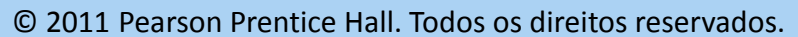


slide 1



Taxa máxima de dados de um canal de comunicação

- Teorema de Nyquist

$$C = 2W \log_2 L$$

Sendo C = taxa em bits/seg, W = largura de banda em hz, e L o número de níveis distintos de sinalização.

- Equação de Shannon

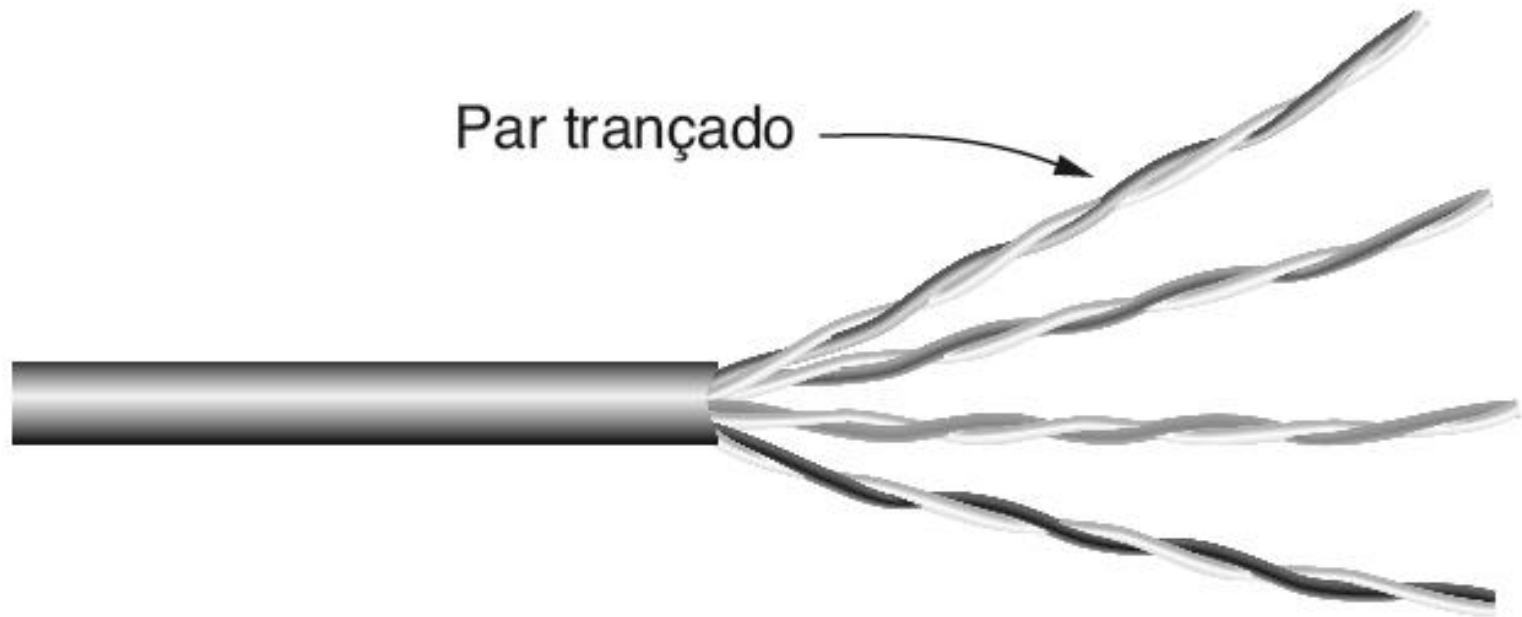
$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Sendo C = taxa em bits/seg, W = largura de banda em hz, e S/N a relação Sinal/Ruído, muitas vezes expressa em decibéis (onde $dB = 10 \log_{10} \frac{S}{N}$)

Meio de transmissão guiado

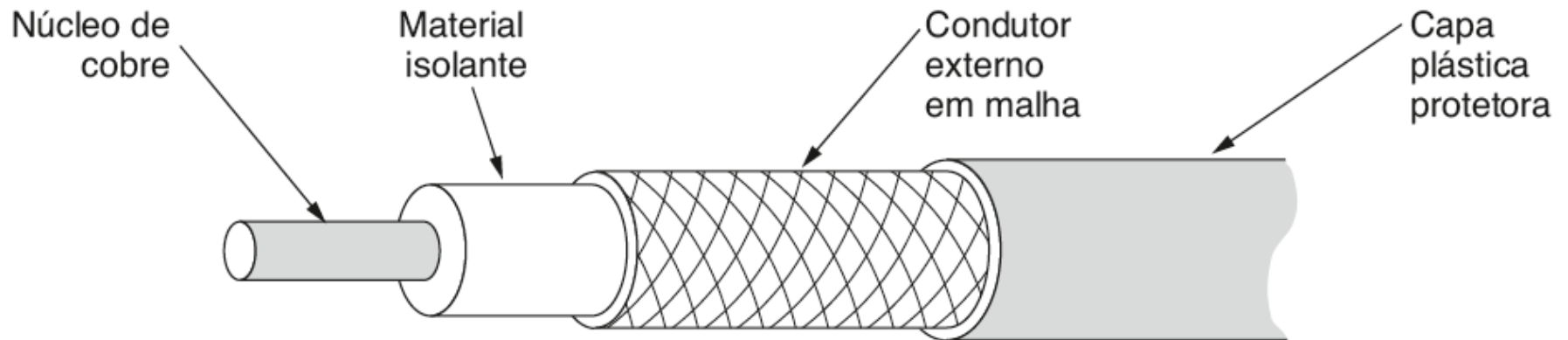
- Par trançado
- Cabo coaxial
- Linhas de energia elétrica
- Fibra óptica

Par trançado



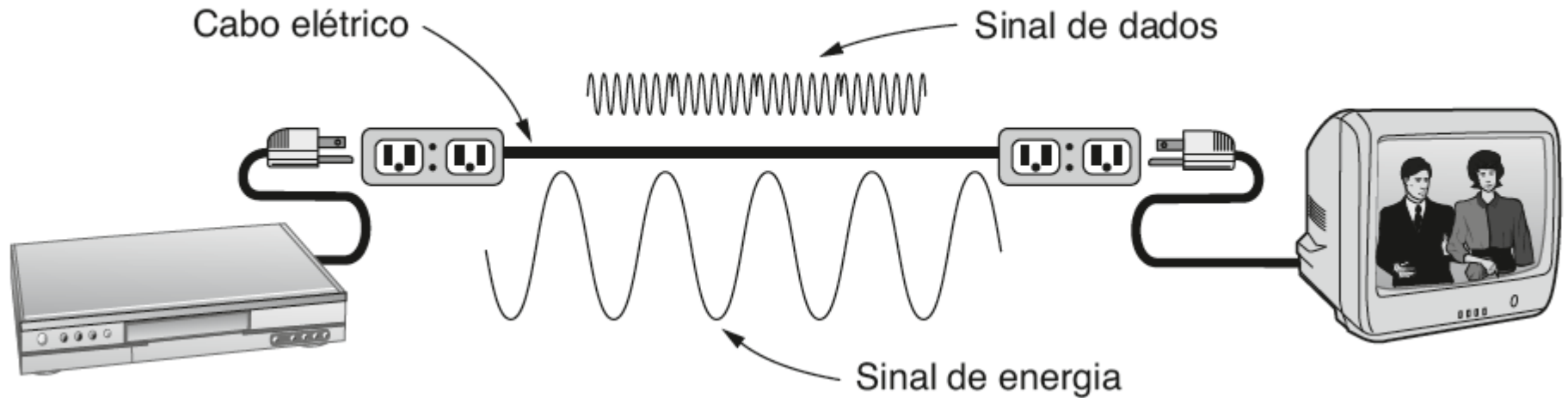
Cat 5e UTP: cabo com quatro pares trançados.

Cabo coaxial



Um cabo coaxial.

