

# Transmissão e Multiplexação

Rodolfo I. Meneguette

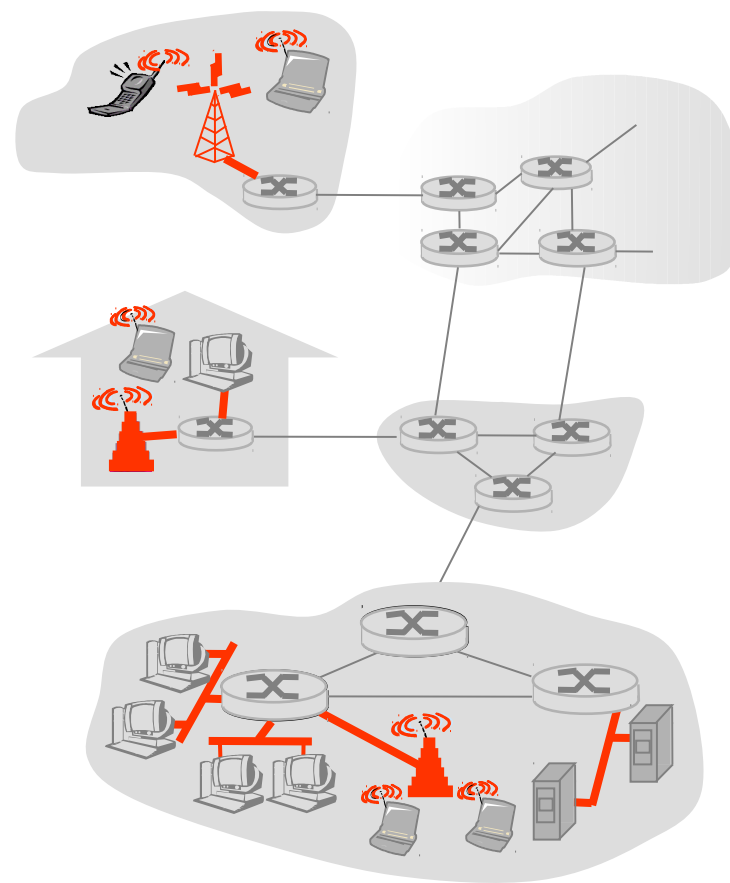
# Redes de Acesso e Meios Físicos

*P: Como conectar os sistemas finais aos roteadores de borda?*

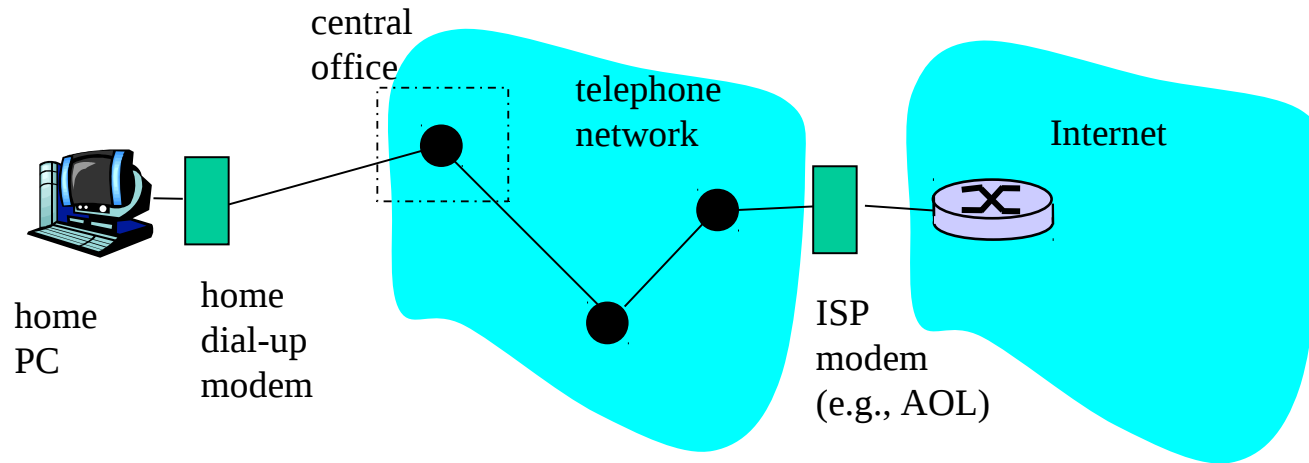
- ❑ Redes de acesso residencial
- ❑ redes de acesso institucional (escolas, empresa)
- ❑ redes de acesso móvel

*Considere:*

- ❑ largura de banda (bits por segundo) da rede de acesso?
- ❑ compartilhada ou dedicada?

