

Ainda no Capítulo 2...

Aula passada: fibras ópticas

Nesta Aula:

- Mais sobre codificação
Modems, ADSL, Cable
- Rádio (e antenas)
- Satélite

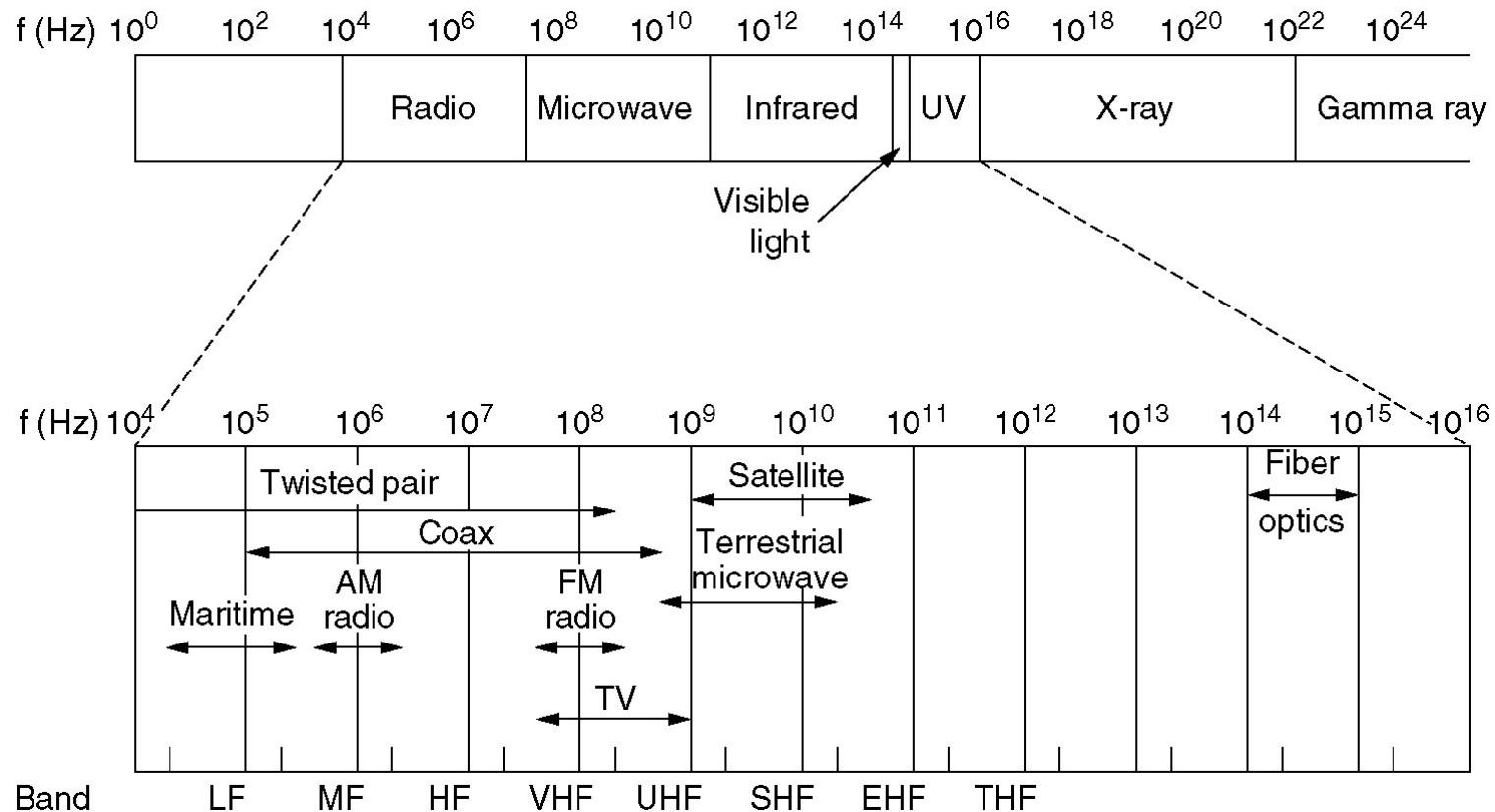
A Base Teórica para a Comunicação de Dados

- Análise de Fourier
- Sinais Limitados pela Largura de Banda
- Taxa de Dados Máxima de um Canal

Transmissão Sem Fio

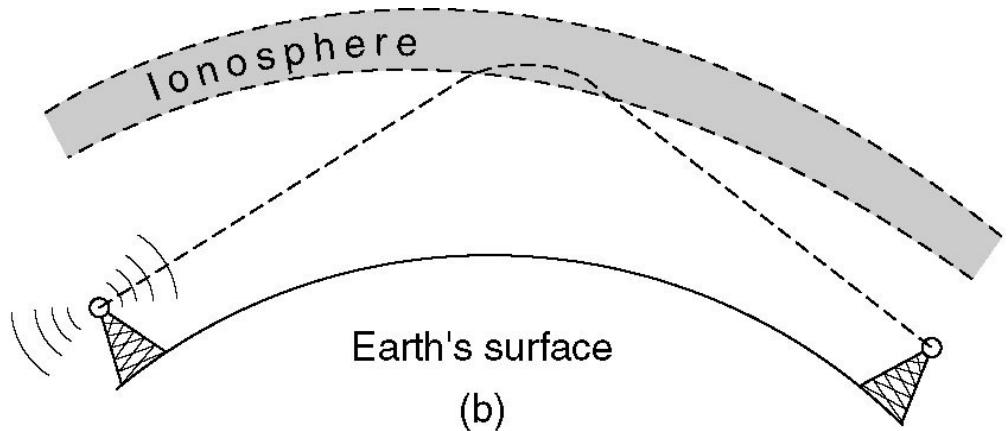
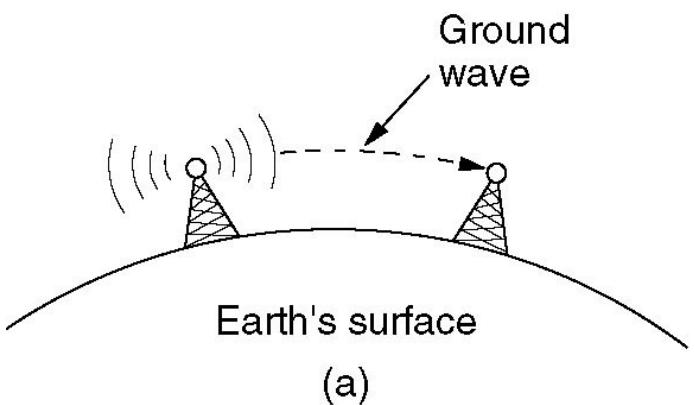
- O Espectro Eletromagnético
- Transmissão de Rádio
- Transmissão de Microondas
- Ondas Milimétricas e Infravermelhas
- Transmissão de Ondas de Luz

O Espectro Eletromagnético



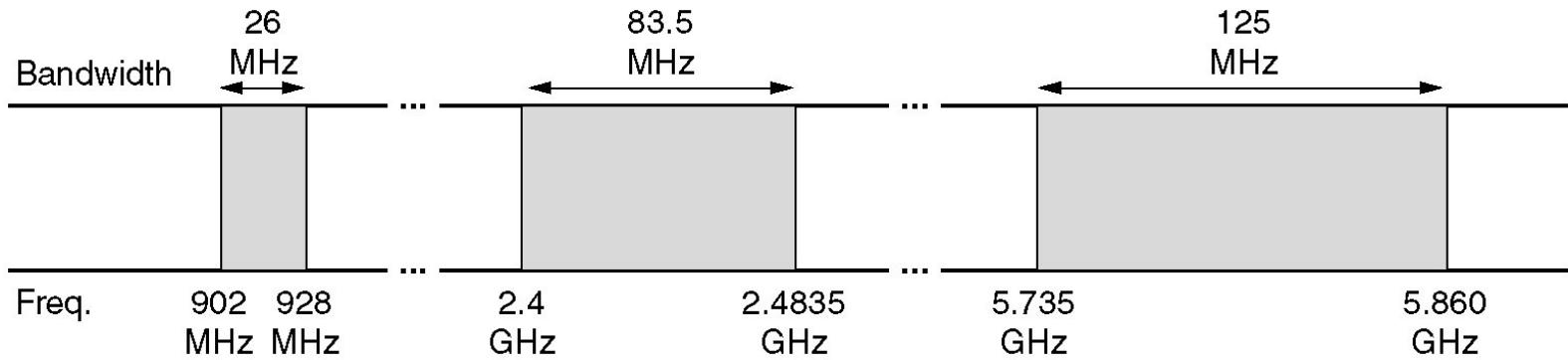
O espectro eletromagnético e a maneira como ele é usado na comunicação.

Transmissão de Rádio



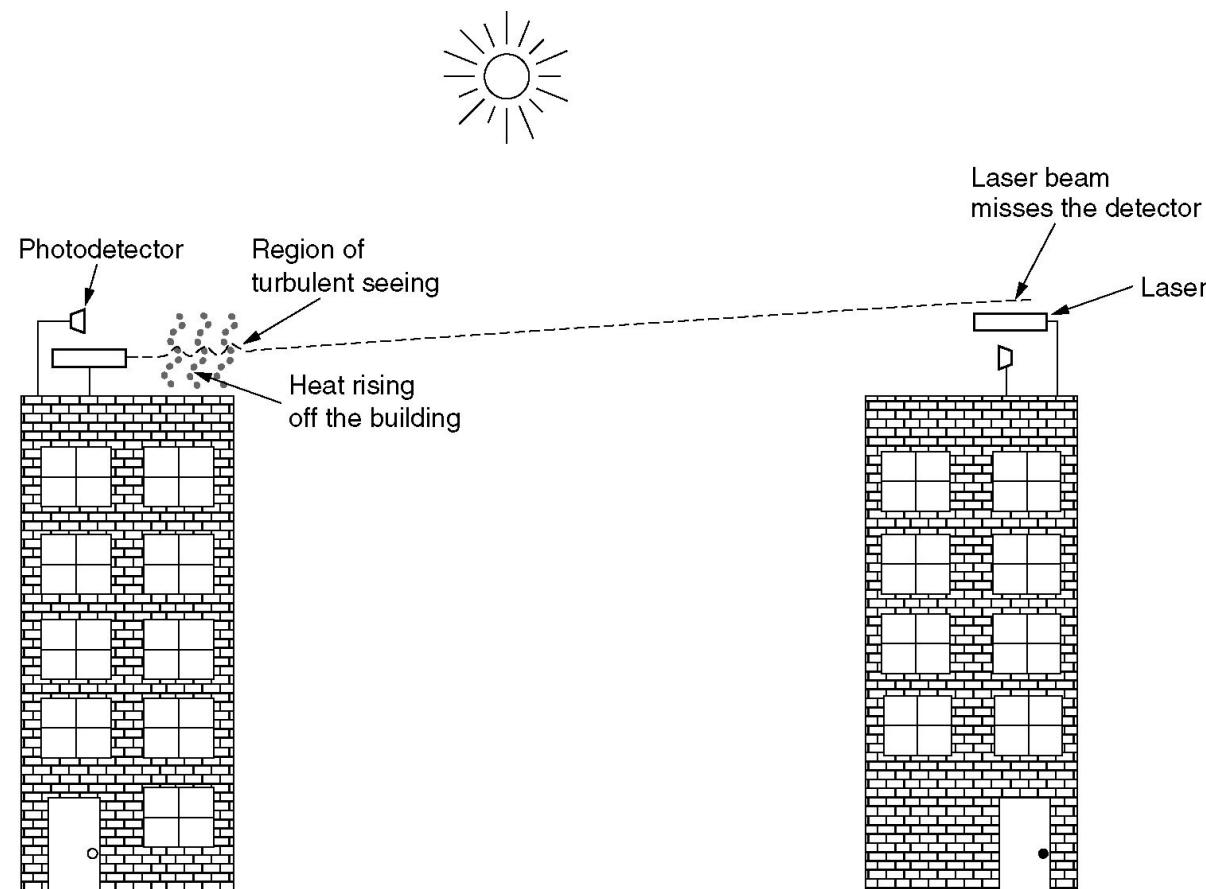
- (a) Nas faixas VLF, LF e MF, as ondas de rádio obedecem à curvatura da Terra.
- (b) Na HF, elas ricocheteiam na ionosfera.

Políticas do Espectro Eletromagnético



As bandas ISM nos Estados Unidos.

Transmissão de Ondas de Luz

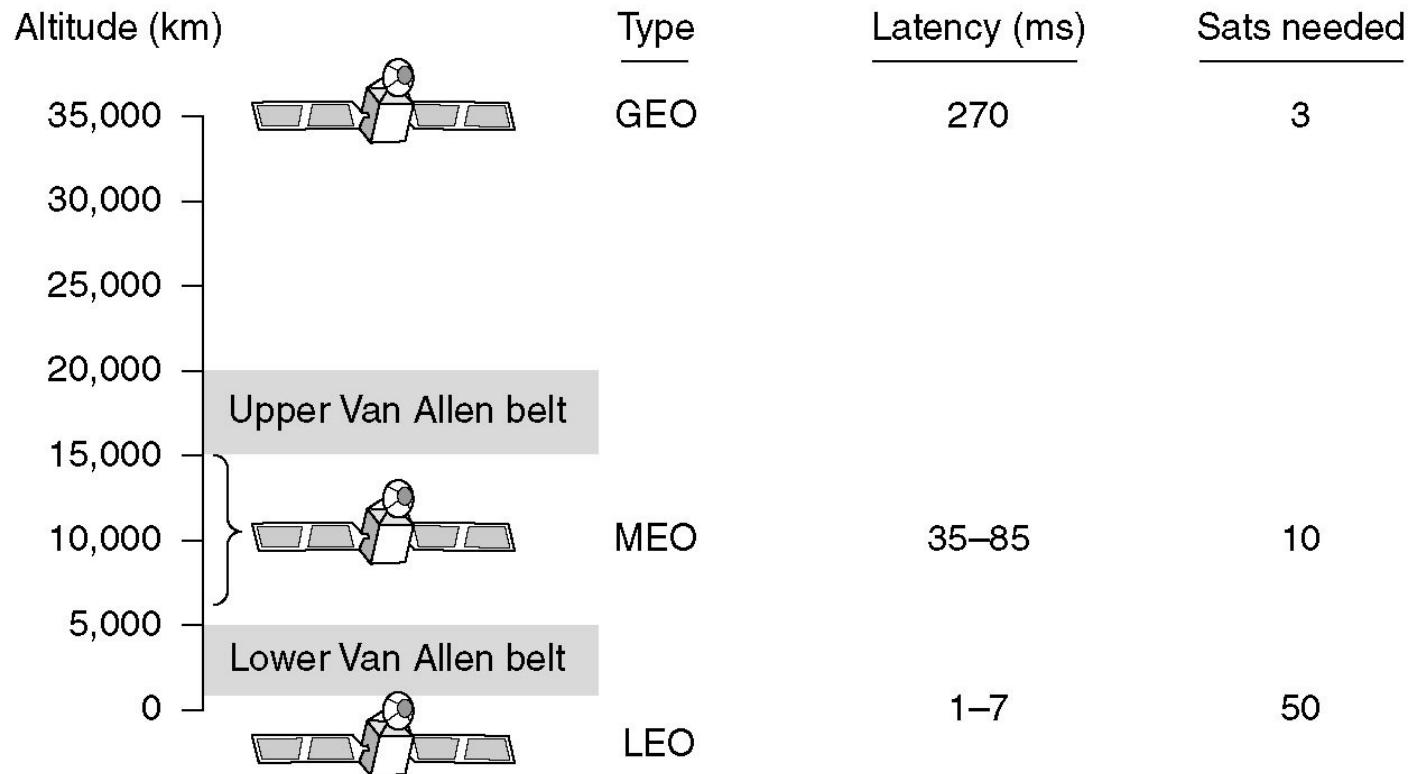


Correntes de convecção podem interferir nos sistemas de comunicação a laser. A figura mostra um sistema bidirecional, no qual há dois lasers.