Rede em Linhas de energia elétrica

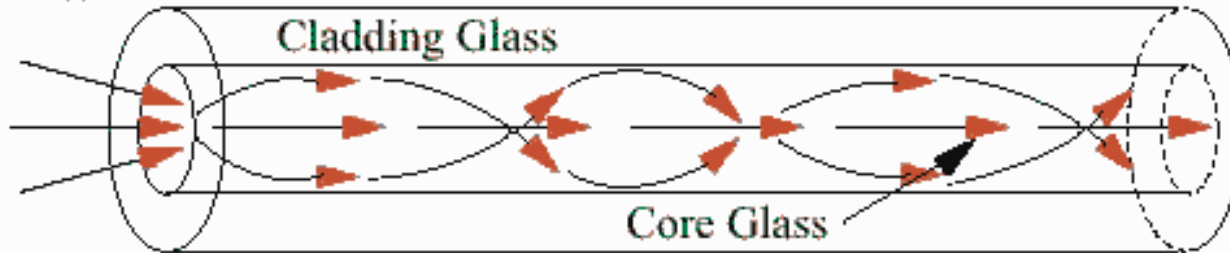


Uma rede de dados que faz uso da fiação elétrica doméstica.

BPL – Broadband Power Line ou PLC – Power Line Communications

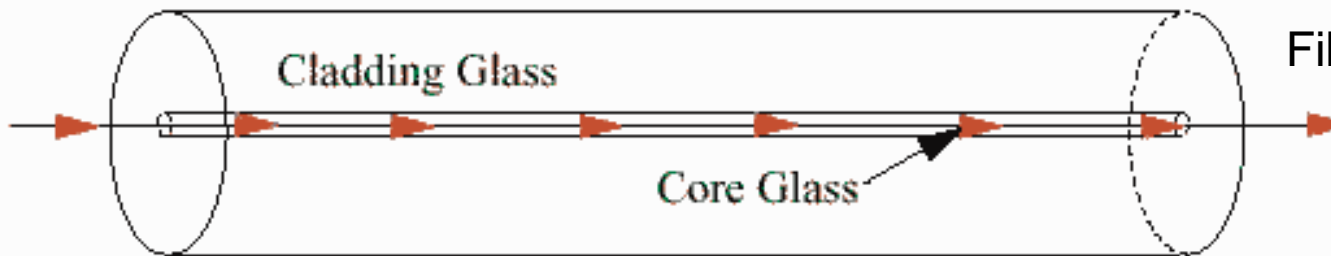
Fibras ópticas

Multimode



Fibras Multimodo

Single-Mode



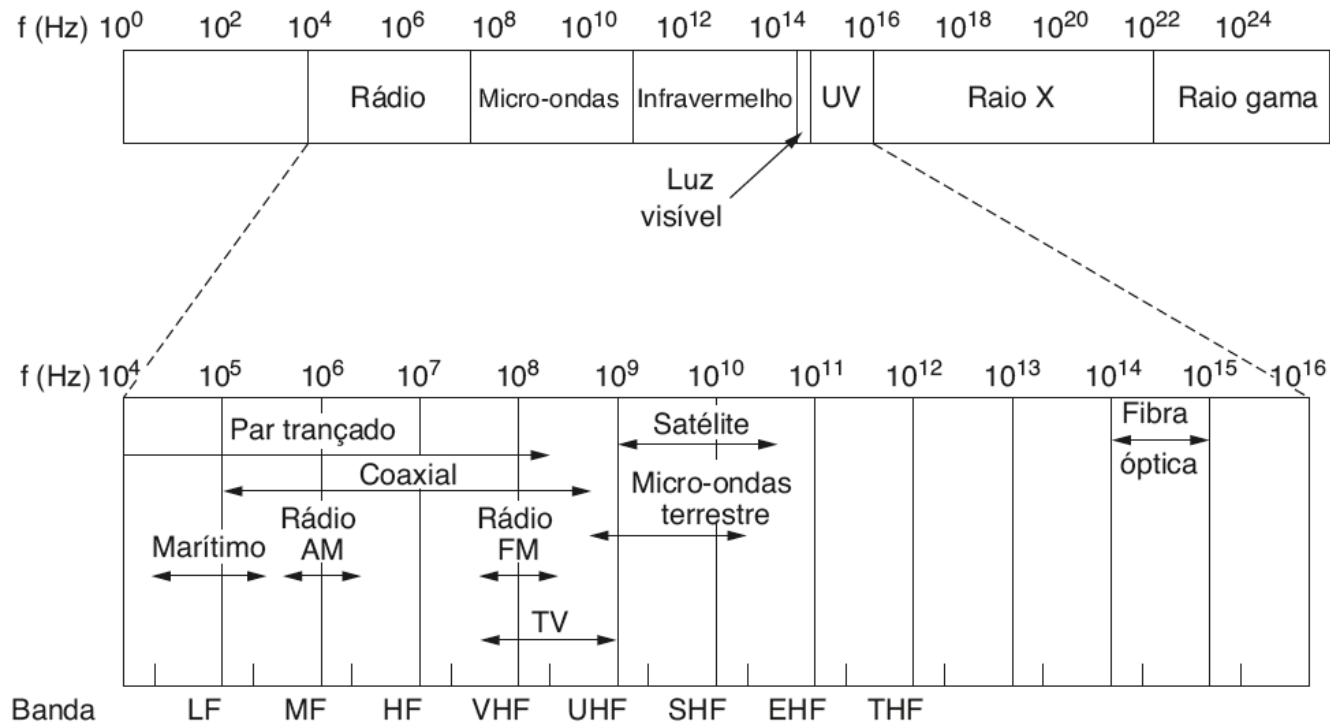
Fibras Monomodo

Luz confinada pela reflexão total interna.

Transmissão sem fio

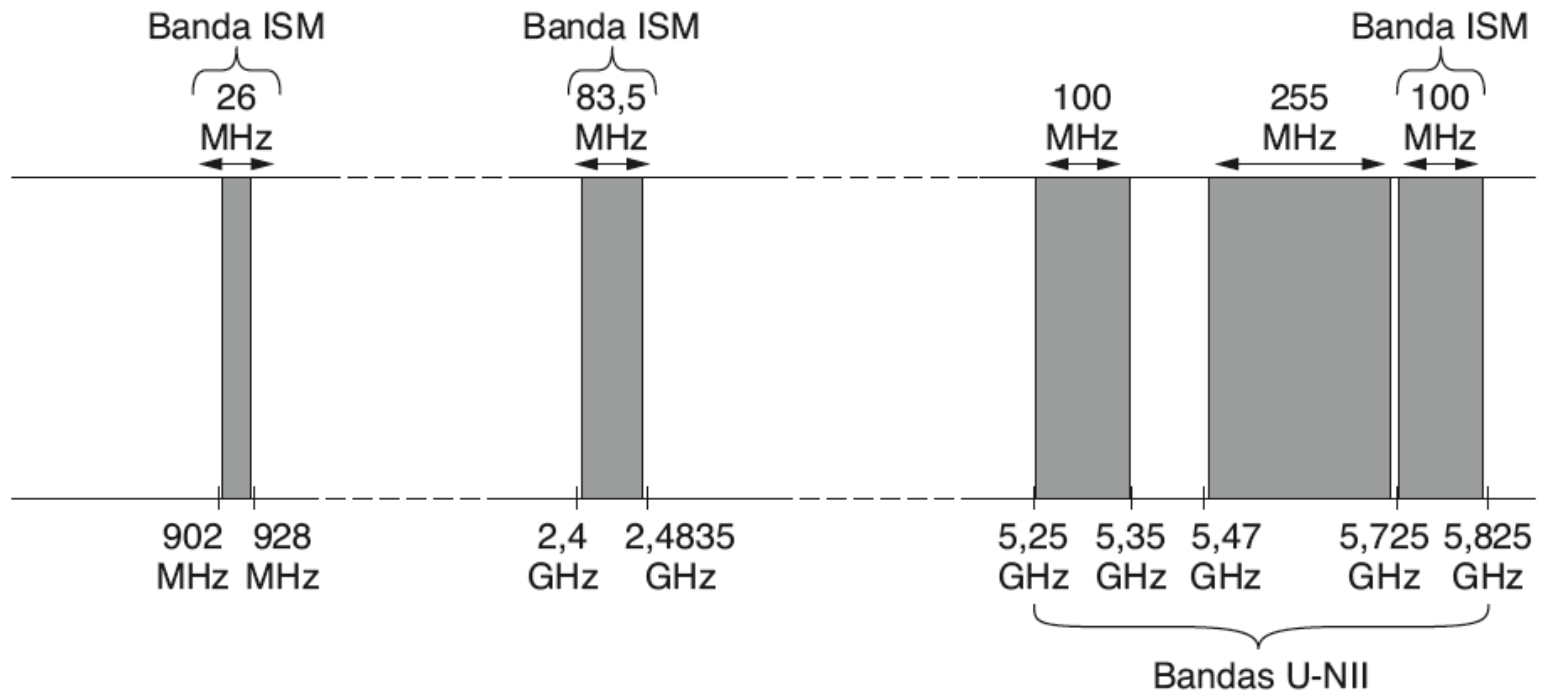
- O espectro eletromagnético
- Transmissão via rádio
- Transmissão via micro-ondas

