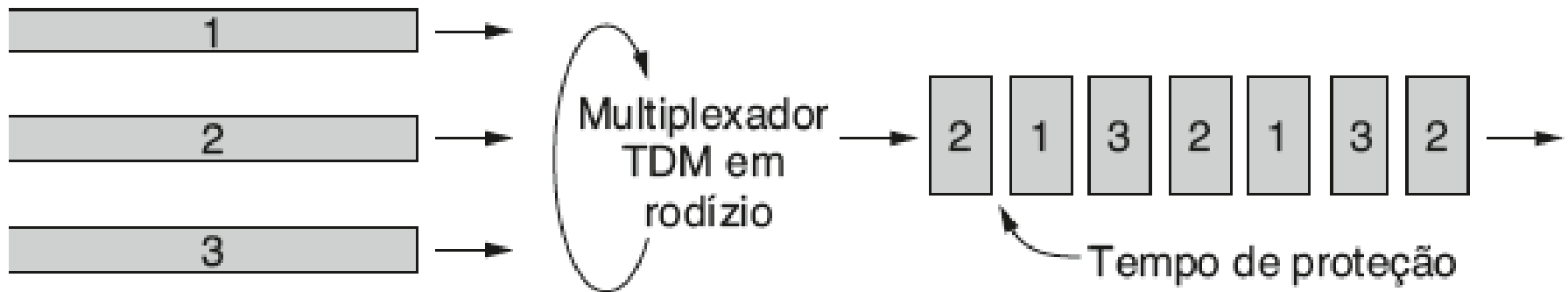
- (a) Sinal binário. (b) Chaveamento por mudança de amplitude.
(c) Chaveamento por mudança de frequência.
(d) Chaveamento por mudança de fase.

Multiplexação por divisão de frequência (Banda Larga)



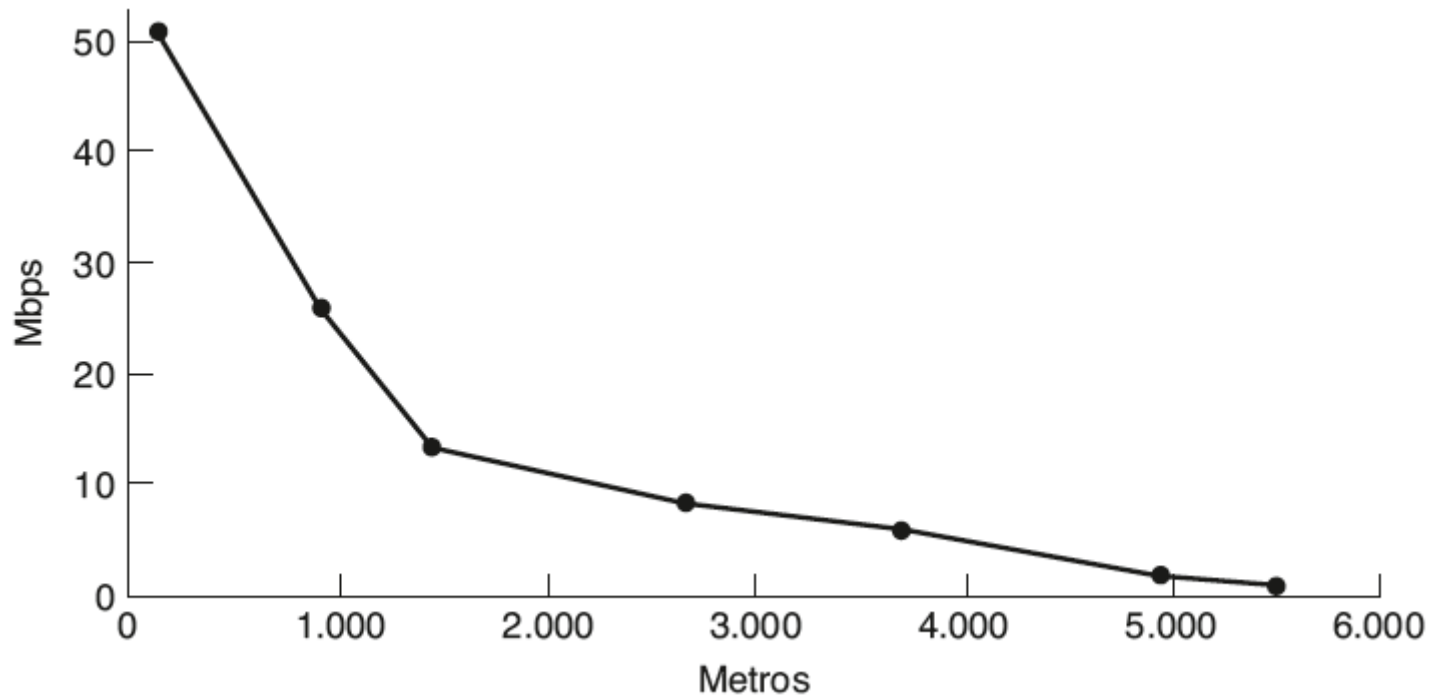
(a) Largura de banda original. (b) Aumento da largura de banda com a frequência. (c) Canal multiplexado.