Satélites de Comunicação

- Satélites Geoestacionários
- Satélites de Órbita Terrestre Média
- Satélites de Órbita Terrestre Baixa
- Satélites versus Fibra

Satélites de Comunicação



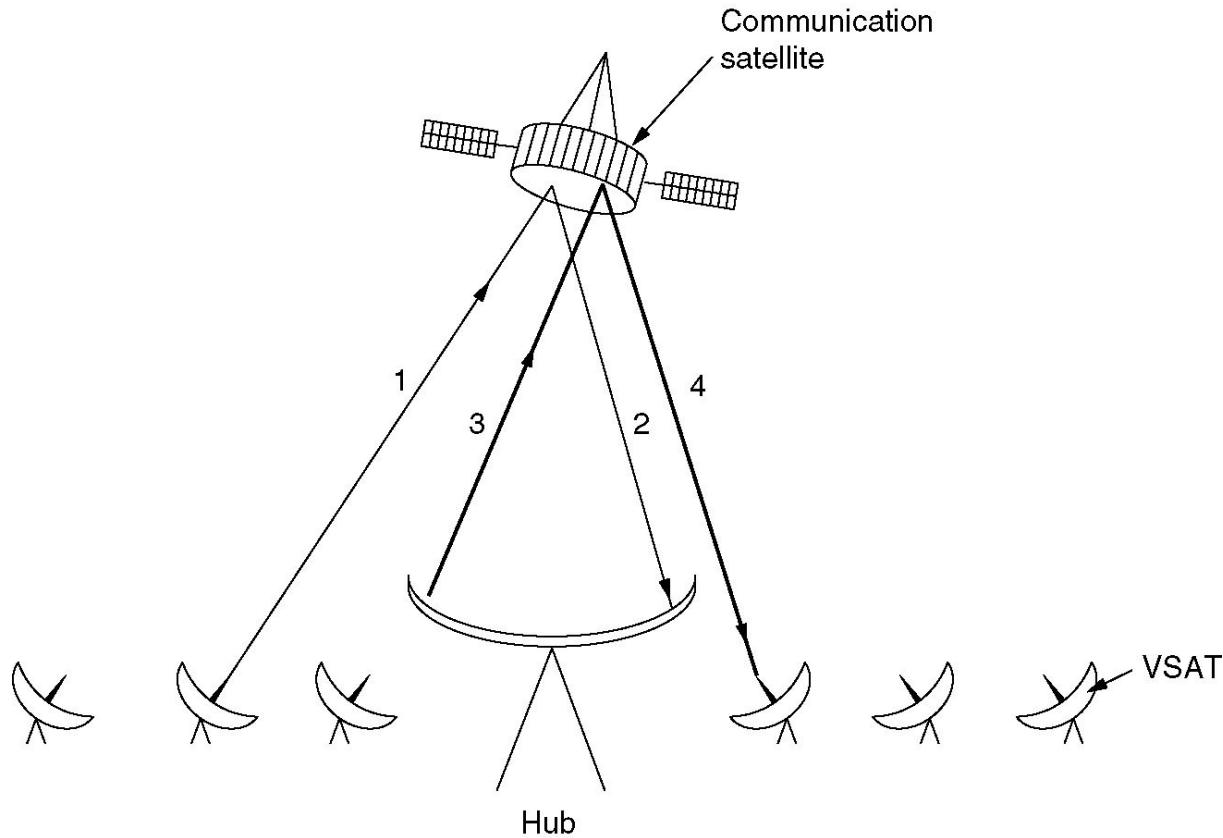
Satélites de comunicação e algumas de suas propriedades, incluindo altitude sobre a terra, tempo de atraso de volta completa e número de satélites necessários para cobertura global.

Satélites de Comunicação (2)

Band	Downlink	Uplink	Bandwidth	Problems
L	1.5 GHz	1.6 GHz	15 MHz	Low bandwidth; crowded
S	1.9 GHz	2.2 GHz	70 MHz	Low bandwidth; crowded
C	4.0 GHz	6.0 GHz	500 MHz	Terrestrial interference
Ku	11 GHz	14 GHz	500 MHz	Rain
Ka	20 GHz	30 GHz	3500 MHz	Rain, equipment cost

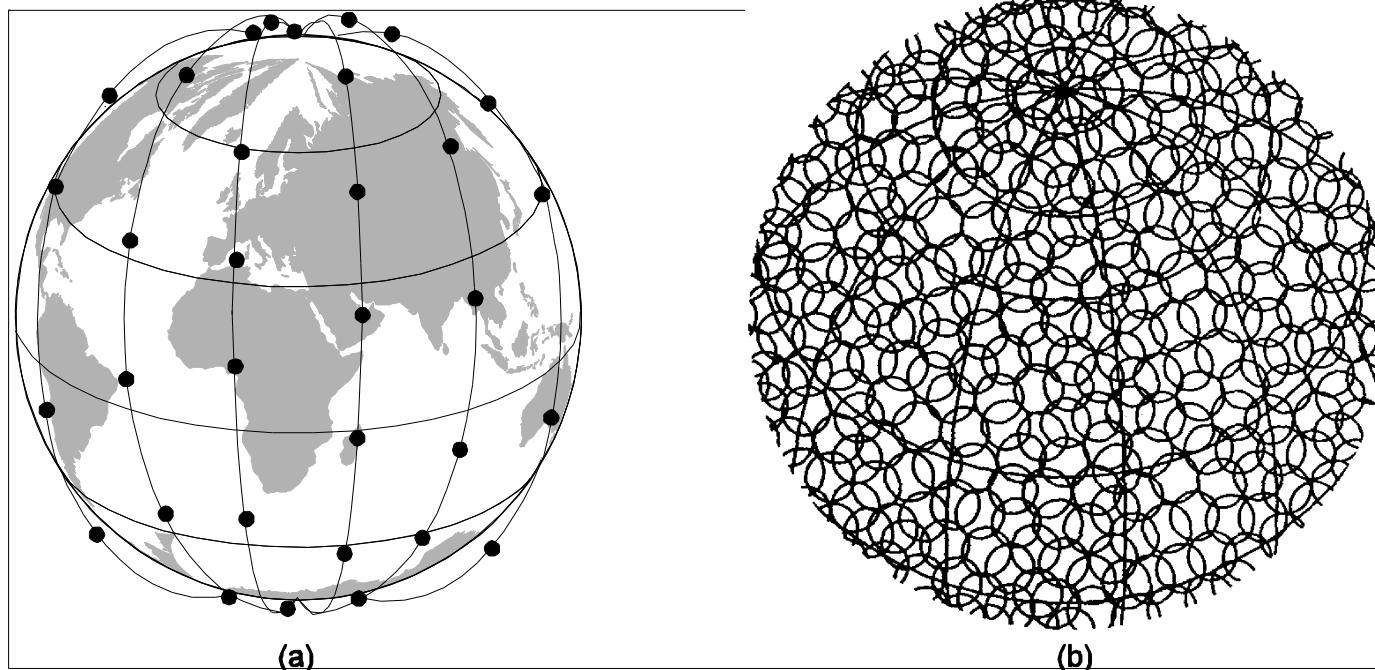
As principais bandas de satélite.

Satélites de Comunicação (3)



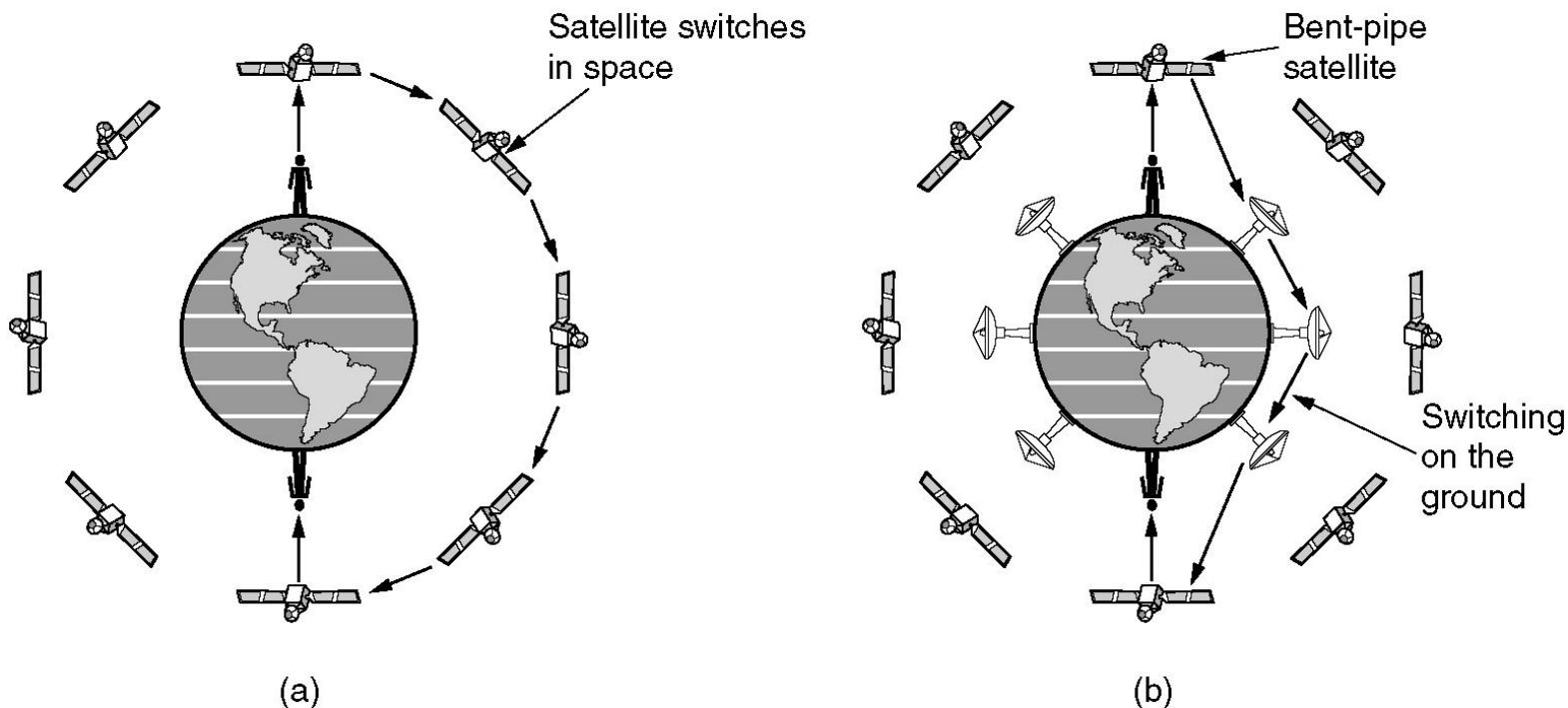
VSATs usando um hub.

Satélites de Órbita Terrestre Baixa Iridium



- (a) Satélites Iridium formam seis eixos em torno da Terra.
- (b) 1628 células móveis cobrem a Terra.

Globalstar



- (a) *Relying no espaço*.
(b) *Relying na terra*.

Provinha 6

a) Streams de áudio e vídeo tem certa dependência de banda (poucos kbps para áudio e poucos mbps para vídeo). Também são sensíveis a atraso, principalmente se forem parte de aplicações interativas (telefonia e videoconferência). Avalie a transmissão intercontinental destas mídias utilizando:

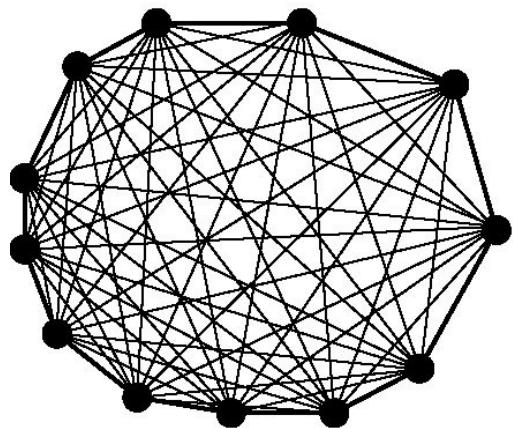
- uma malha de 6 satélites, com retransmissão no espaço;
- links de fibra;
- avalie, de maneira aproximada, os atrasos envolvidos.

b) Responda: o que é, provavelmente, mais adequado para conectar dois jogadores, em rede, distantes 300 km entre si: - um link de satélite com banda razoável ou uma conexão discada de poucos kbps?

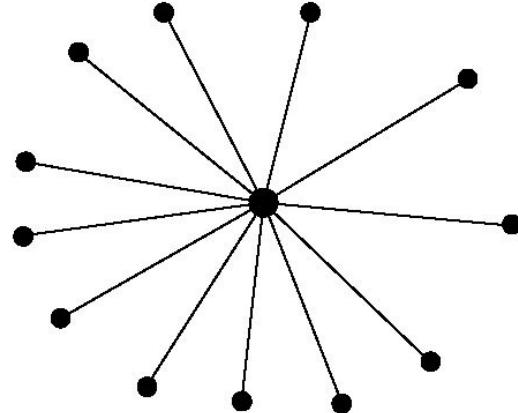
O Sistema Telefônico

- Estrutura do Sistema Telefônico
- A Política das Companhias Telefônicas
- Loop Local
- Troncos e Multiplexação
- Comutação

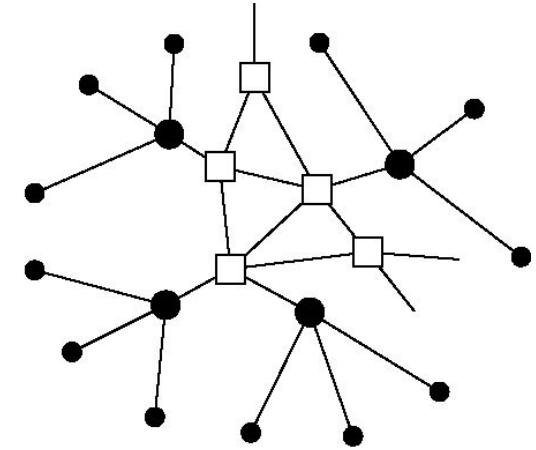
Estrutura do Sistema Telefônico



(a)



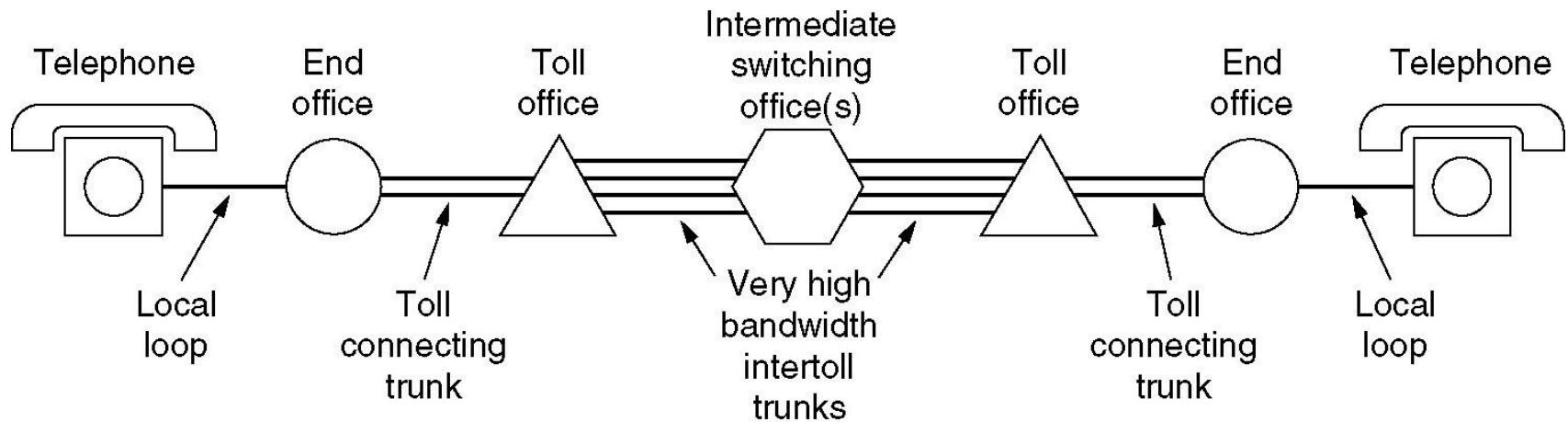
(b)



(c)

- (a) Rede totalmente interconectada.
- (b) Comutador centralizado.
- (c) Hierarquia de dois níveis.