O espectro eletromagnético



O espectro eletromagnético e o uso nas comunicações.

As políticas do espectro eletromagnético

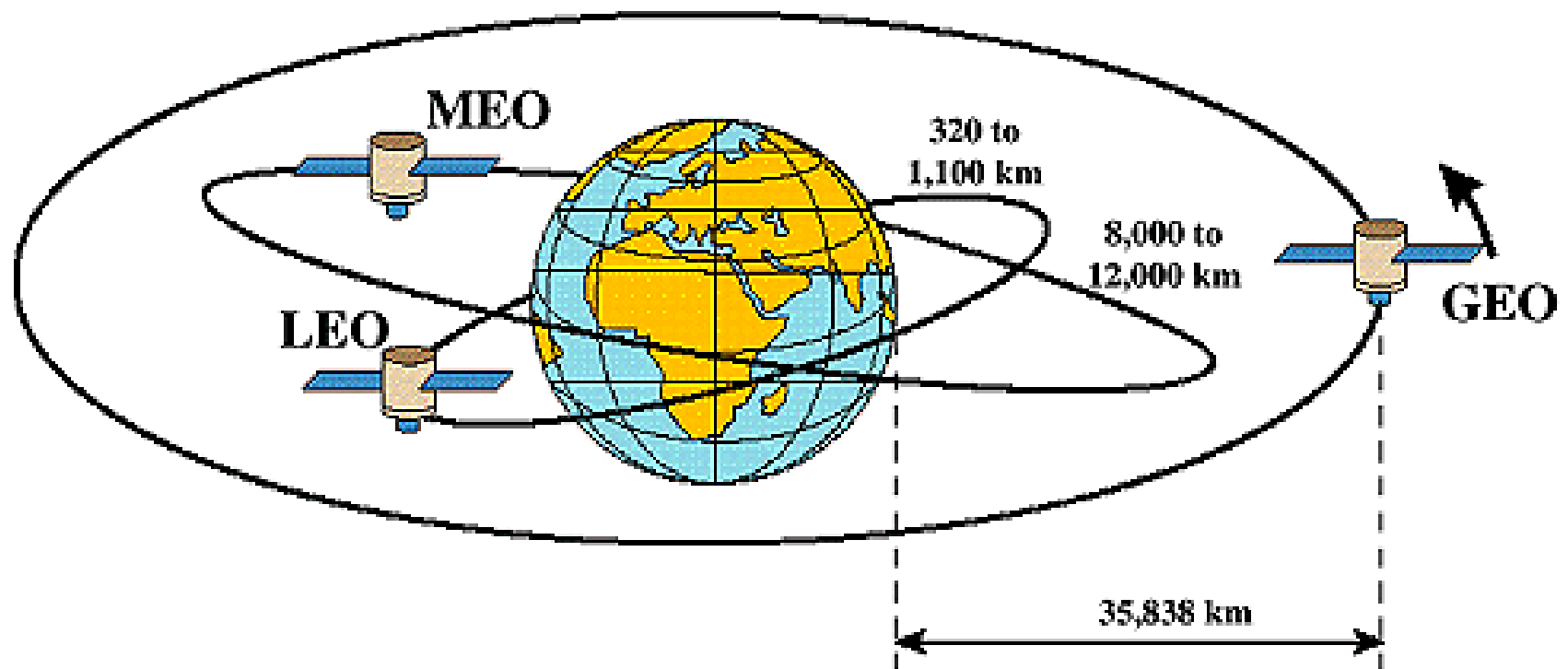


As bandas ISM e U-NII usadas nos Estados Unidos em dispositivos sem fio.

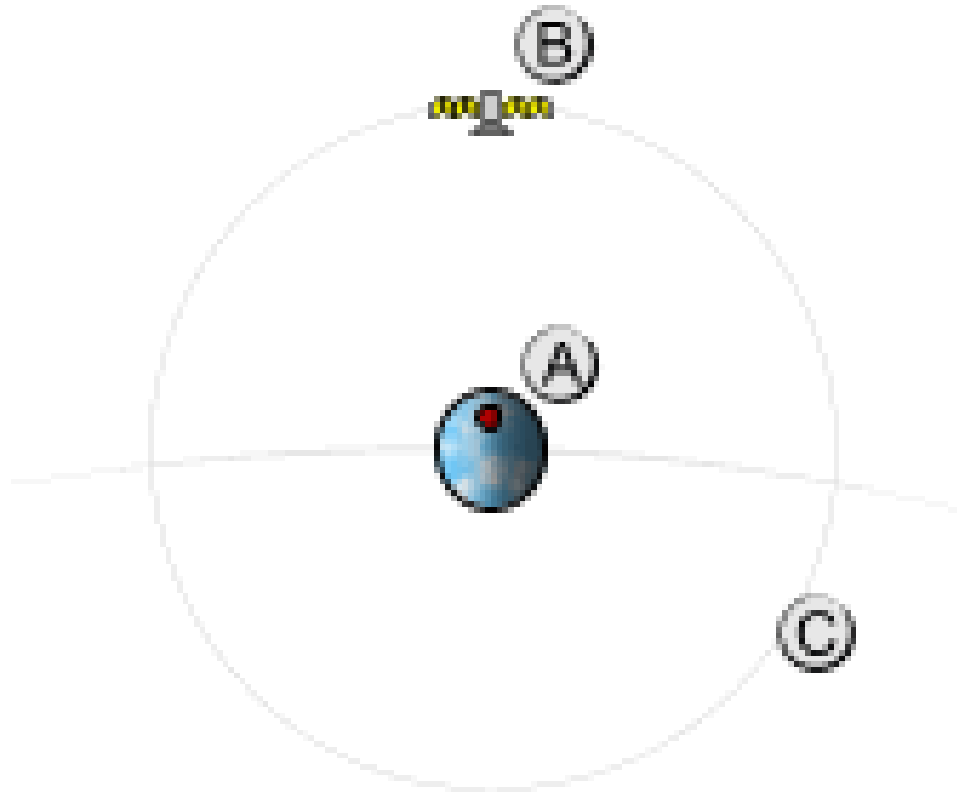
Satélites de comunicação

- Satélites geoestacionários
- Satélites de órbita média
- Satélites de baixa órbita
- Satélites brasileiros