Multiplexação por divisão de tempo (banda larga ou banda básica)

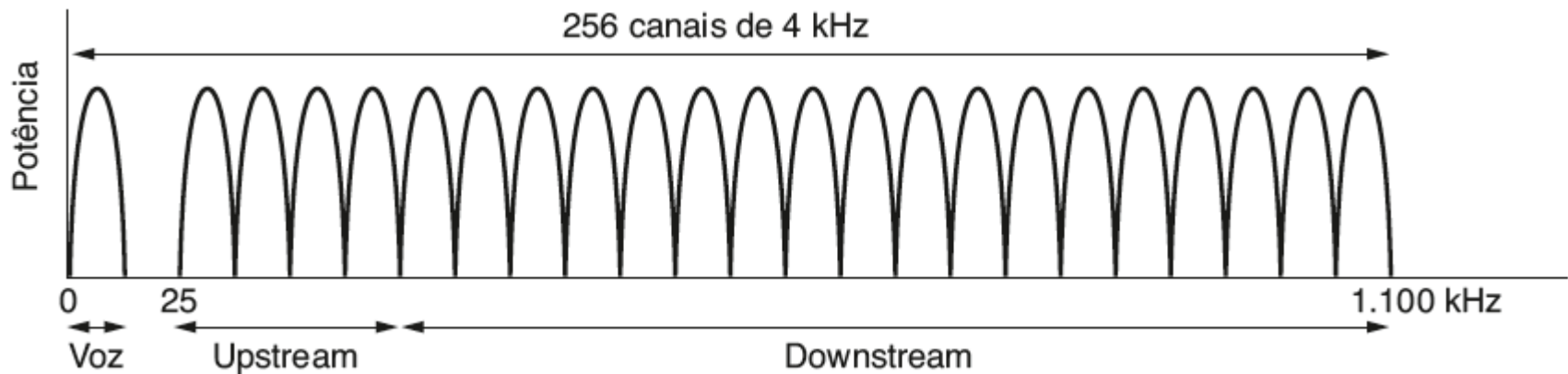


Multiplexação por divisão de tempo (TDM).

- Topologia do sistema de telefonia
- Políticas do sistema de telefonia
- Circuito terminal: modems, ADSL e fibra
- Troncos e multiplexação
- Comutação