Estrutura do Sistema Telefônico (2)

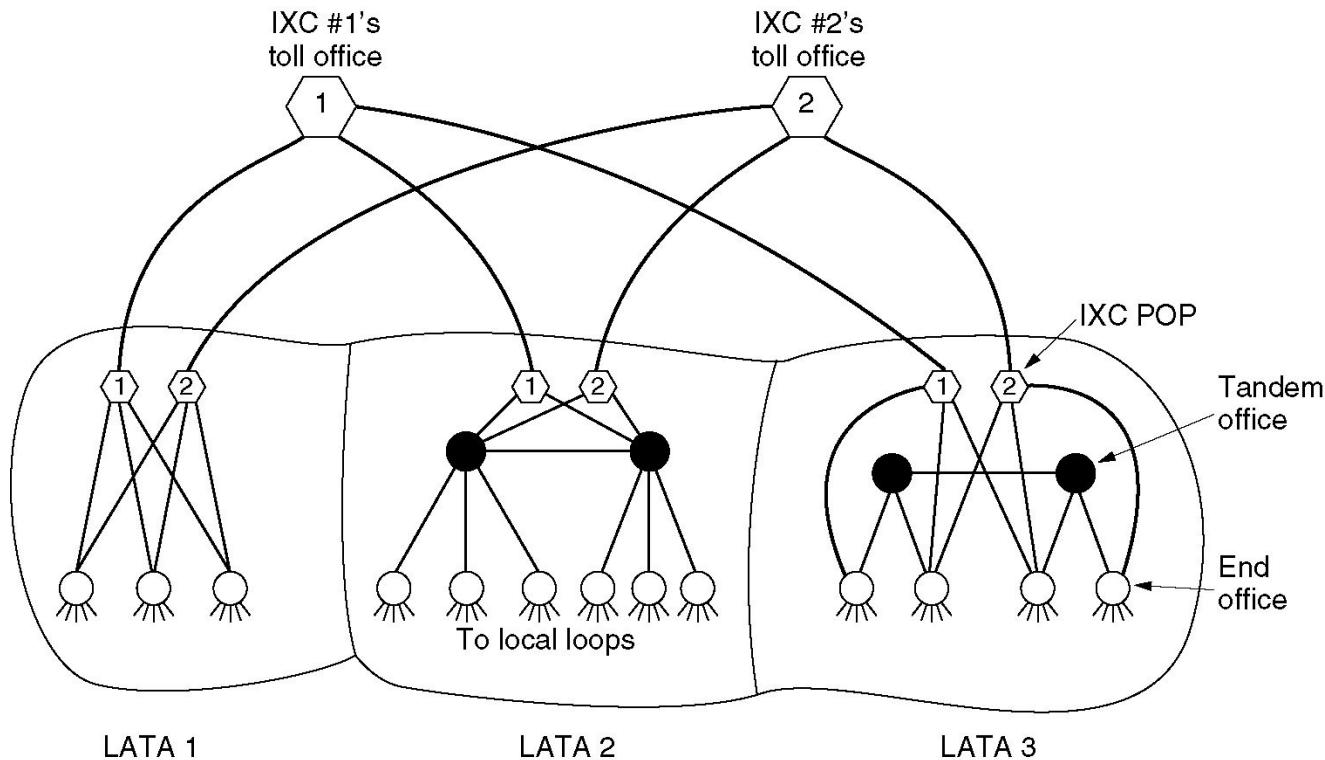


Rota de um circuito típico de uma chamada a média distância.

Componentes Principais do Sistema Telefônico

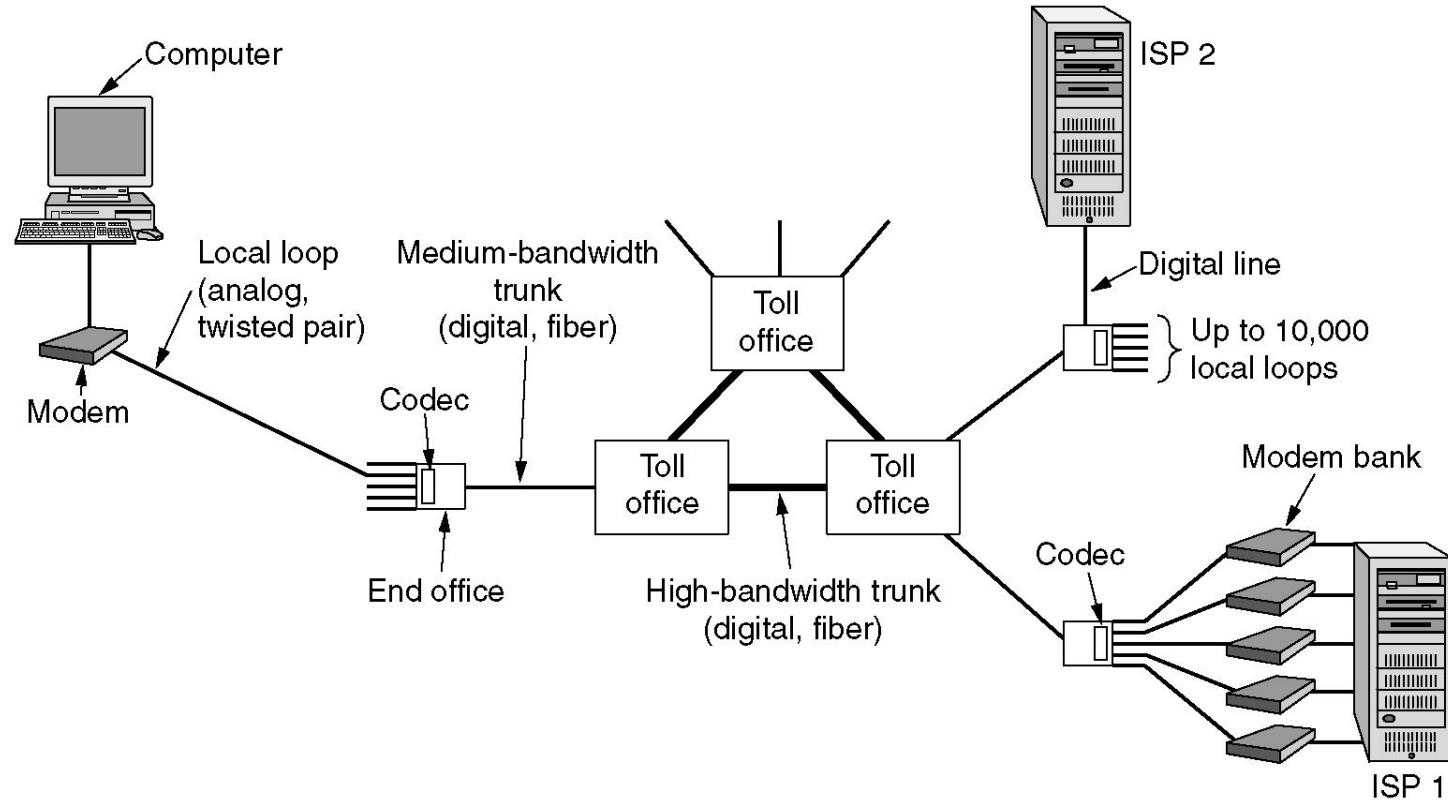
- Loops locais
 - Cabos de pares trançados analógicos indo até residências e comércio
- Troncos
 - Fibra ótica digital conectando as estações de comutação
- Estações de comutação
 - Onde chamadas são movidas de um tronco para outro

A Política das Companhias Telefônicas



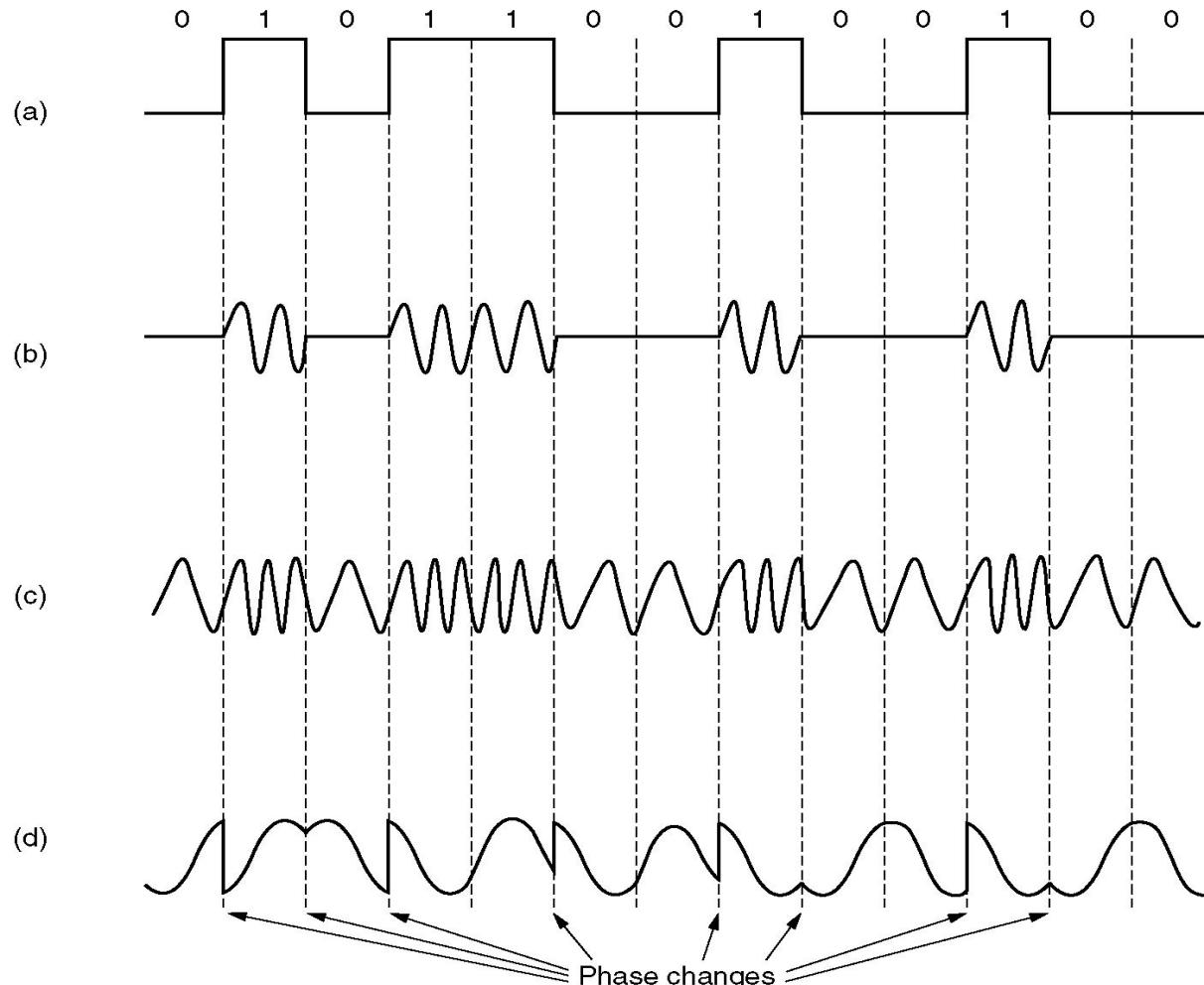
O relacionamento entre LATAs, LECs, e IXCs.
Todos os círculos são estações de comutação LEC. Cada hexágono pertence à IXC indicada pelo número.

Loop Local: Modems, ADSL, e Sem-Fio



O uso das transmissões analógica e digital para uma chamada entre dois computadores. A conversão é feita por modems e *codecs*.

Modems



(a) Um sinal binário

(b) Modulação por amplitude

(c) Modulação por freqüência

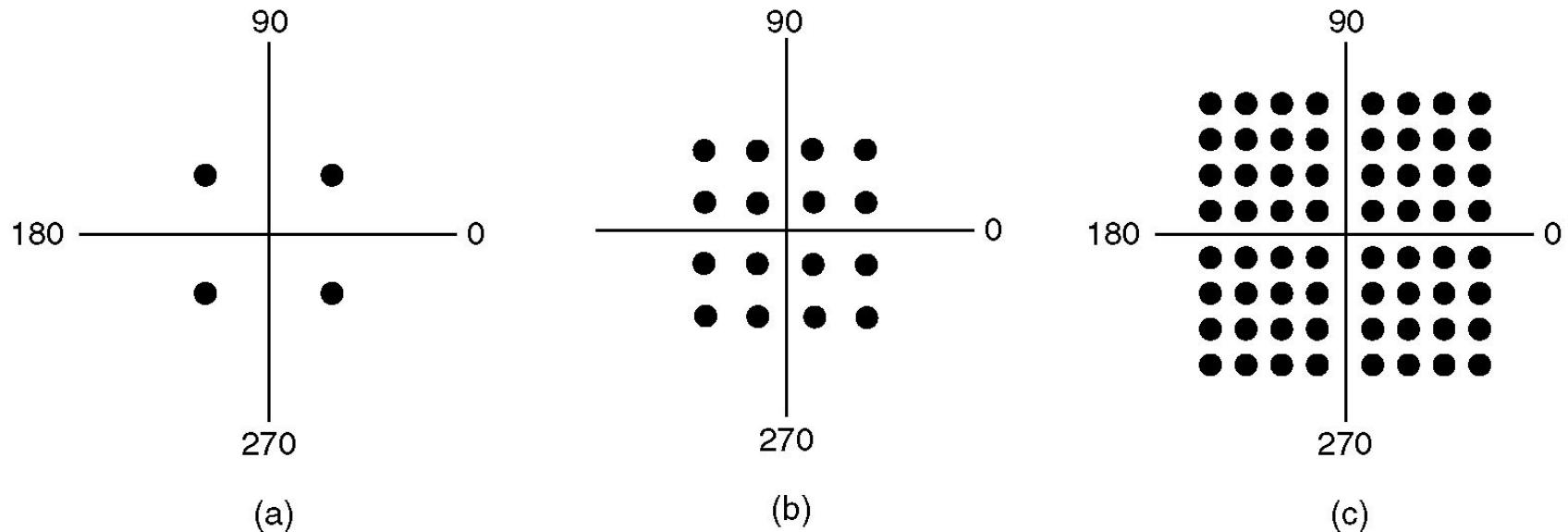
(d) Modulação por fase

Baud rate e Bit rate

a) baud rate = frequencia do sampling

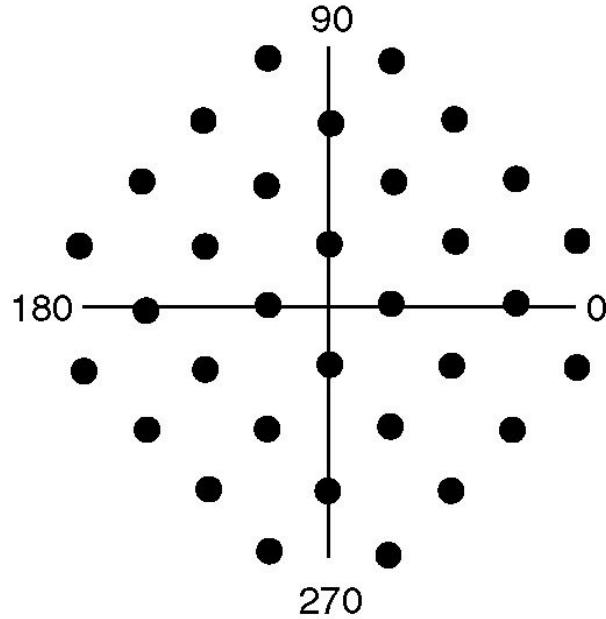
a) bit rate = baud rate * número de bits por sampling