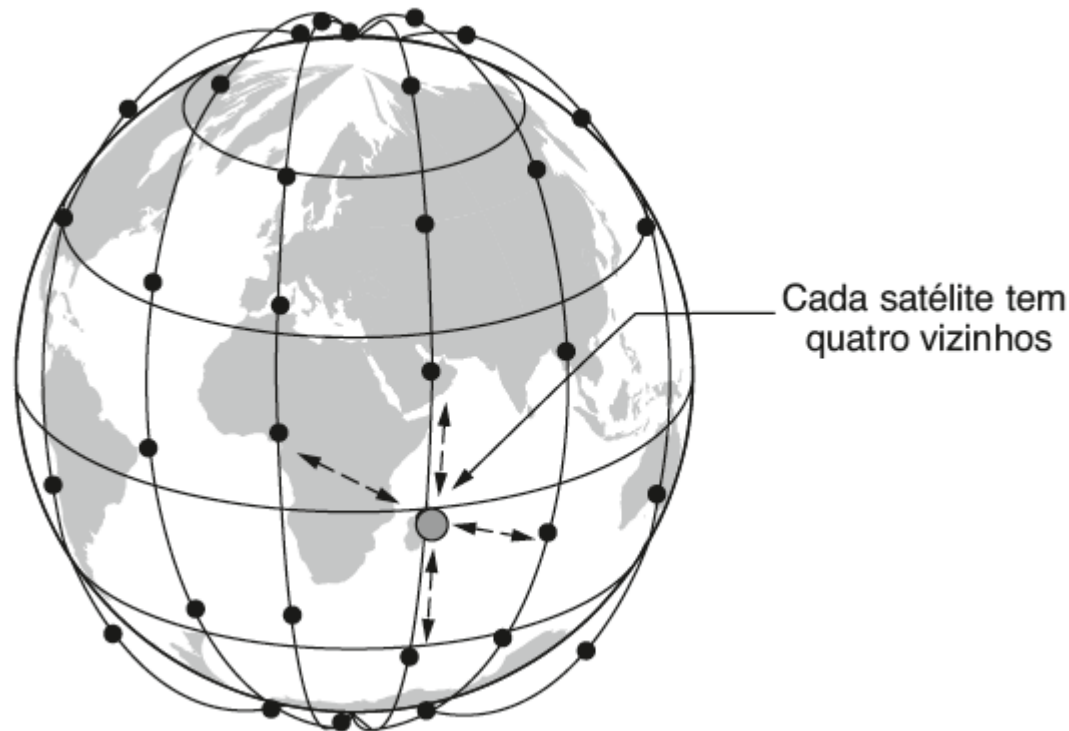
Satélites de comunicação



Satélites Geoestacionários

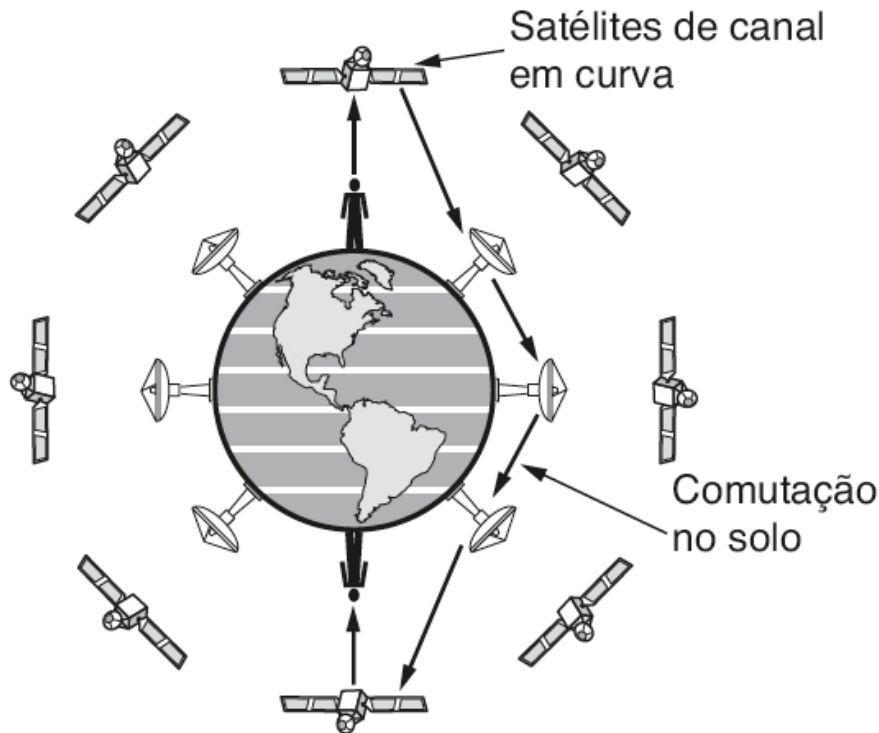


Satélites de baixa órbita



Os satélites Iridium formam seis cinturões em torno da Terra.

Satélites de baixa órbita

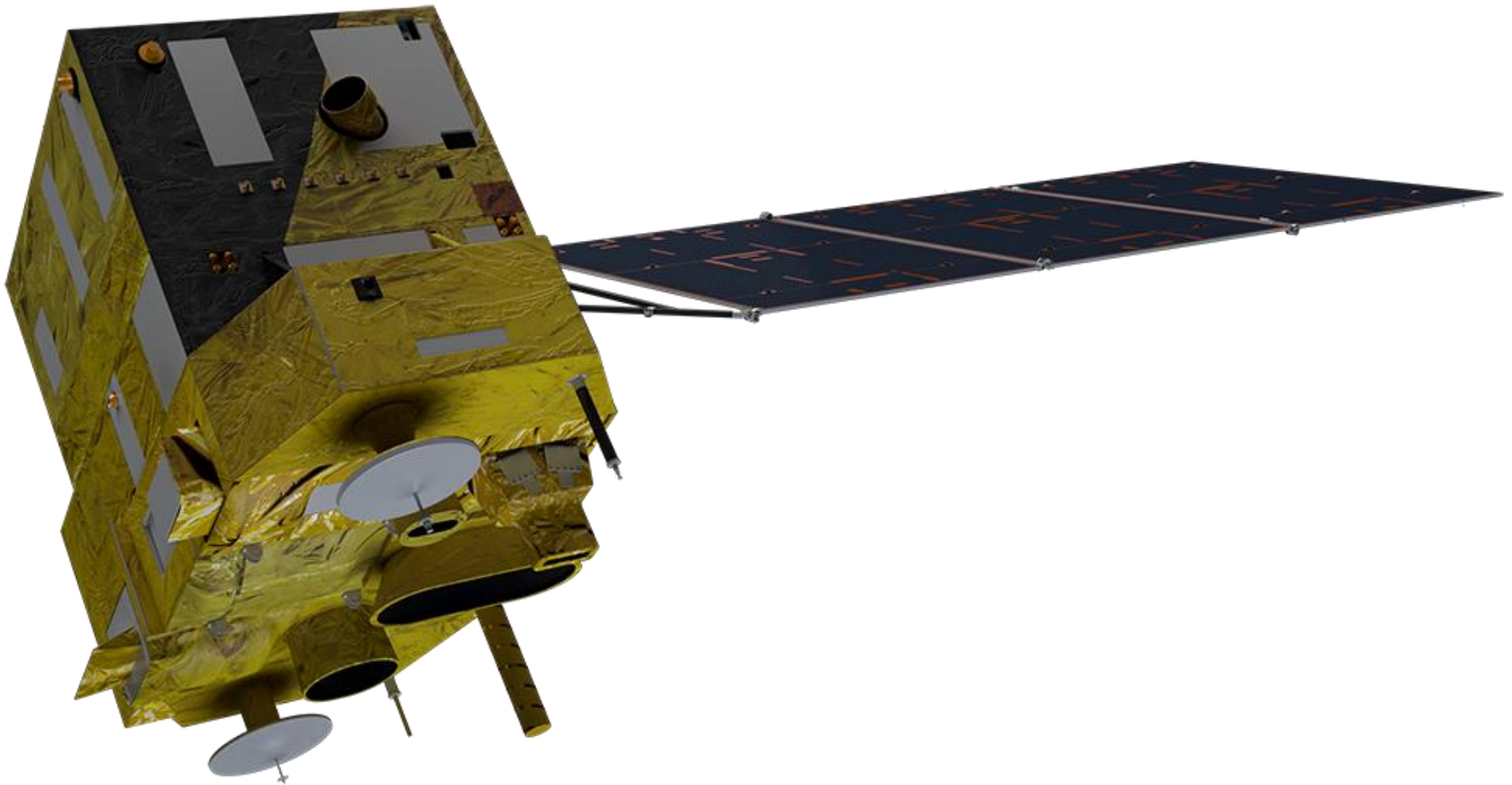


Retransmitindo em terra.