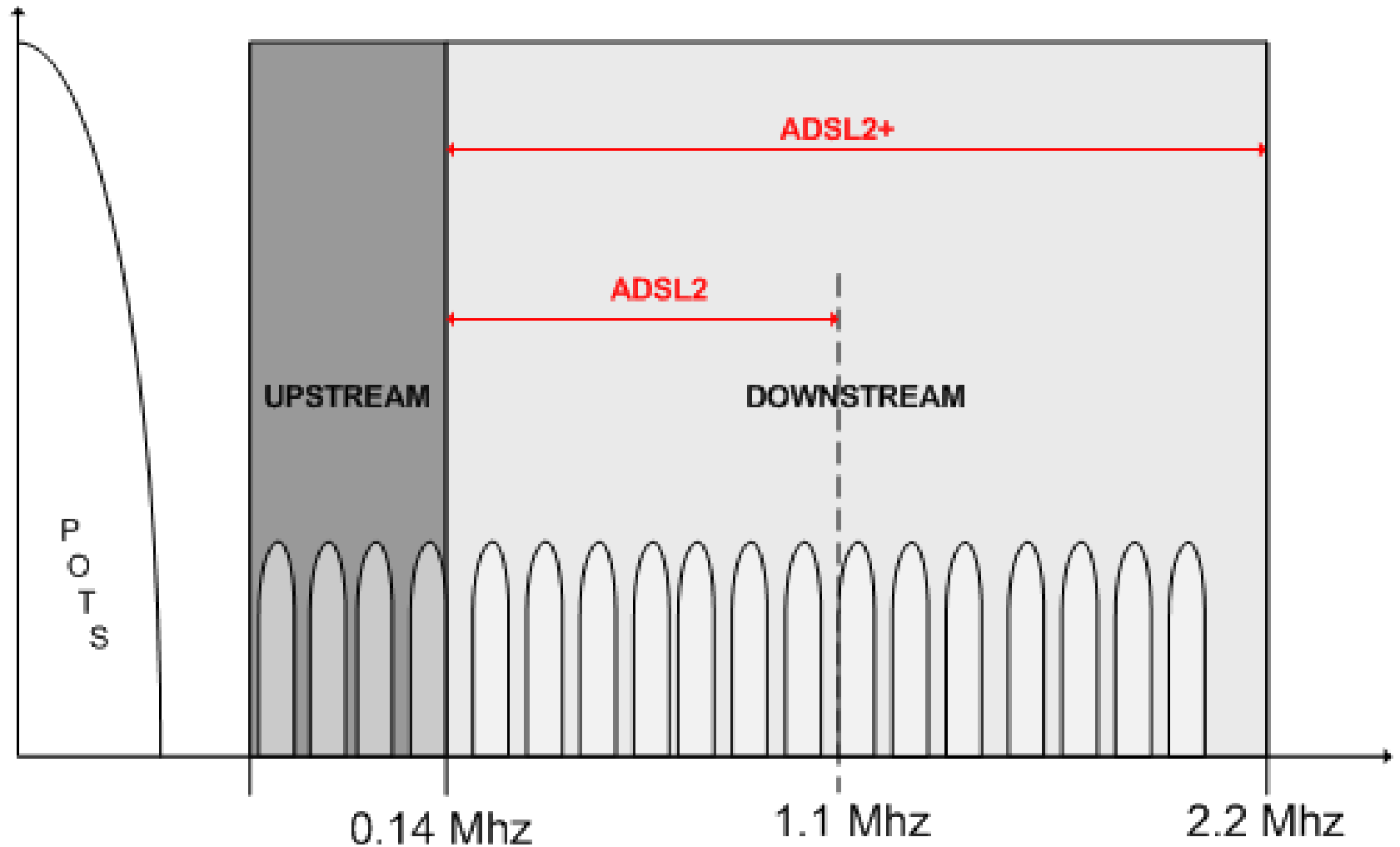


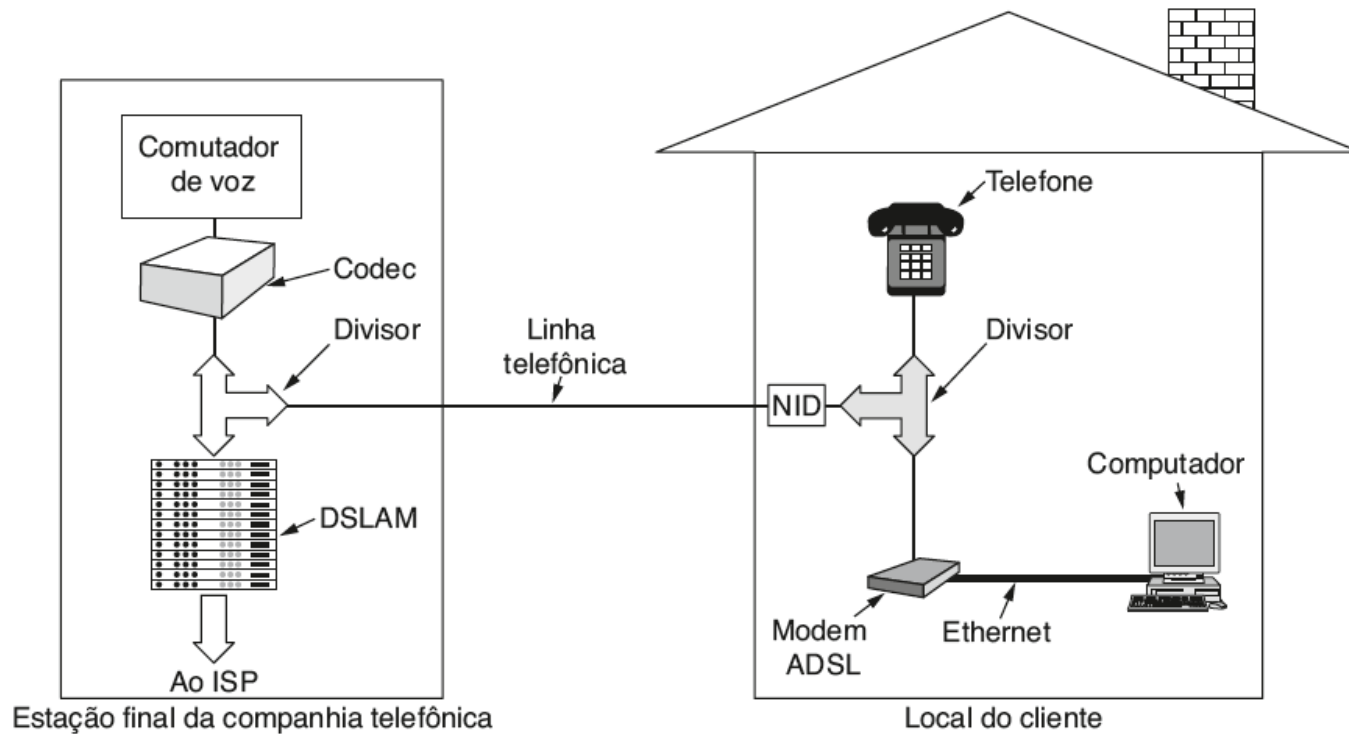
Largura de banda e distância no CAT3 UTP para o DSL.



Operação de um ADSL usando modulação multitom discreta.