Modems (2)

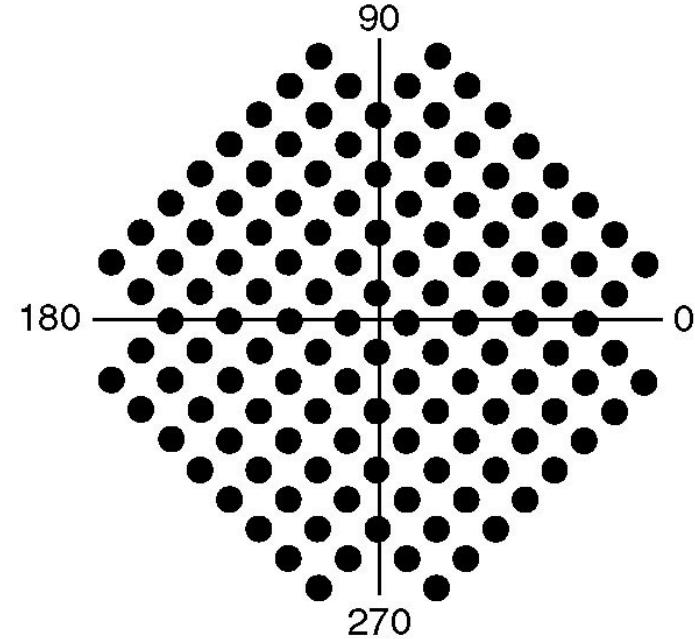


- (a) QPSK (quadrature phase shift keying - 2 bits).
- (b) QAM-16 (quadrature amplitude modulation - 4 bits).
- (c) QAM-64 (quadrature amplitude modulation - 6 bits).

Modems (3)



(a)

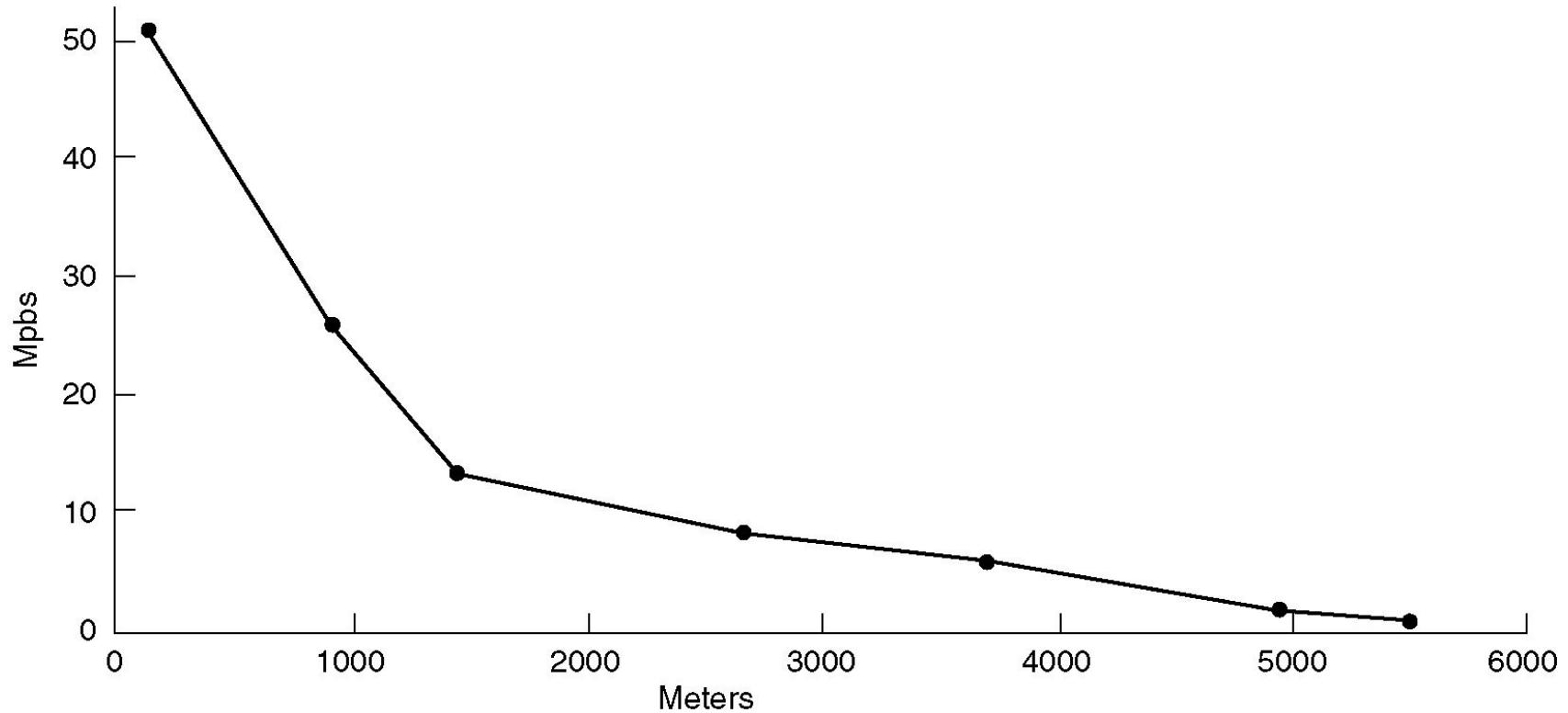


(b)

(a) V.32 para 9600 bps.

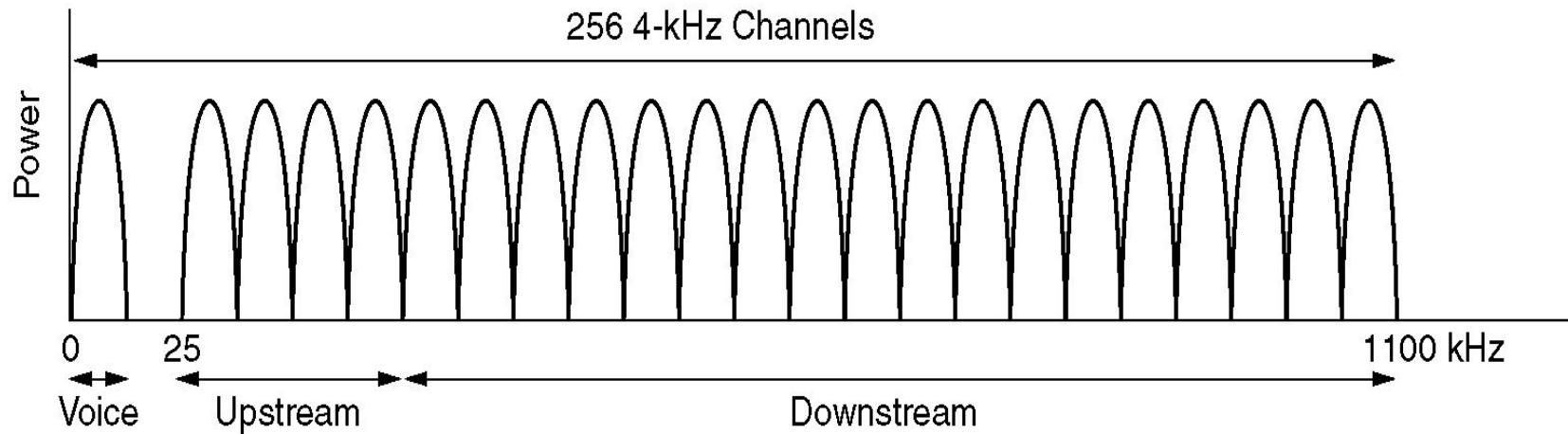
(b) V32 bis para 14,400 bps.

Linhas de Assinantes Digitais (DSL)



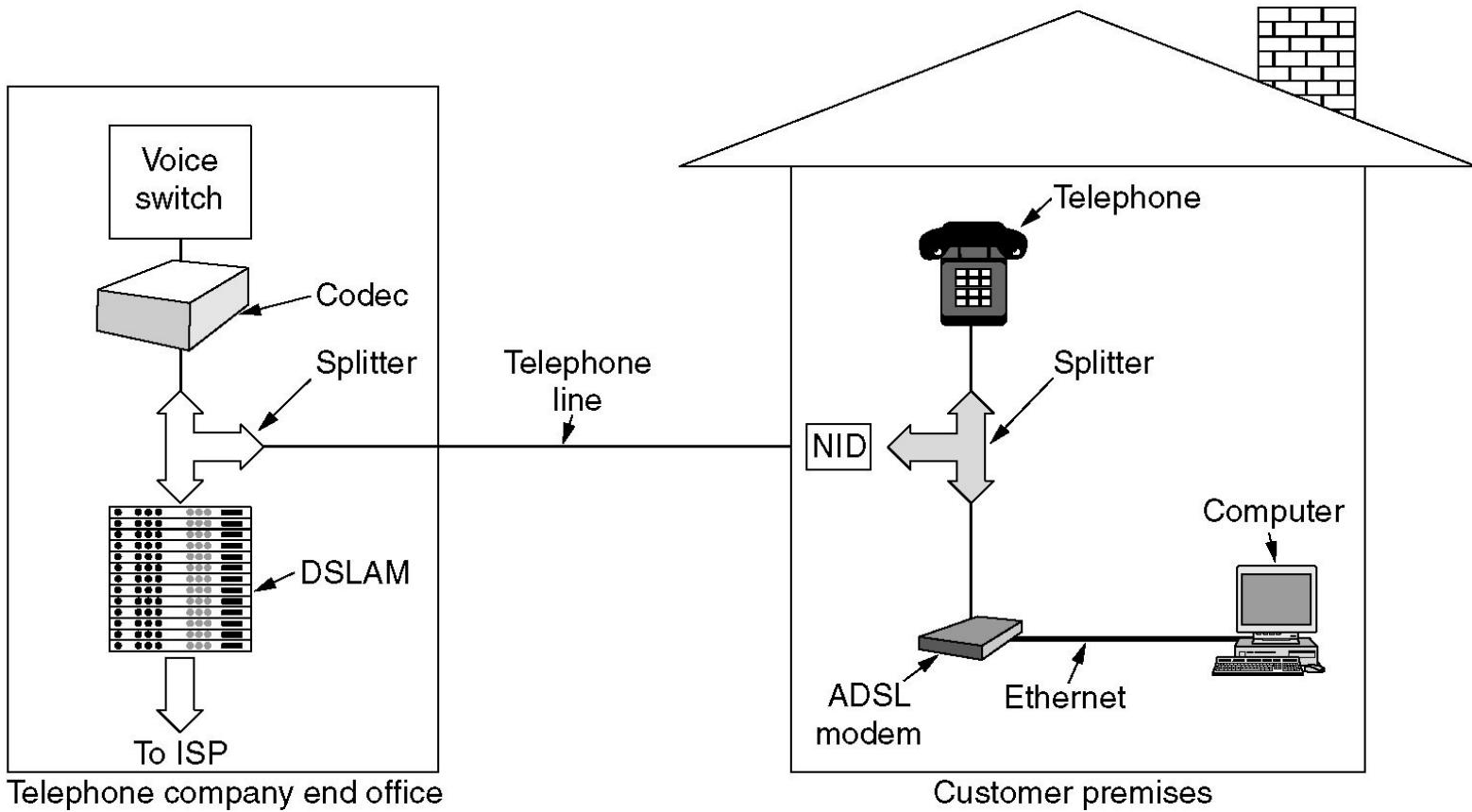
Largura de banda versus distância sobre UTP categoria 3
UTP para DSL.

Linhas de Assinantes Digitais (DSL) (2)



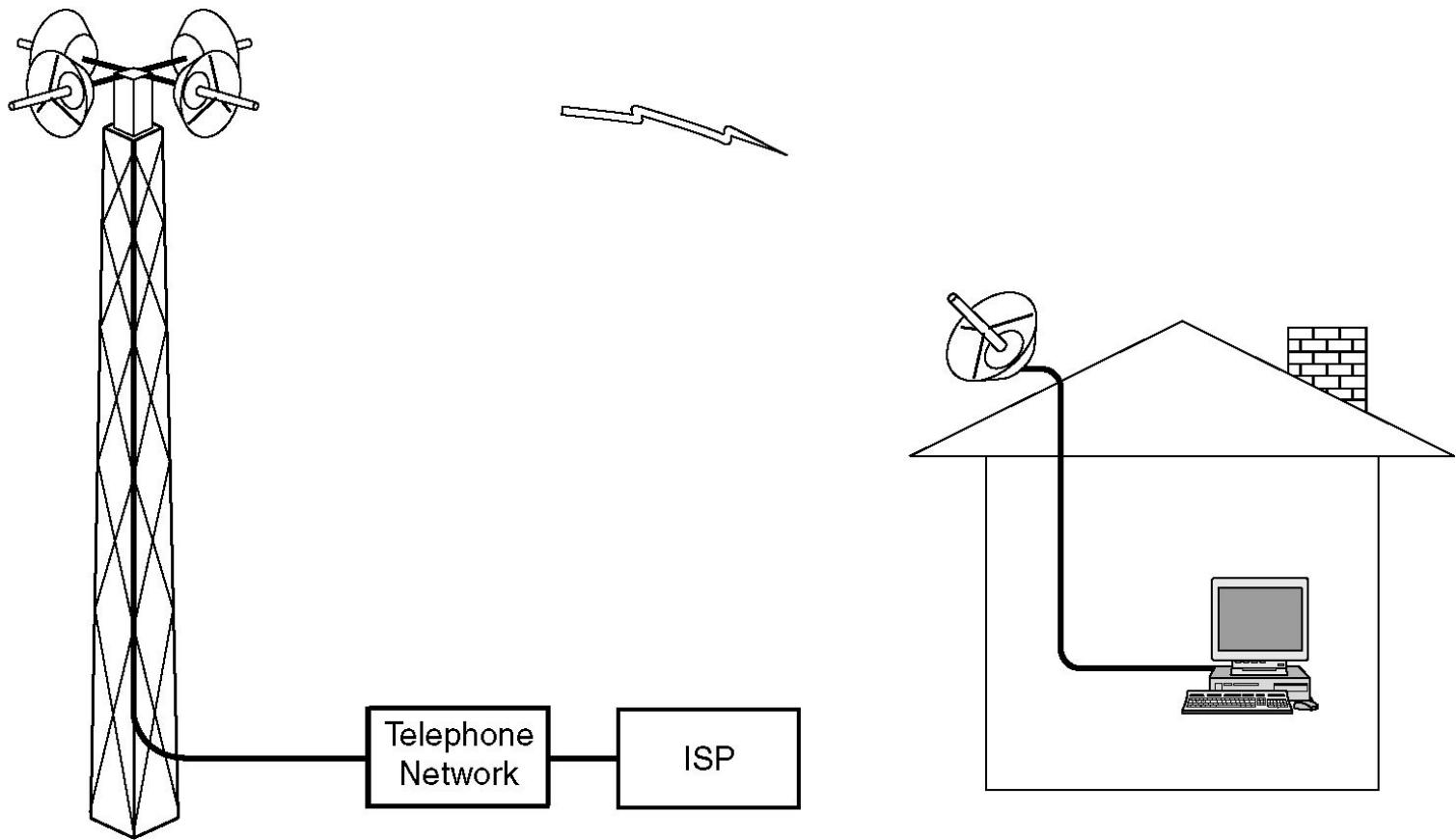
Operação do ADSL usando modulação multitonal discreta.