Satélites brasileiros

- 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.

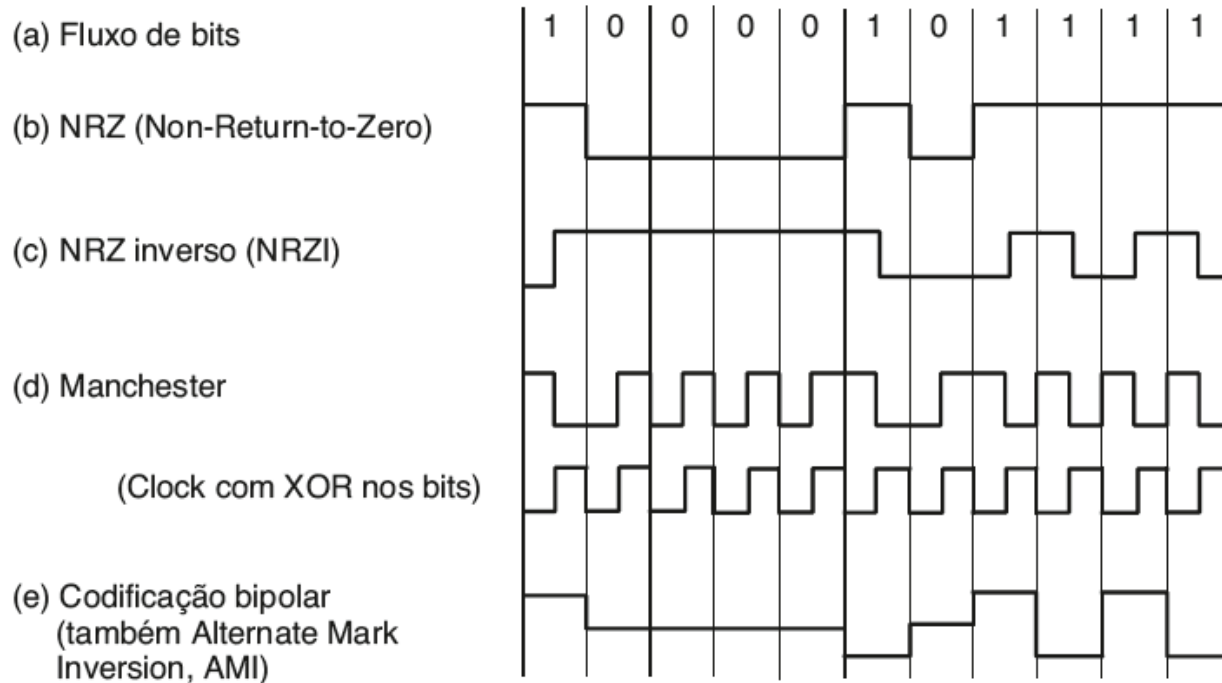
CBERS-4



Modulação digital e multiplexação

- 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



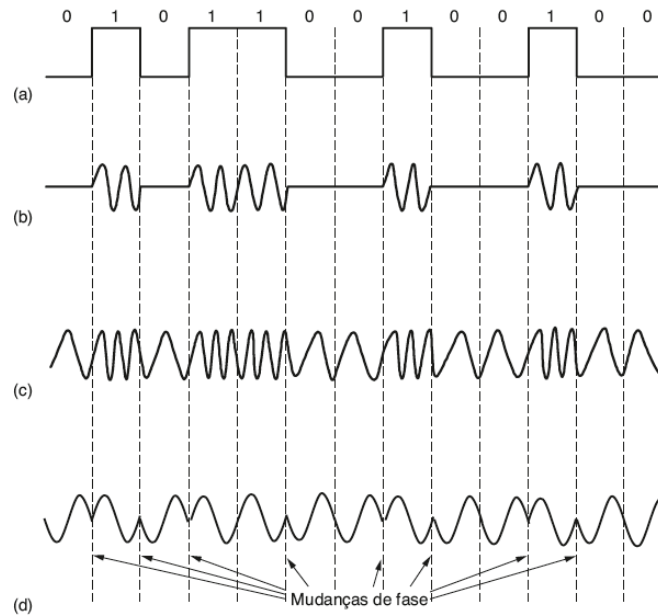
(a) Bits, (b) NRZ, (c) NRZI, (d) Manchester, (e) Bipolar ou AMI.

Recuperação de clock

| Dados (4B) | Código (5B) | Dados (4B) | Código (5B) |
|------------|-------------|------------|-------------|
| 0000 | 11110 | 1000 | 10010 |
| 0001 | 01001 | 1001 | 10011 |
| 0010 | 10100 | 1010 | 10110 |
| 0011 | 10101 | 1011 | 10111 |
| 0100 | 01010 | 1100 | 11010 |
| 0101 | 01011 | 1101 | 11011 |
| 0110 | 01110 | 1110 | 11100 |
| 0111 | 01111 | 1111 | 11101 |

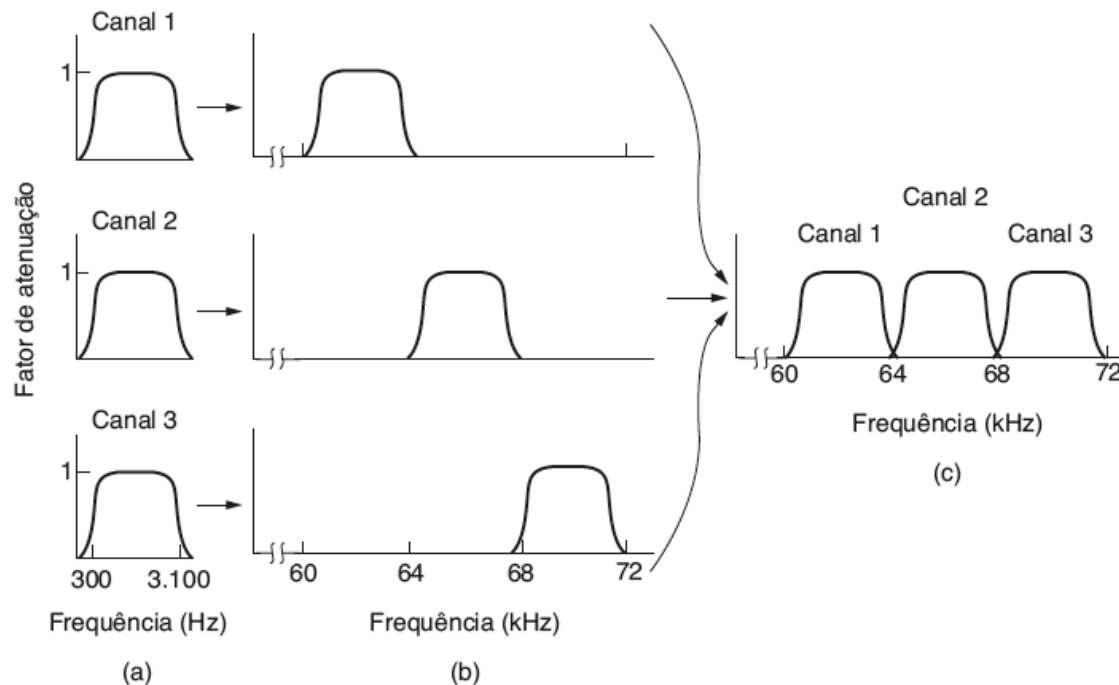
Mapeamento 4B/5B.