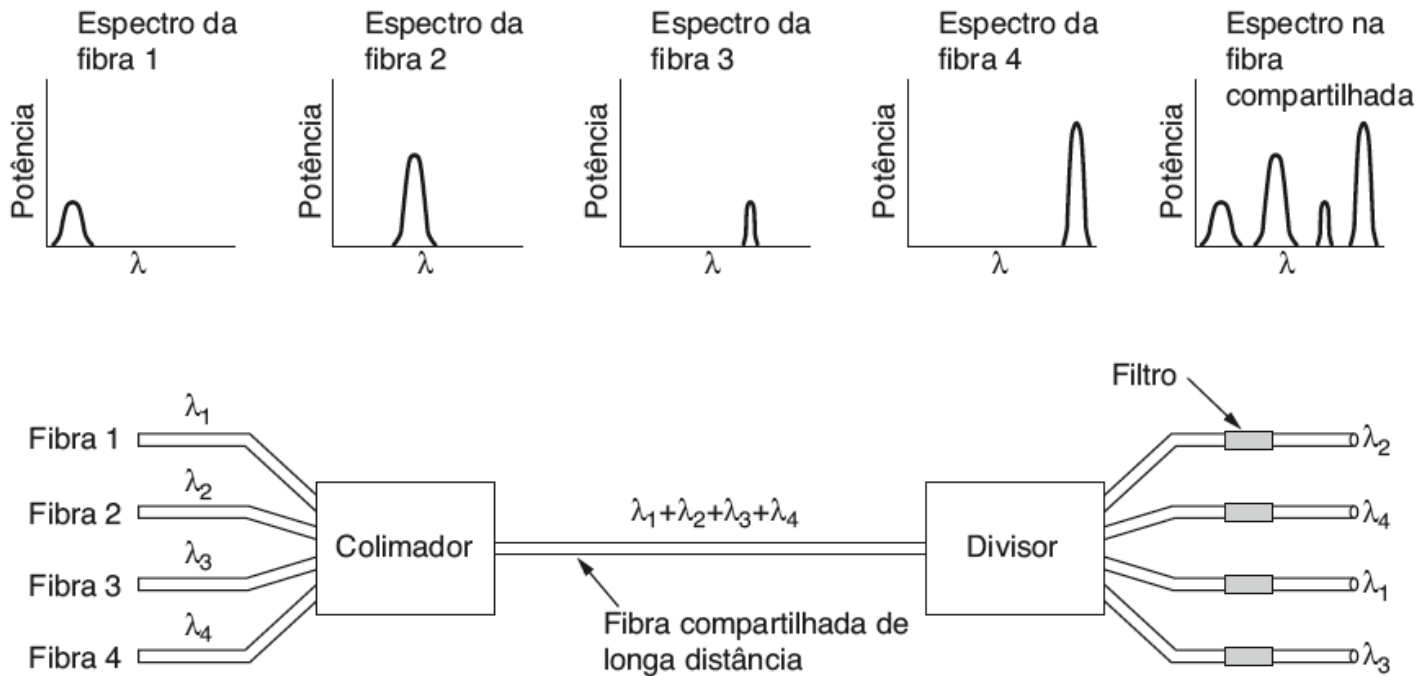
Novos padrões





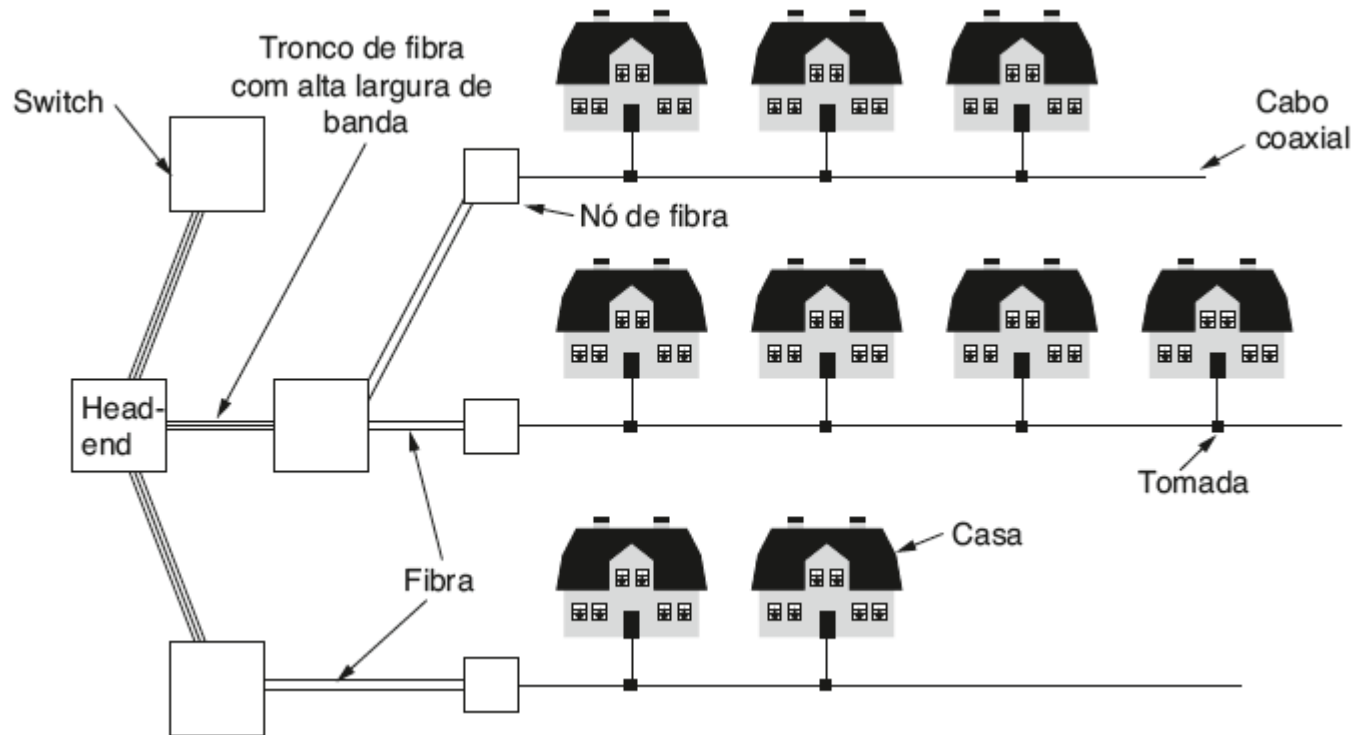
Configuração típica de um dispositivo ADSL.