Linhas de Assinantes Digitais (DSL) (3)



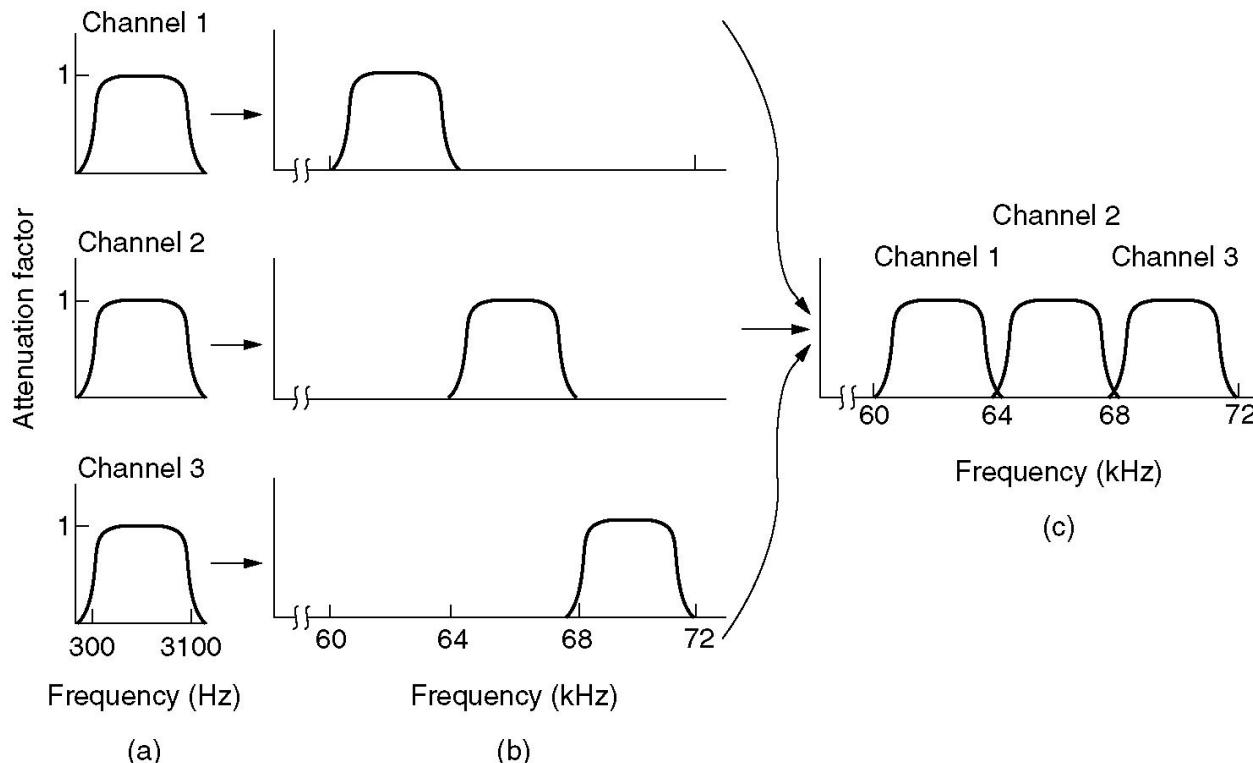
Uma configuração típica de equipamento ADSL.

Loops Locais Sem-Fio



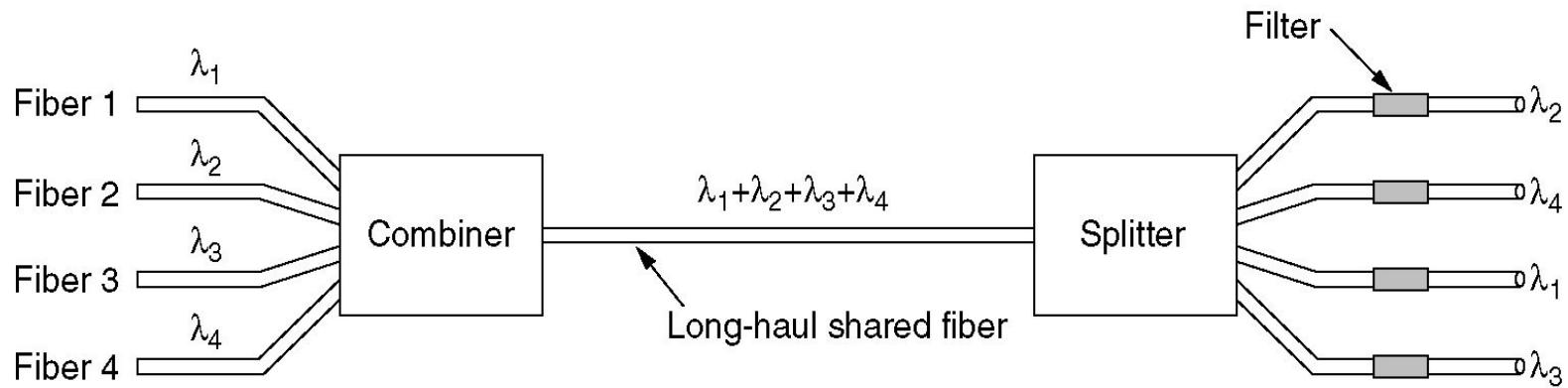
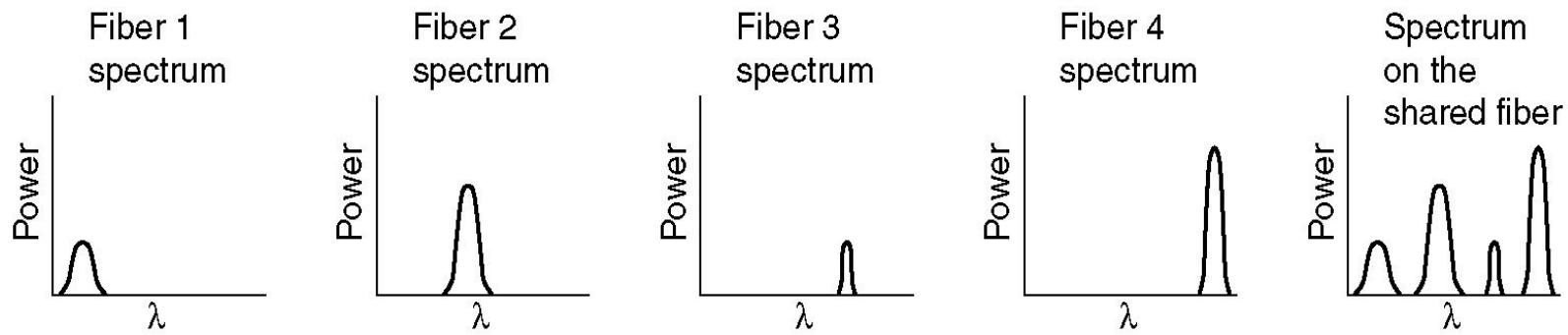
Arquitetura de um sistema LMDS

Multiplexação por Divisão de Freqüênci



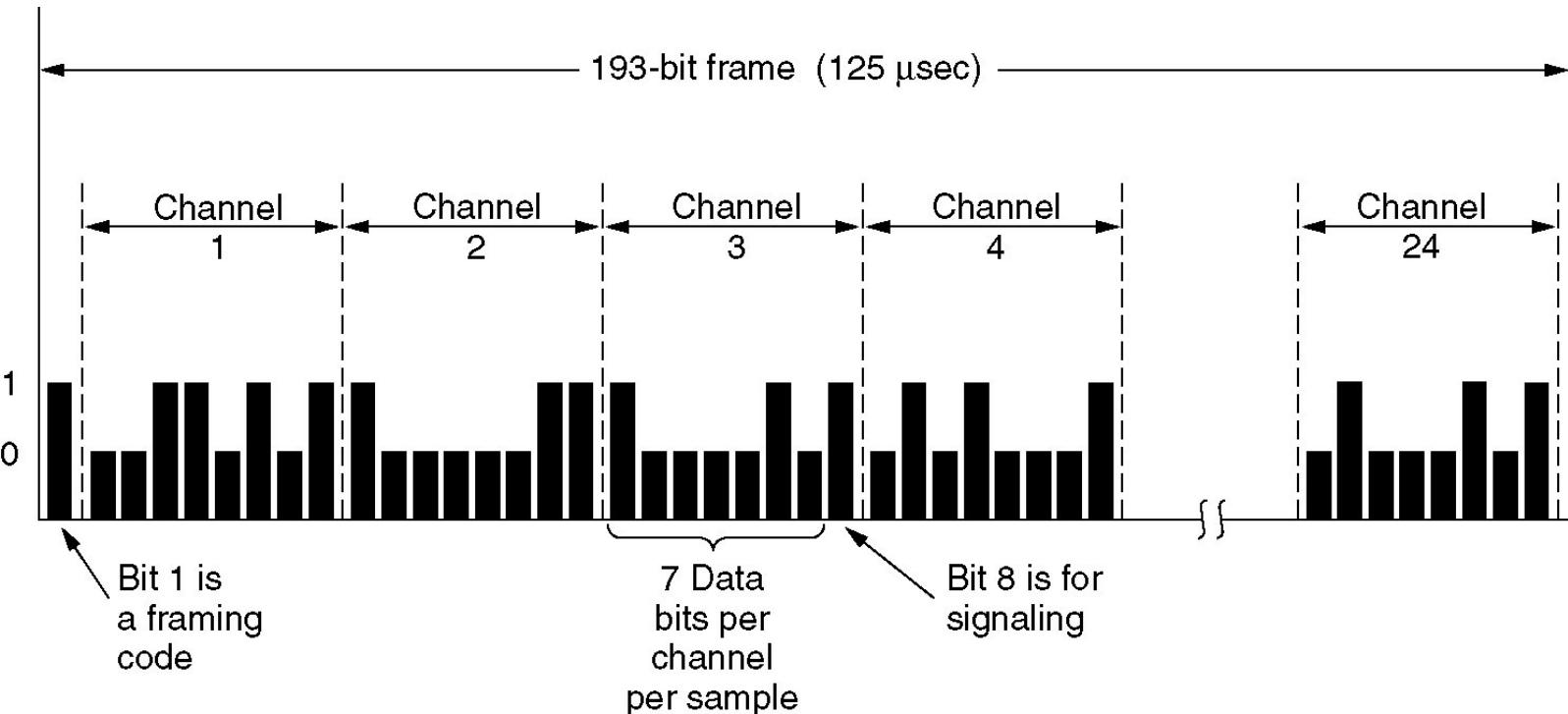
- (a)** Larguras de banda originais.
- (b)** As larguras de banda aumentaram em freqüência.
- (b)** O canal multiplexado

Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda



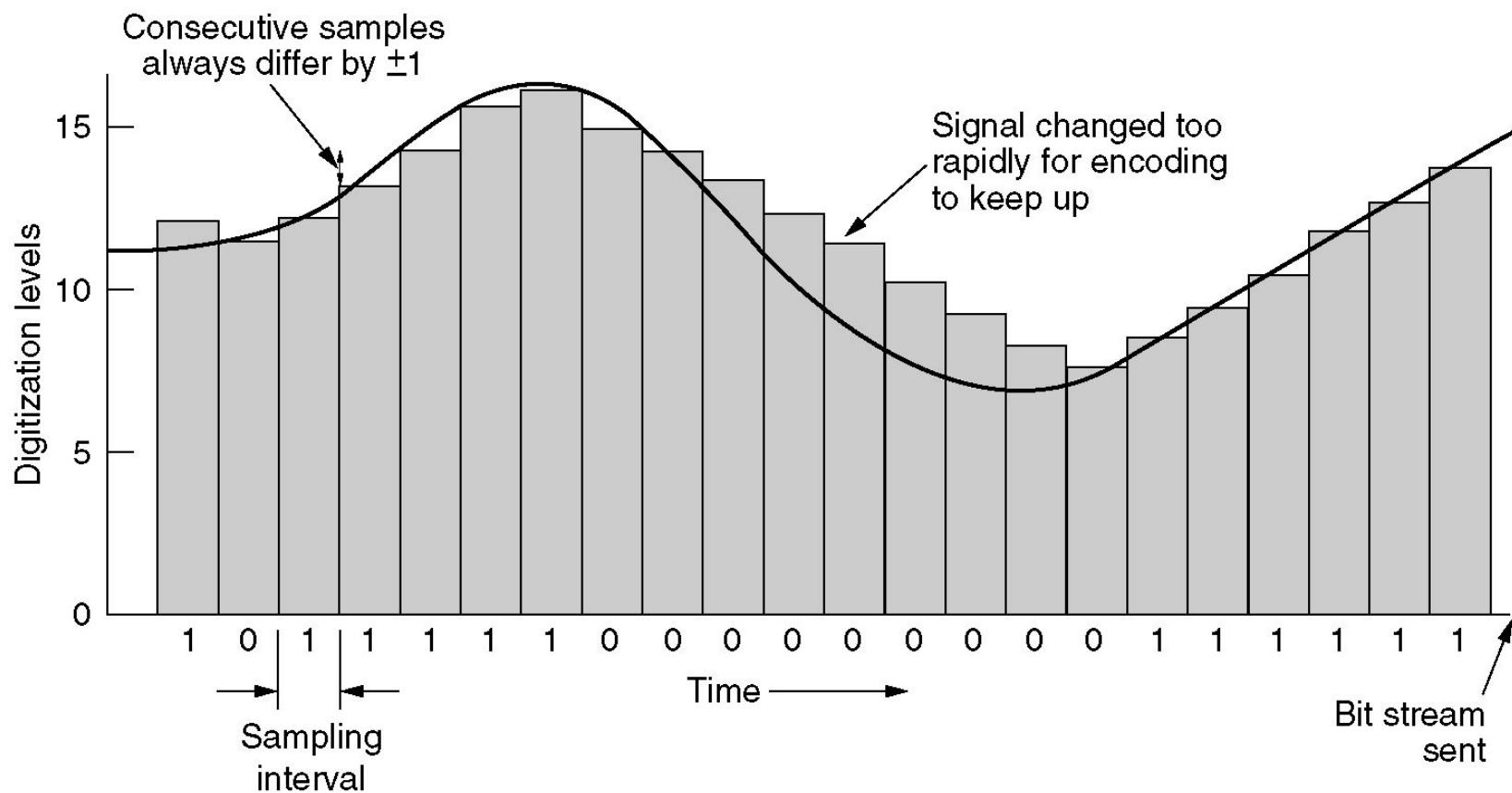
Multiplexação por divisão de comprimento de onda.