Transmissão em banda passante



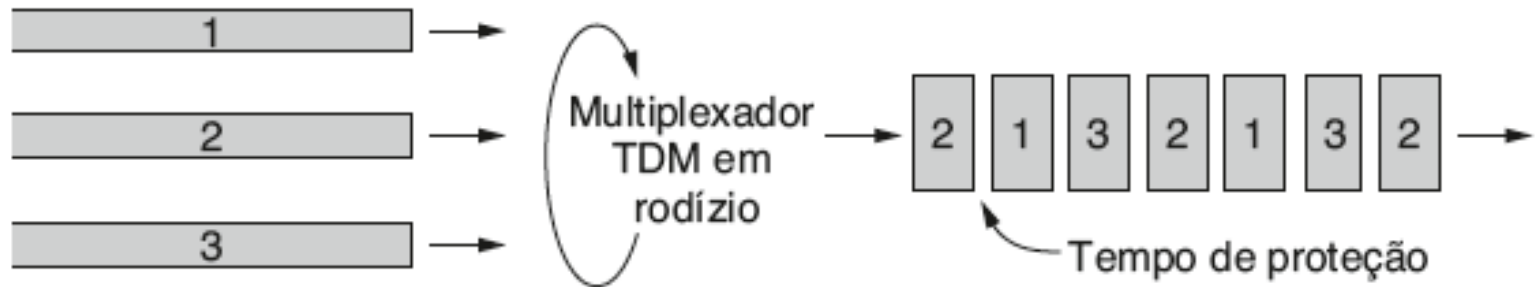
- (a) Sinal binário.
- (b) Chaveamento por mudança de amplitude.
- (c) Chaveamento por mudança de frequência.
- (d) Chaveamento por mudança de fase.

Multiplexação por divisão de frequência



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

Multiplexação por divisão de tempo

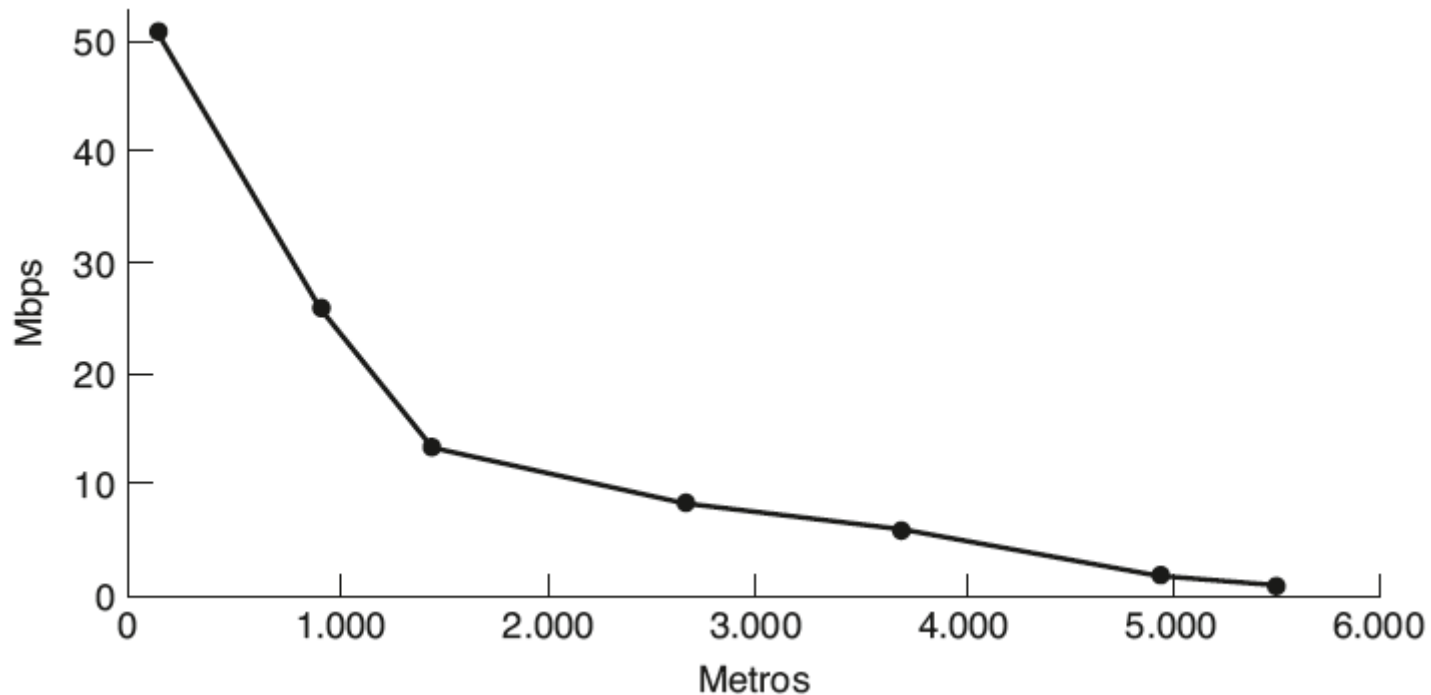


Multiplexação por divisão de tempo (TDM).

Rede de telefonia pública comutada

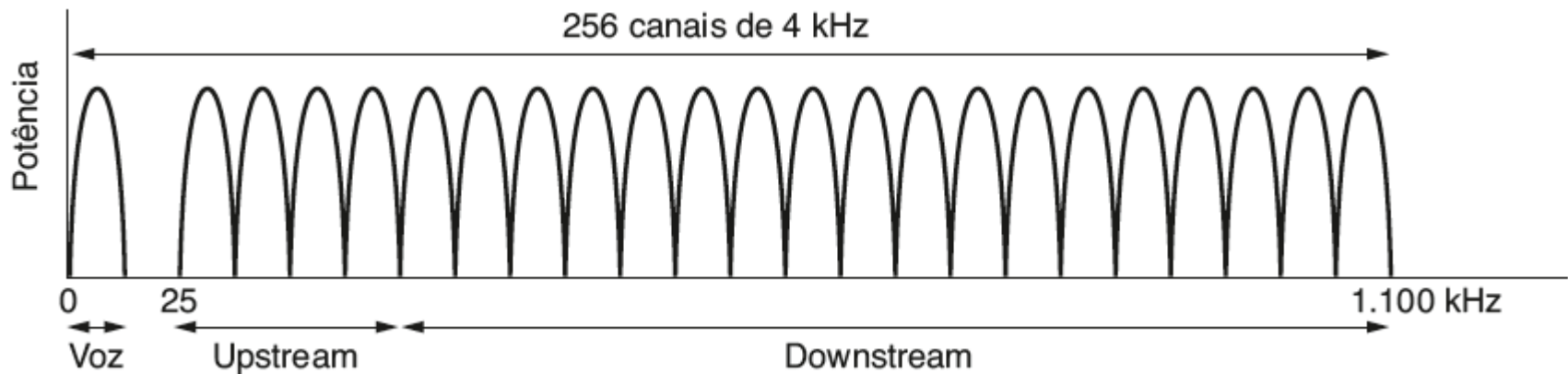
- Topologia do sistema de telefonia
- Políticas do sistema de telefonia
- Circuito terminal: modems, ADSL e fibra
- Troncos e multiplexação
- Comutação