Multiplexação por divisão de comprimento de onda



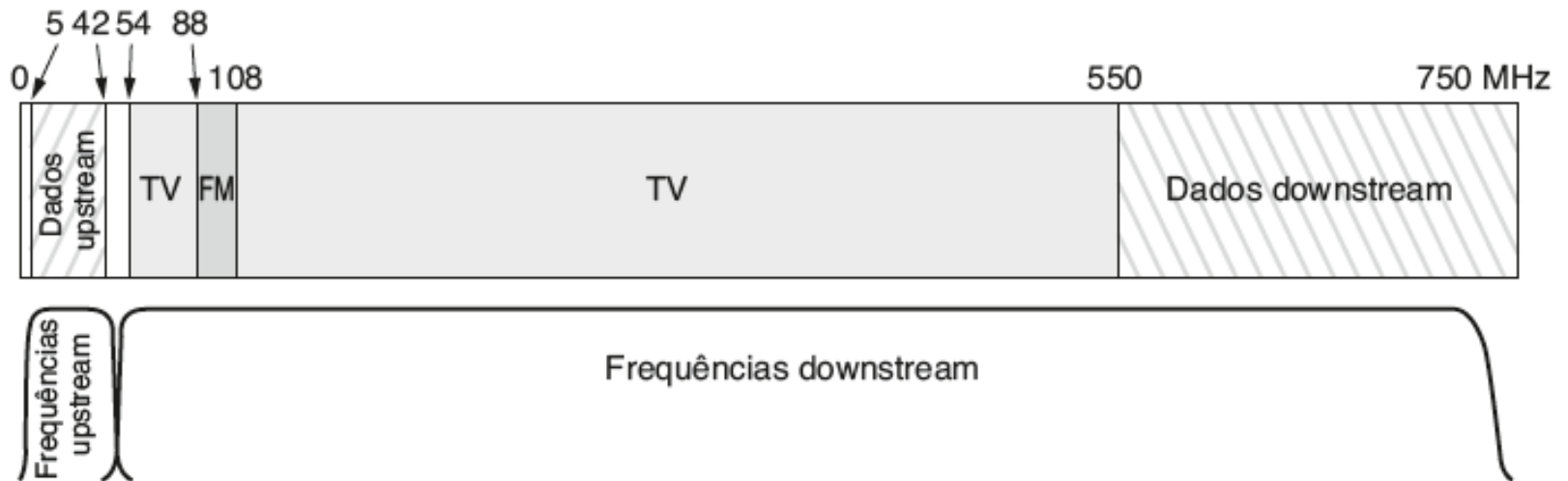
Multiplexagem por divisão de comprimento de onda.

Internet a cabo



TV a cabo.

Alocação do espectro



Alocação de frequência em um típico sistema de TV a cabo usado para acesso à Internet.