Multiplexação por Divisão de Tempo



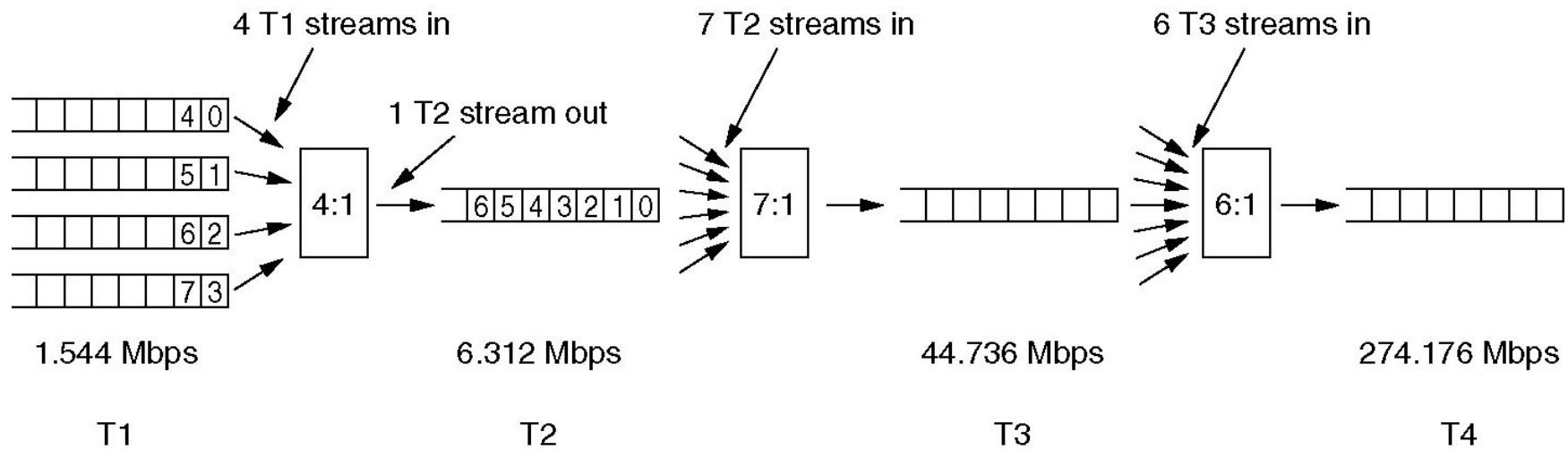
A concessionária T1 (1,544 Mbps).

Multiplexação por Divisão de Tempo (2)



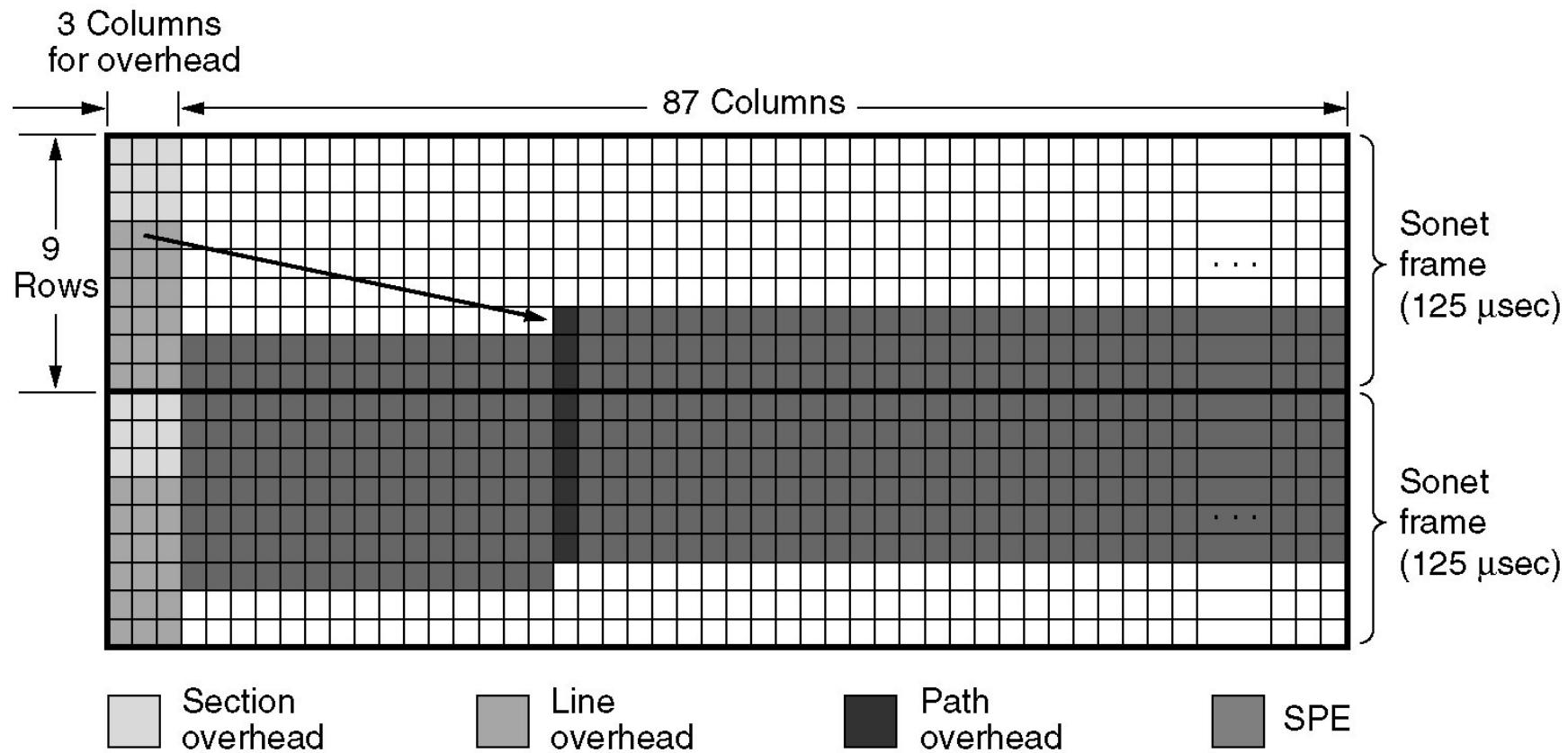
Modulação delta.

Multiplexação por Divisão de Tempo (3)



Multiplexando fluxos T1 em concessionárias de velocidade mais alta.

Multiplexação por Divisão de Tempo (4)



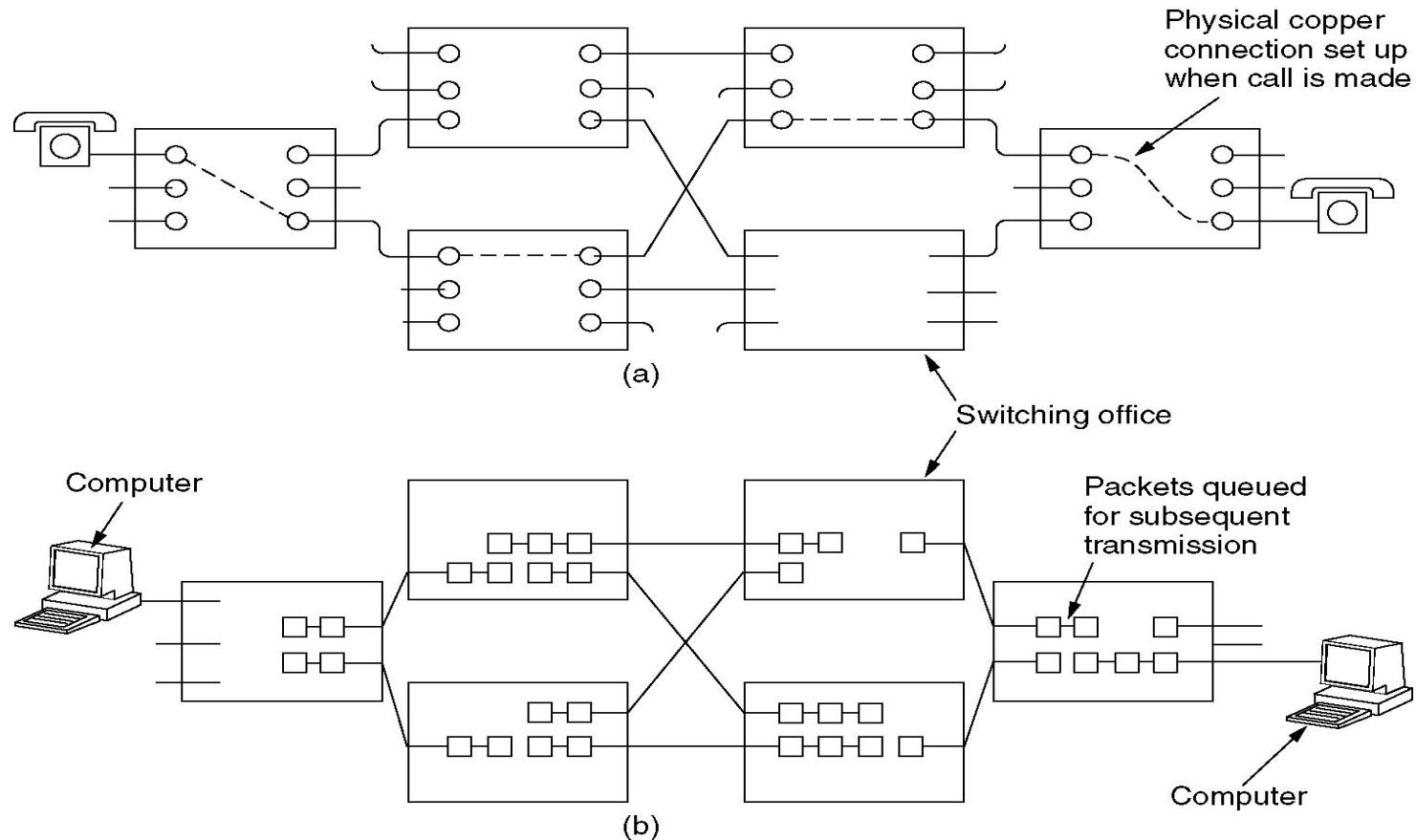
Dois quadros duplos na rede SONET.

Multiplexação por Divisão de Tempo (5)

SONET		SDH	Data rate (Mbps)		
Electrical	Optical	Optical	Gross	SPE	User
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.56	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	594.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.12	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1244.16	1202.688	1188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1866.24	1804.032	1783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28	9621.504	9510.912

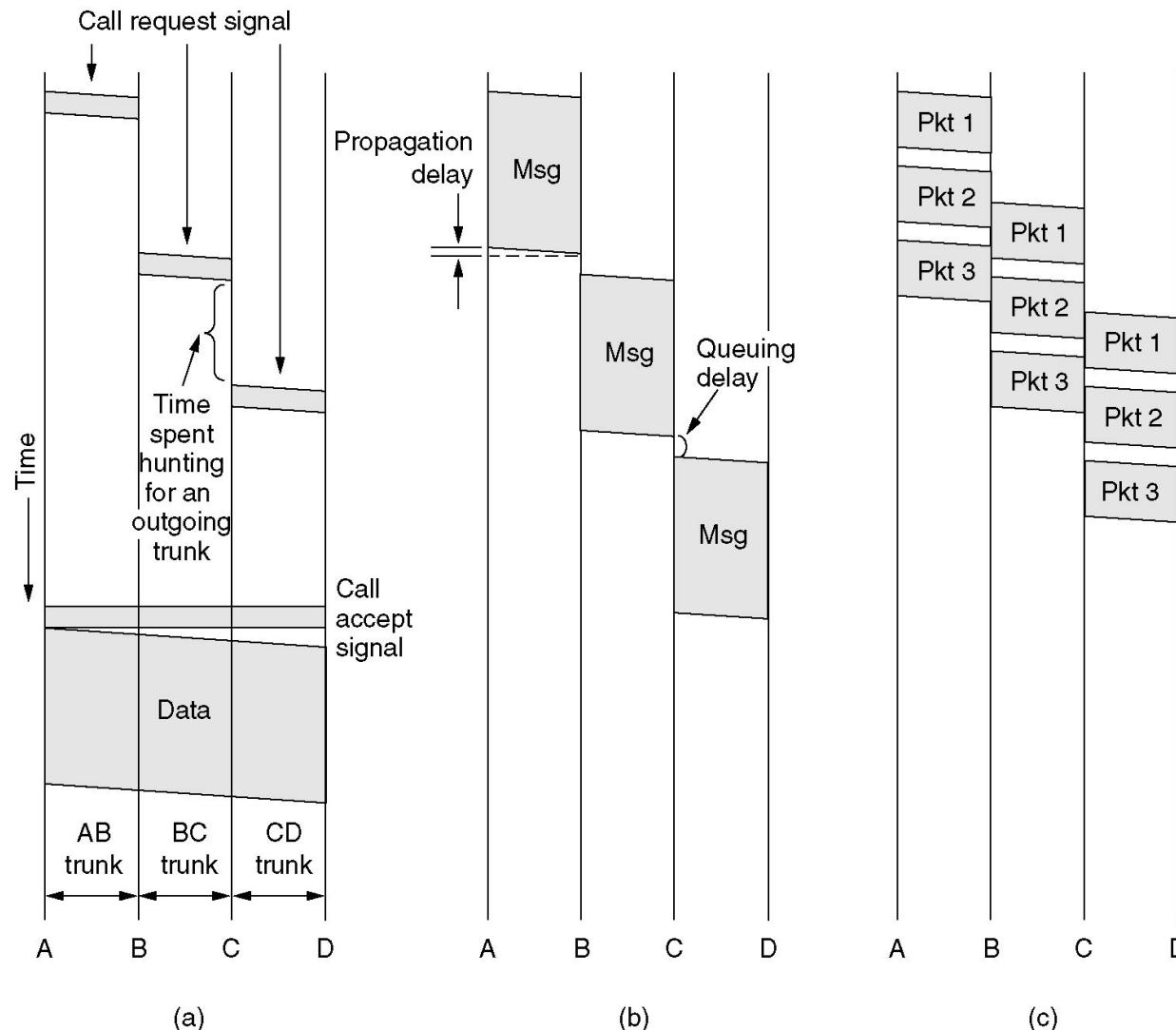
Taxas de multiplexação da SDH e da SONET.

Computação de Circuitos



- (a) Comutação de circuitos.
- (b) Comutação de pacotes.

Comutação de Mensagens



(a) Comutação de circuito (b) Comutação de mensagem (c)
Comutacão de pacote

Comutação de Pacotes

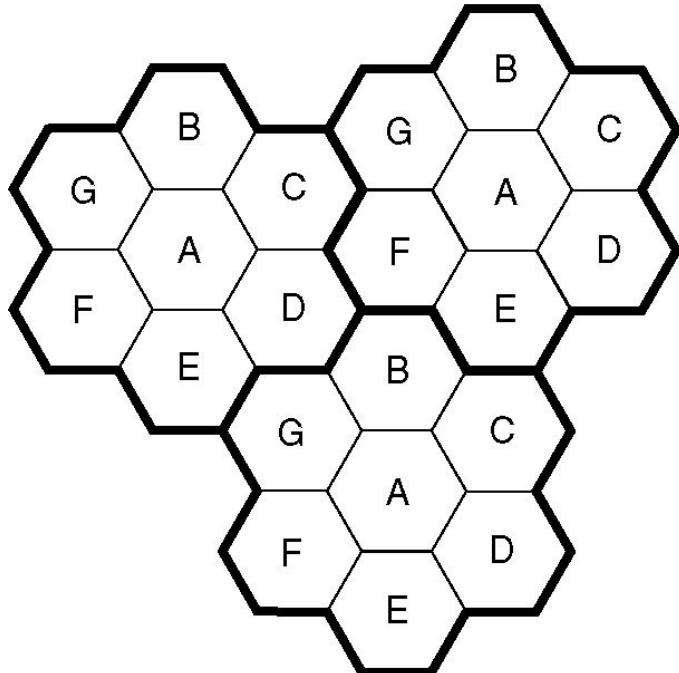
Item	Circuit-switched	Packet-switched
Call setup	Required	Not needed
Dedicated physical path	Yes	No
Each packet follows the same route	Yes	No
Packets arrive in order	Yes	No
Is a switch crash fatal	Yes	No
Bandwidth available	Fixed	Dynamic
When can congestion occur	At setup time	On every packet
Potentially wasted bandwidth	Yes	No
Store-and-forward transmission	No	Yes
Transparency	Yes	No
Charging	Per minute	Per packet

Uma comparação entre redes de comutação de circuito e de comutação de pacotes.