Linha digital do assinante



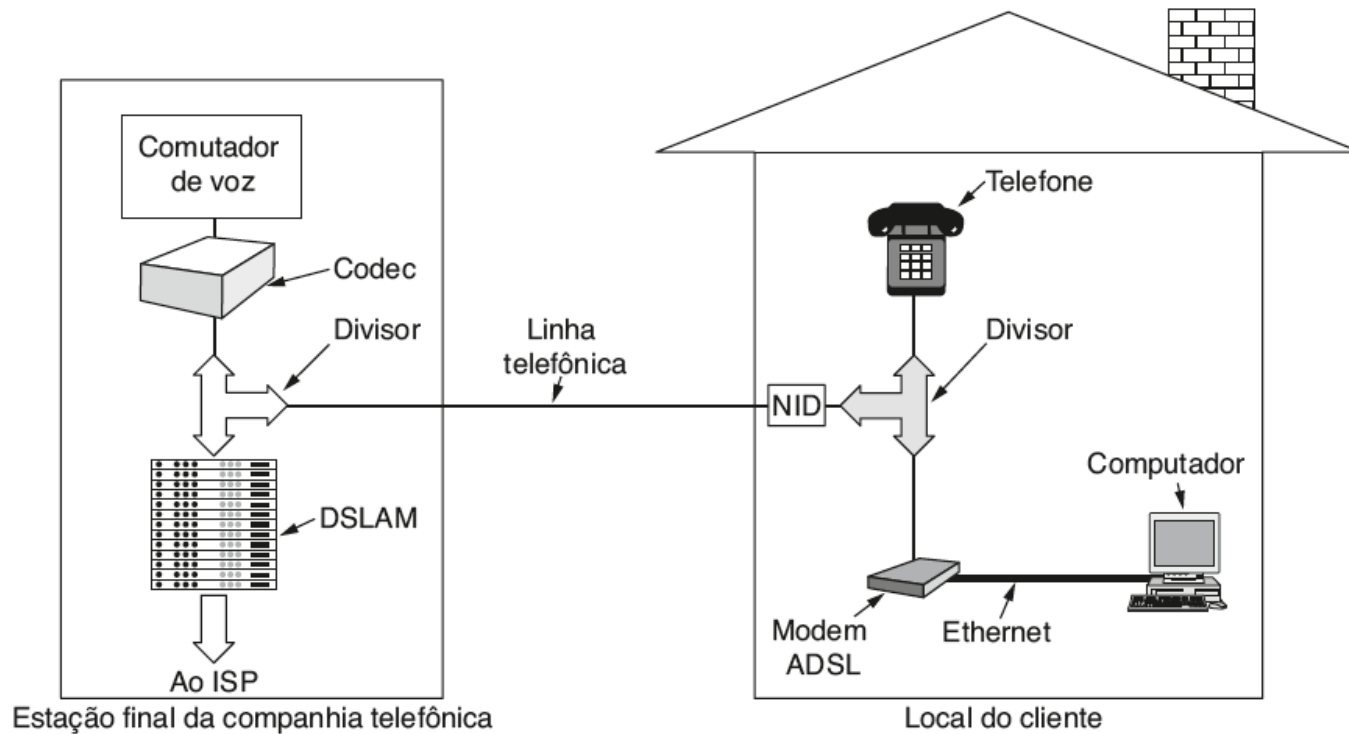
Largura de banda e distância no CAT3 UTP para o DSL.

Linha digital do assinante



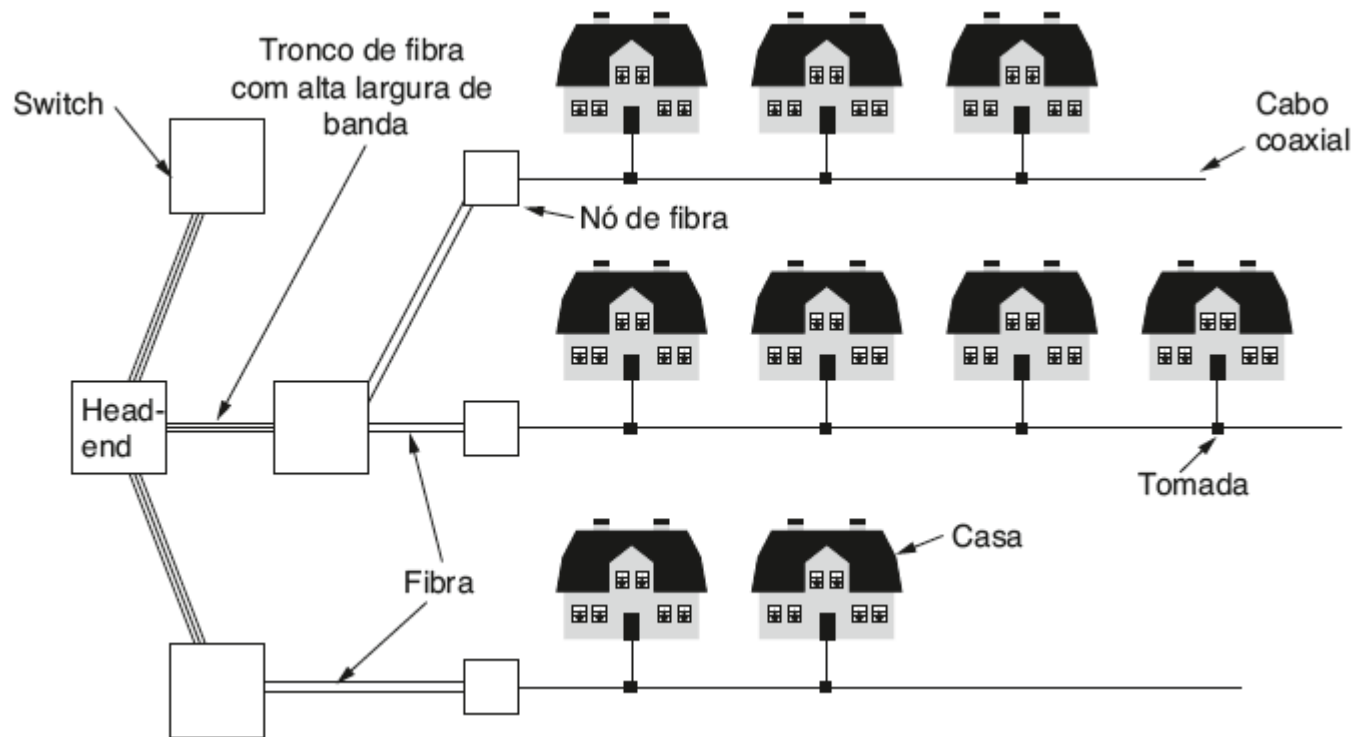
Operação de um ADSL usando modulação multiton discreta.

Linha digital do assinante



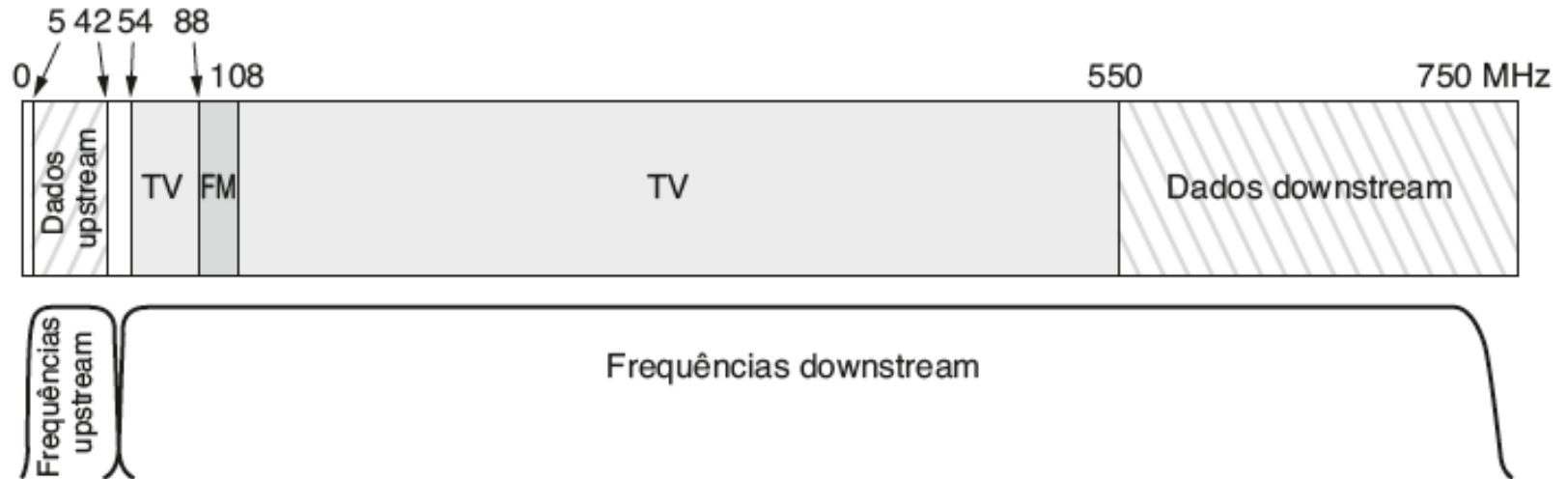
Configuração típica de um dispositivo ADSL.