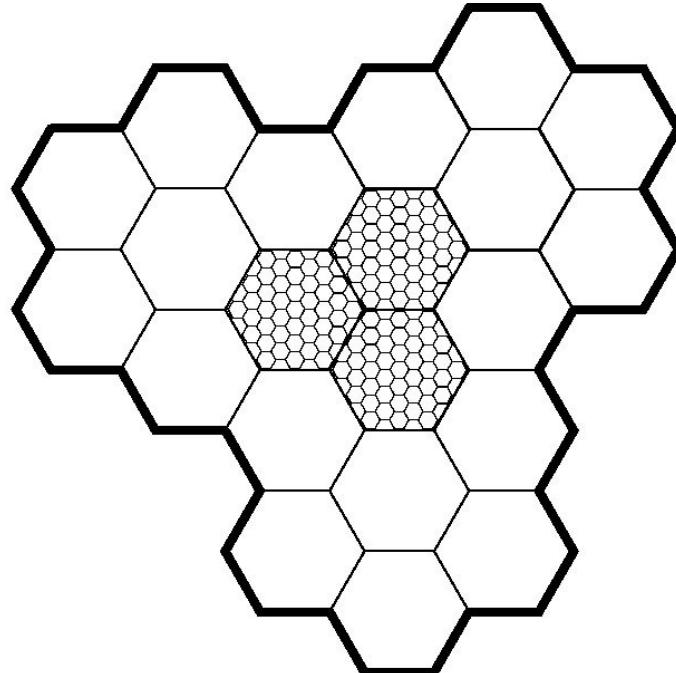
O Sistema Telefônico Móvel

- Telefones Móveis da Primeira Geração:
Voz Analógica
- Telefones Móveis da Segunda Geração:
Voz Digital
- Telefones Móveis da Terceira Geração:

AMPS (Advanced Mobile Phone System)



(a)



(b)

- (a) As freqüências não são reutilizadas nas células adjacentes.
- (b) Para acrescentar usuários, podem ser utilizadas células menores.

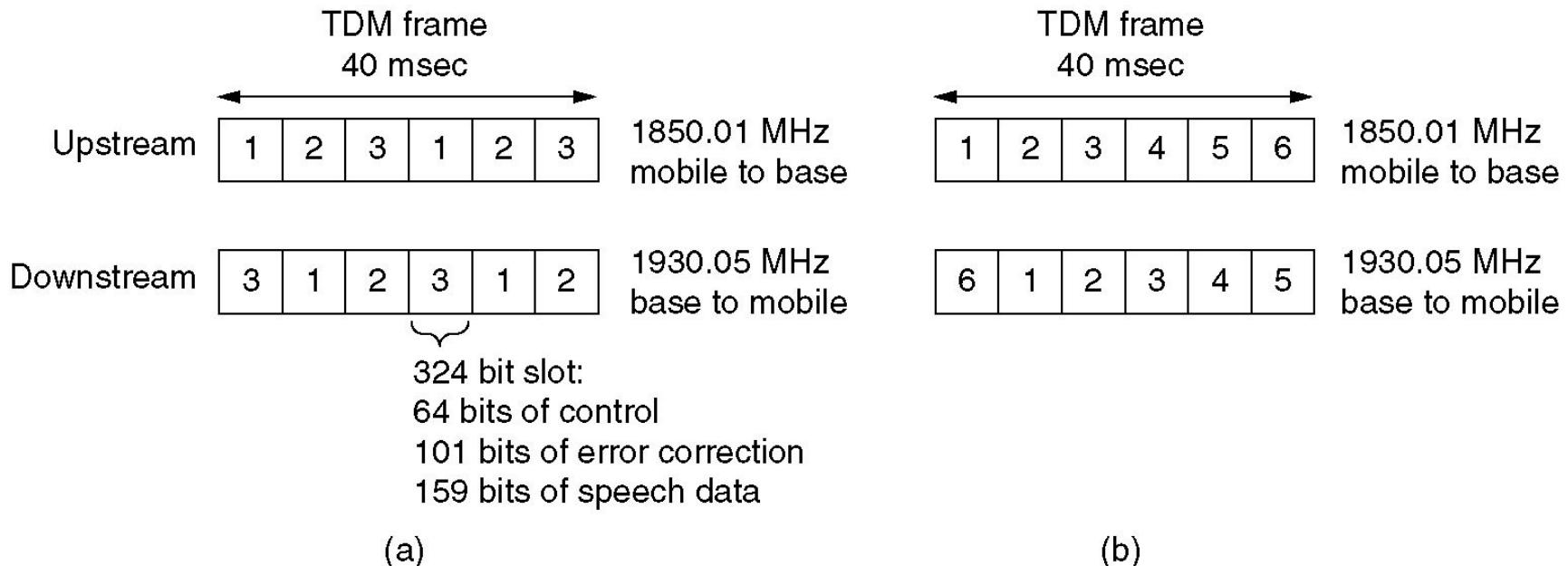
Categorias de Canais

Os 832 canais são divididos em quatro categorias:

- Controle (base para unidade móvel) para gerenciar o sistema
- *Paging* (base para unidade móvel) para alertar usuários para chamadas para eles
- Acesso (bidirecional) para estabelecimento da chamada e atribuição de canais
- Dados (bidirecional) para voz, fax ou dados

D-AMPS

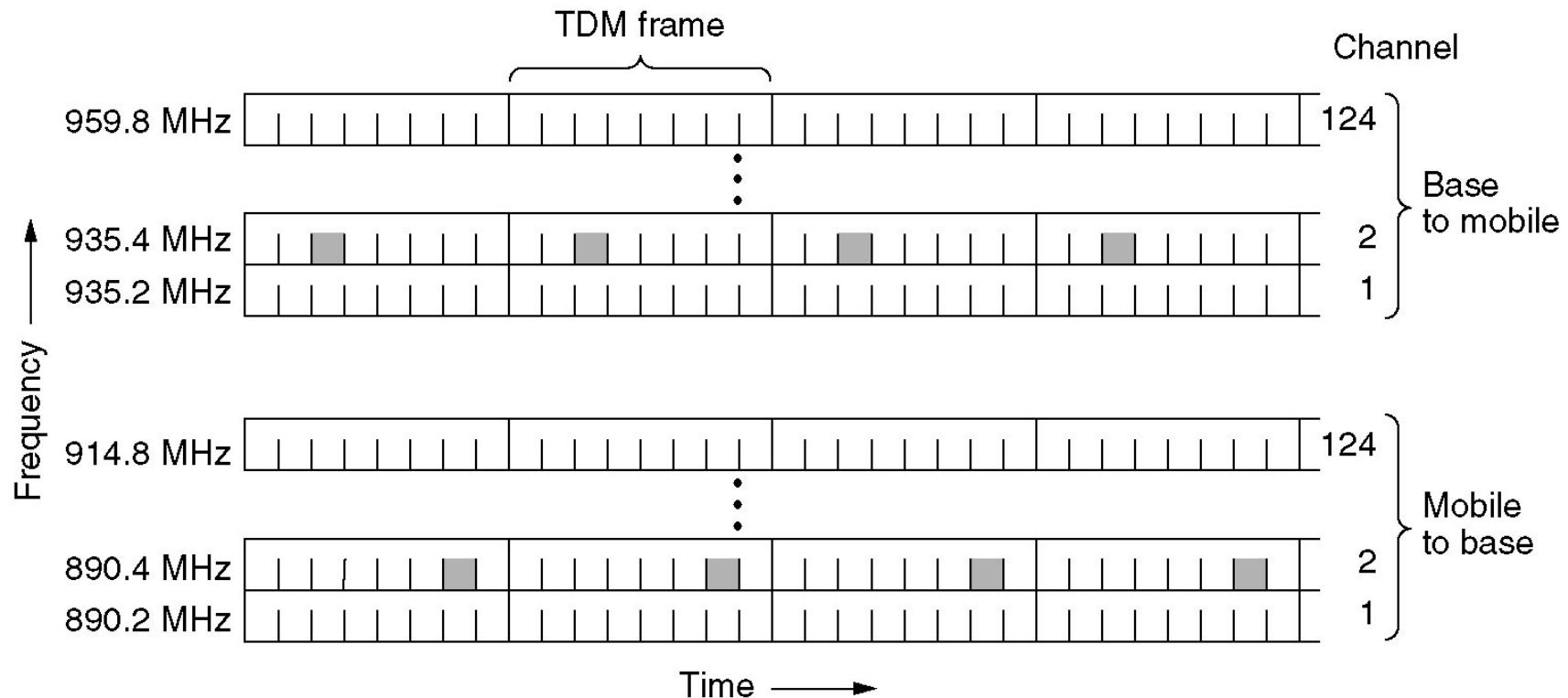
Digital Advanced Mobile Phone System



- (a) Um canal D-AMPS com três usuários.
(b) Um canal D-AMPS com seis usuários.

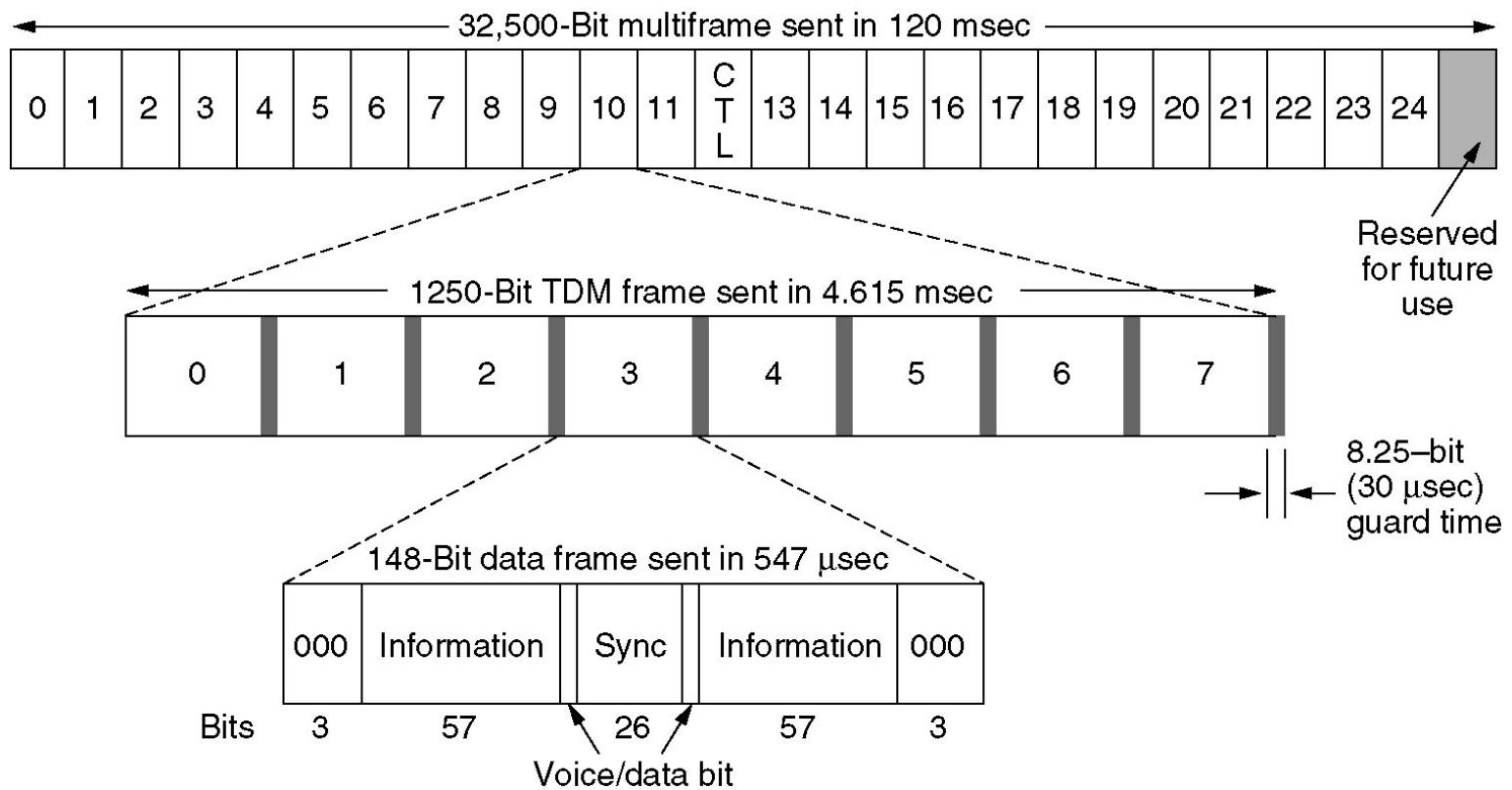
GSM

Global System for Mobile Communications



GSM usa 124 canais de freqüência, cada um usando um sistema TDM de oito slots

GSM (2)



Uma porção da estrutura de quadros GSM.