Internet a cabo



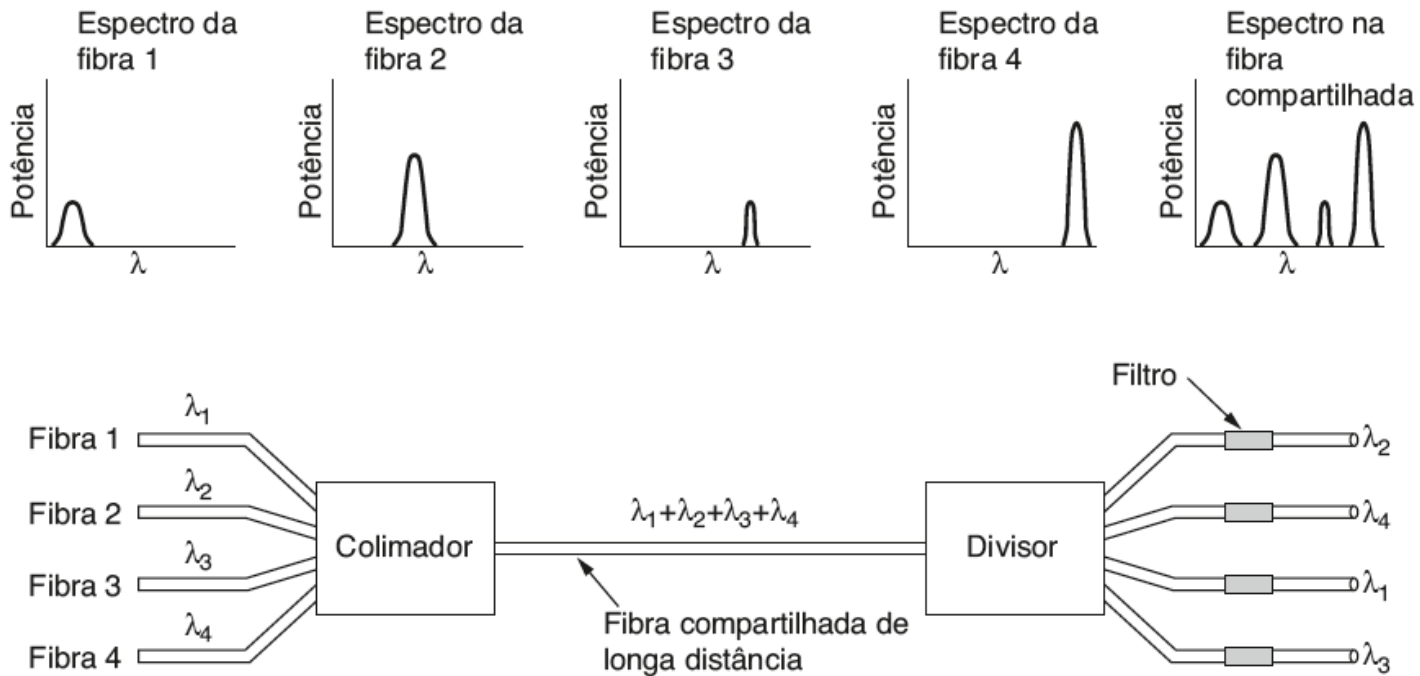
TV a cabo.

Alocação do espectro



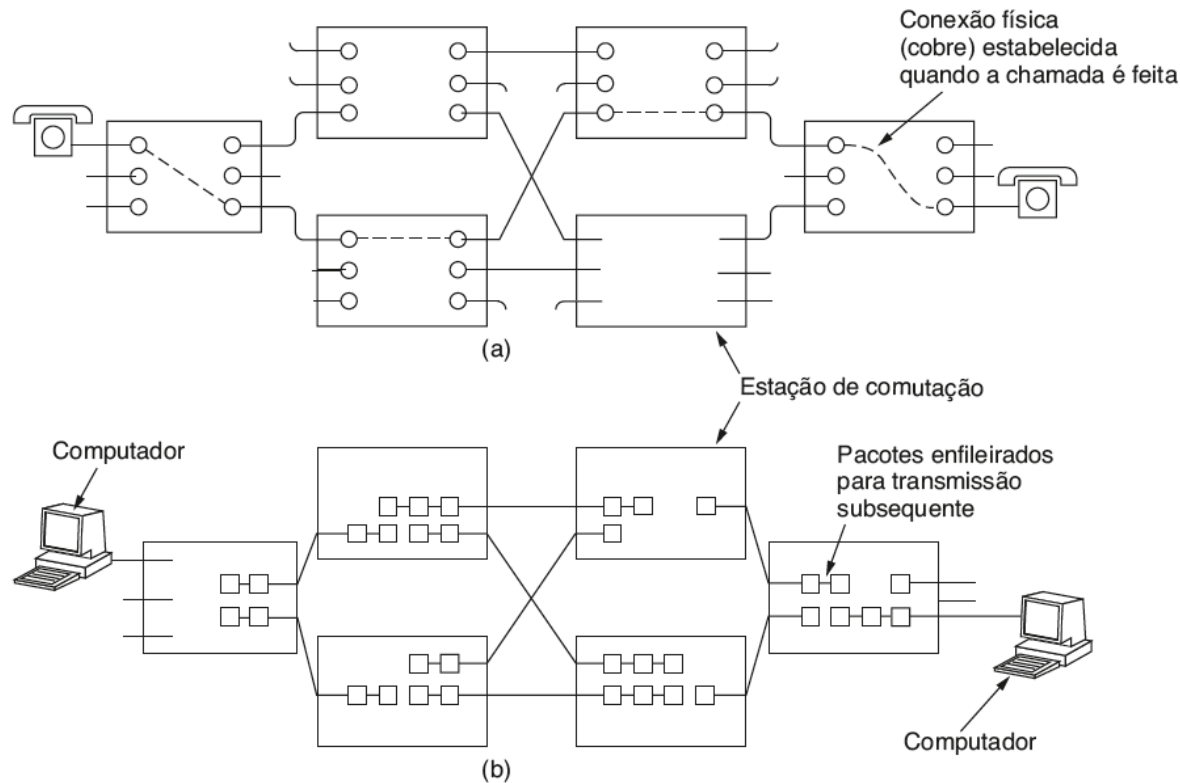
Alocação de frequência em um típico sistema de TV a cabo usado para acesso à Internet.

Multiplexação por divisão de comprimento de onda



Multiplexagem por divisão de comprimento de onda.

Comutação de circuitos/ Comutação de pacotes



(a) Comutação de circuito. **(b)** Comutação de pacote.



Comutação de circuitos/ Comutação de pacotes

| Item | Comutação de circuitos | Comutação de pacotes |
|----------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Configuração de chamadas | Obrigatória | Não necessária |
| Caminho físico dedicado | Sim | Não |
| Cada pacote segue a mesma rota | Sim | Não |
| Os pacotes chegam em ordem | Sim | Não |
| A falha de um switch é fatal | Sim | Não |
| Largura de banda disponível | Fixa | Dinâmica |
| Momento de possível congestionamento | Durante a configuração | Em todos os pacotes |
| Largura de banda potencialmente desperdiçada | Sim | Não |
| Transmissão store-and-forward | Não | Sim |
| Tarifação | Por minuto | Por pacote |

Comparação entre redes de comutação de circuitos e redes de comutação de pacotes.