CDMA – Code Division Multiple Access

A: 0 0 0 1 1 0 1 1
B: 0 0 1 0 1 1 1 0
C: 0 1 0 1 1 1 0 0
D: 0 1 0 0 0 0 1 0

(a)

A: (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)
B: (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)
C: (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)
D: (-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)

(b)

Six examples:

-- 1 -- **C**
- 1 1 -- **B** + **C**
1 0 -- **A** + **B**
1 0 1 -- **A** + **B** + **C**
1 1 1 1 **A** + **B** + **C** + **D**
1 1 0 1 **A** + **B** + **C** + **D**

$S_1 = (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)$
 $S_2 = (-2 \ 0 \ 0 +2 +2 \ 0 -2)$
 $S_3 = (\ 0 \ 0 -2 +2 \ 0 -2 \ 0 +2)$
 $S_4 = (-1 +1 -3 +3 +1 -1 -1 +1)$
 $S_5 = (-4 \ 0 -2 \ 0 +2 \ 0 +2 -2)$
 $S_6 = (-2 -2 \ 0 -2 \ 0 -2 +4 \ 0)$

(c)

$$\begin{aligned}S_1 \bullet C &= (1 +1 +1 +1 +1 +1 +1)/8 = 1 \\S_2 \bullet C &= (2 +0 +0 +0 +2 +2 +0 +2)/8 = 1 \\S_3 \bullet C &= (0 +0 +2 +2 +0 -2 +0 -2)/8 = 0 \\S_4 \bullet C &= (1 +1 +3 +3 +1 -1 +1 -1)/8 = 1 \\S_5 \bullet C &= (4 +0 +2 +0 +2 +0 -2 +2)/8 = 1 \\S_6 \bullet C &= (2 -2 +0 -2 +0 -2 -4 +0)/8 = -1\end{aligned}$$

(d)

- (a) Seqüências binárias para quatro estações
- (b) Seqüências bipolares
- (c) Seis exemplos de transmissão
- (d) Recuperação do sinal da estação C

Teléfonos Móveis de Terceira

Geração:

Voz e Dados Digitais

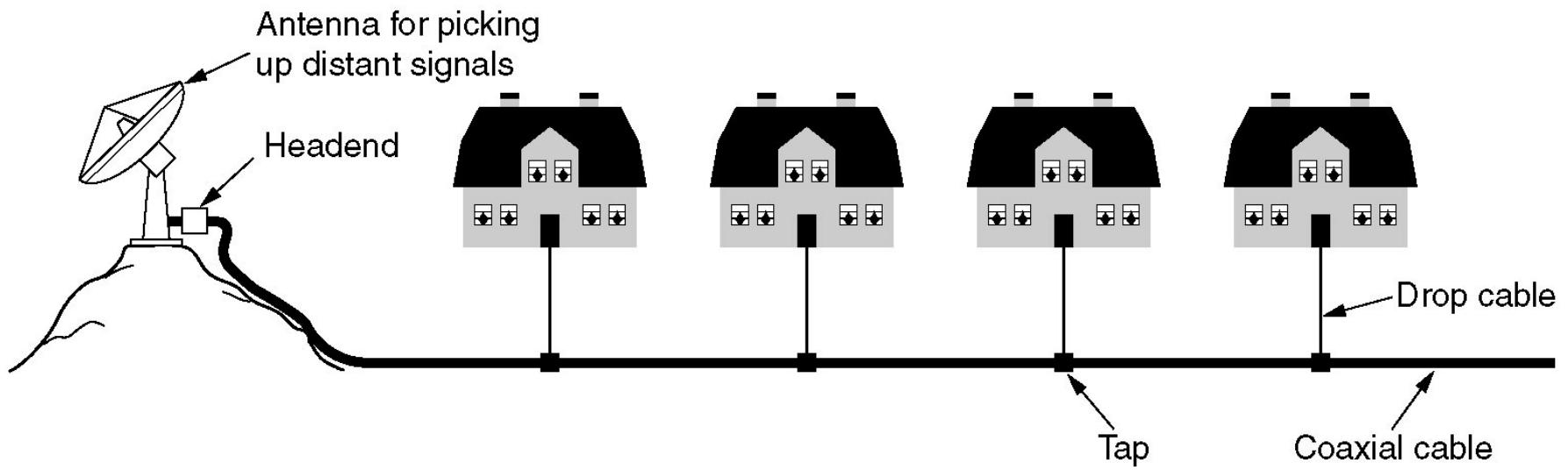
Serviços básicos uma rede IMT-2000 deve fornecer

- Transmissão de voz em alta-qualidade
- Mensagens (substitui e-mail, fax, SMS, chat, etc.)
- Multimídia (música, vídeos, filmes, TV, etc.)
- Acesso à Internet (navegação web, com multimídia)

Televisão a Cabo

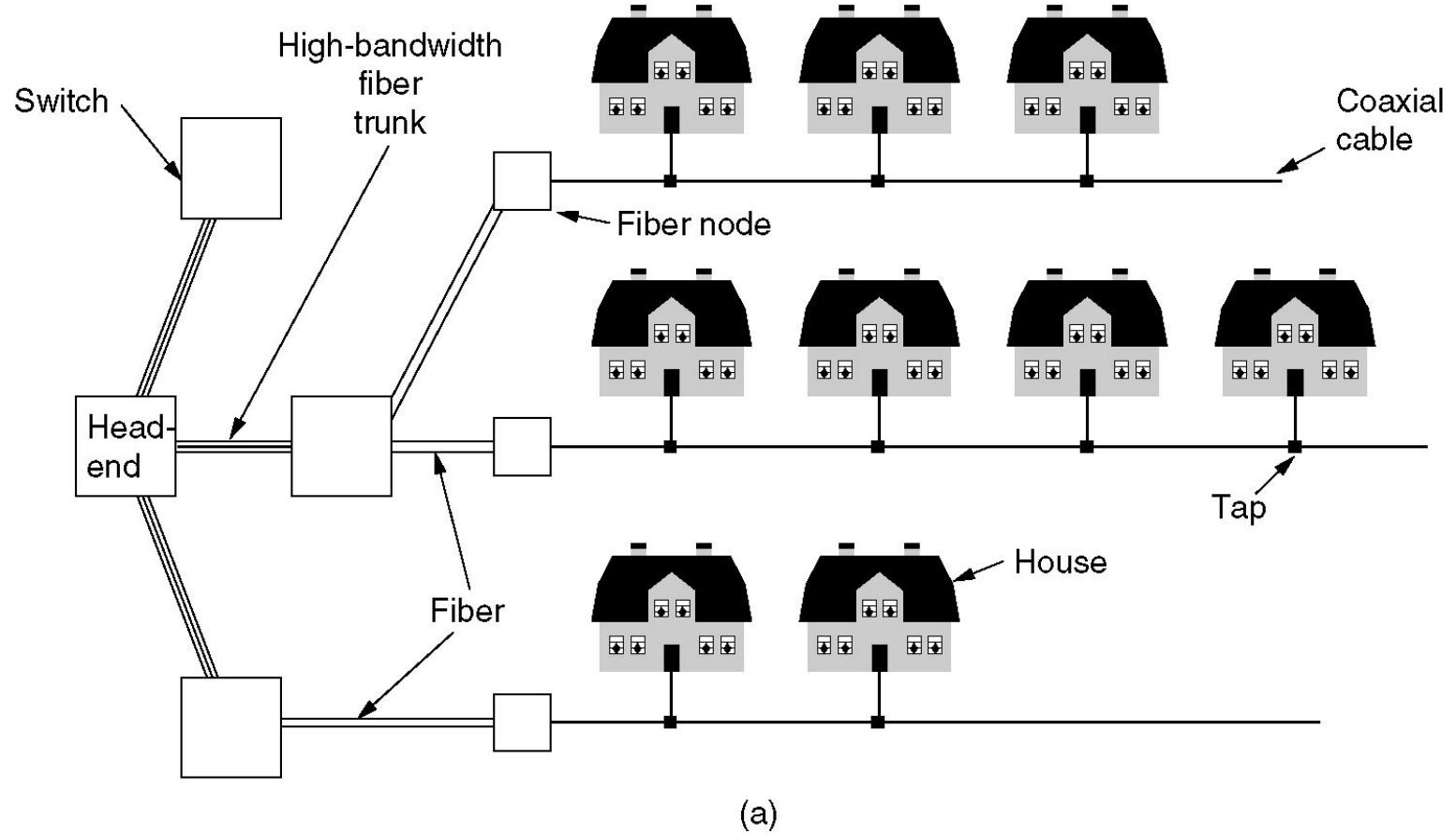
- Televisão por Antena Comunitária
- Internet sobre Cabo
- Alocação do Espectro
- *Cable Modems*
- ADSL versus Cabo

Televisão por Antena Comunitária



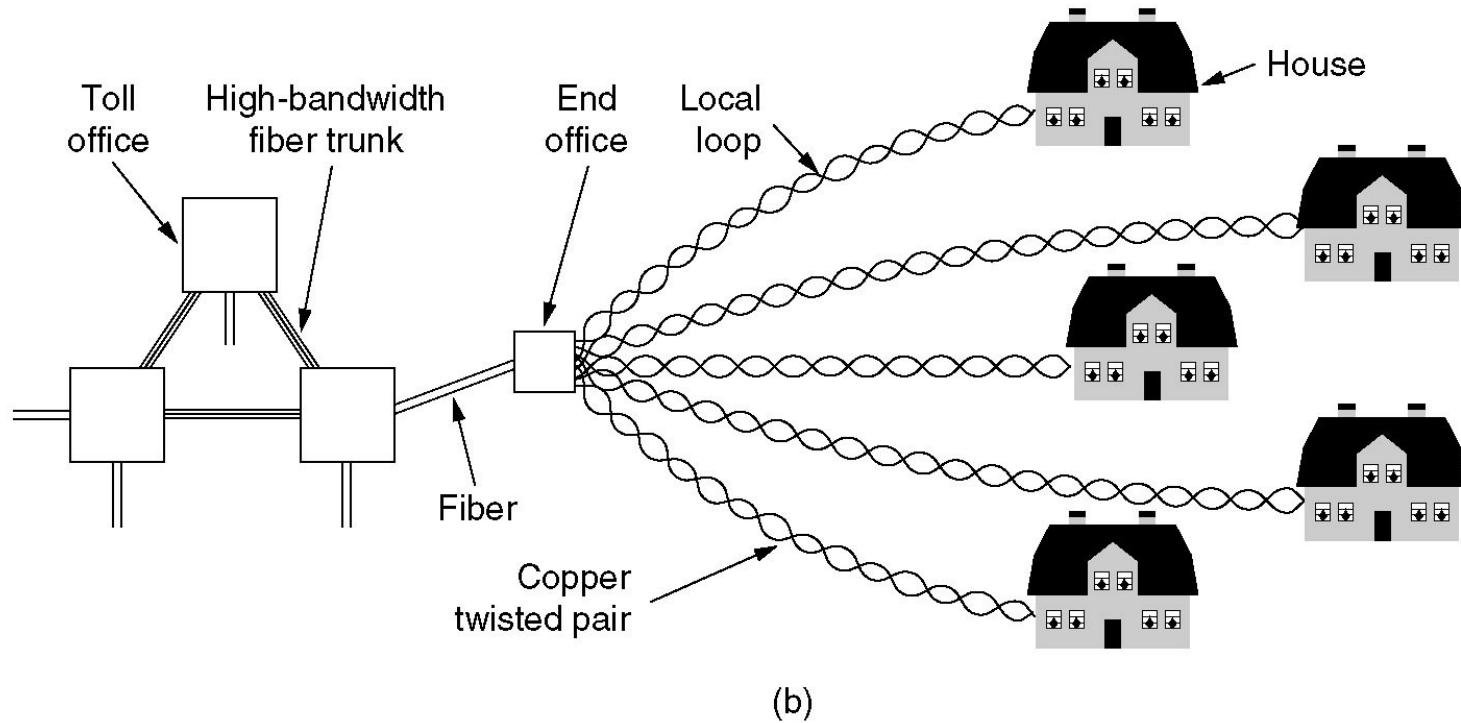
Um antigo sistema de televisão a cabo.

Internet sobre Cabo



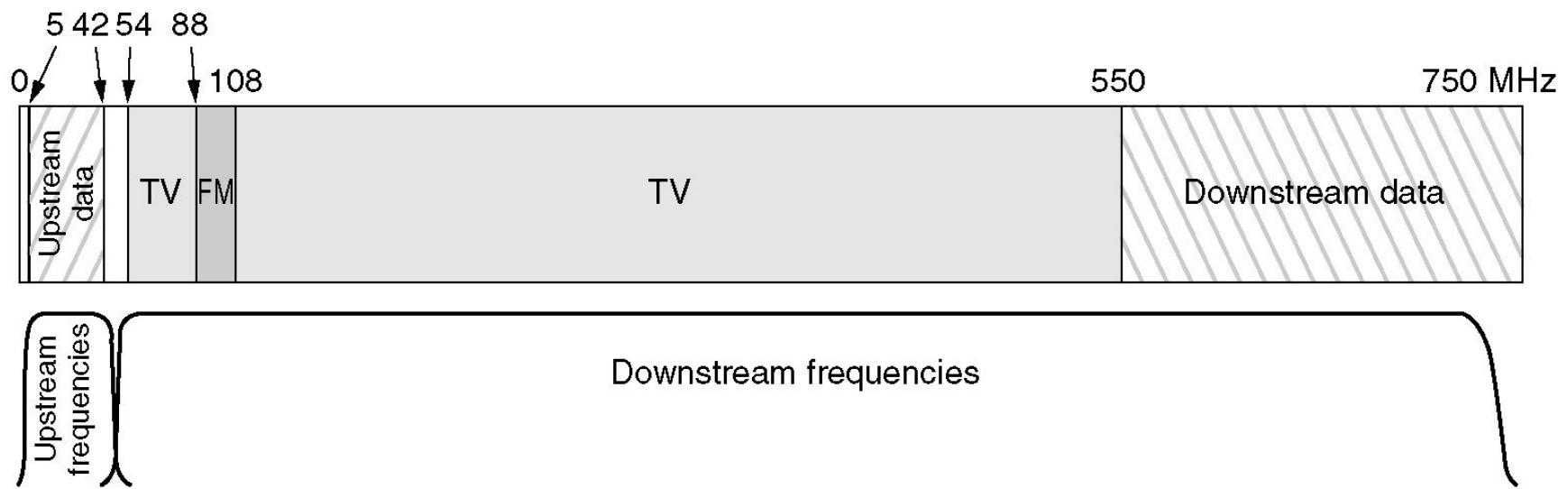
Televisão a cabo

Internet sobre Cabo (2)



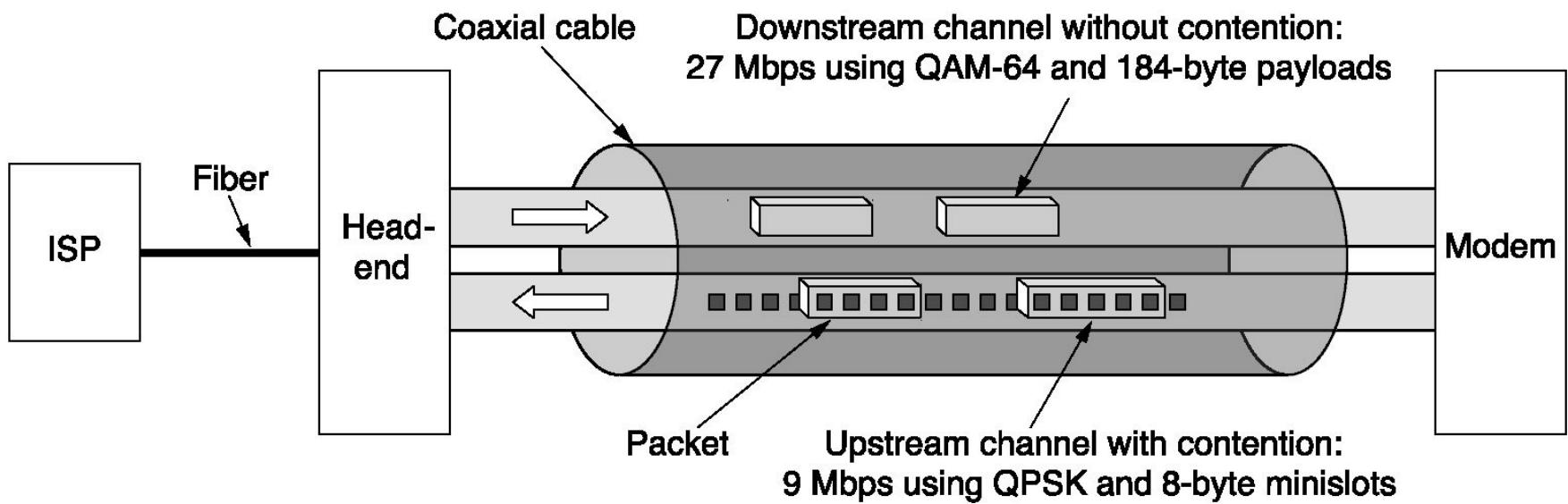
O sistema telefônico fixo.

Alocação do Espectro



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

Cable Modems



Detalhes típicos dos canais de *upstream* e *downstream* na América do Norte.