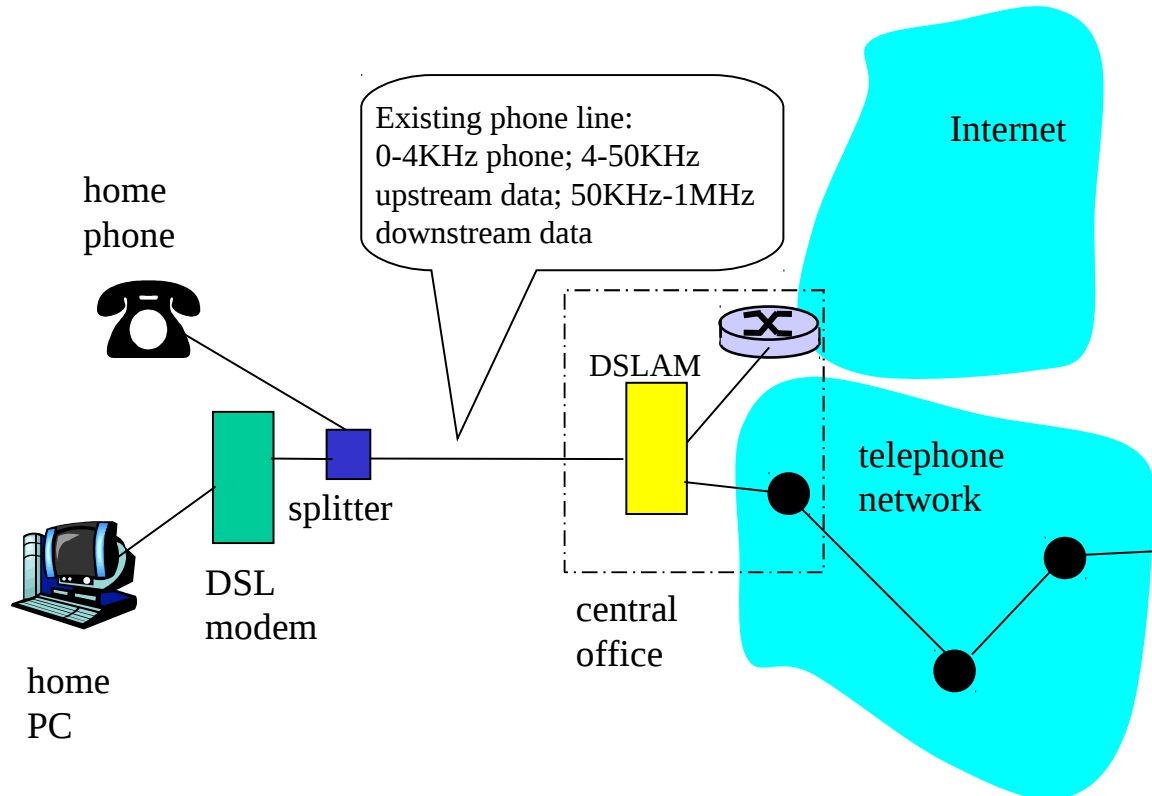


# Dial-up Modem



- Usa a infraestrutura existente da telefonia
  - Home conecta com a central telefônica
  - Até 56kbps
- Não é possível navegar e telefonar ao mesmo tempo: não pode estar “sempre on-line”

# Digital Subscriber Line (DSL)



- Também usa a infraestrutura da telefonia
- Até 1 Mbps de upstream
- Até 10 Mbps de downstream
- Linha física dedicada

# Cable modems

## HFC: híbrido fibra e coaxial

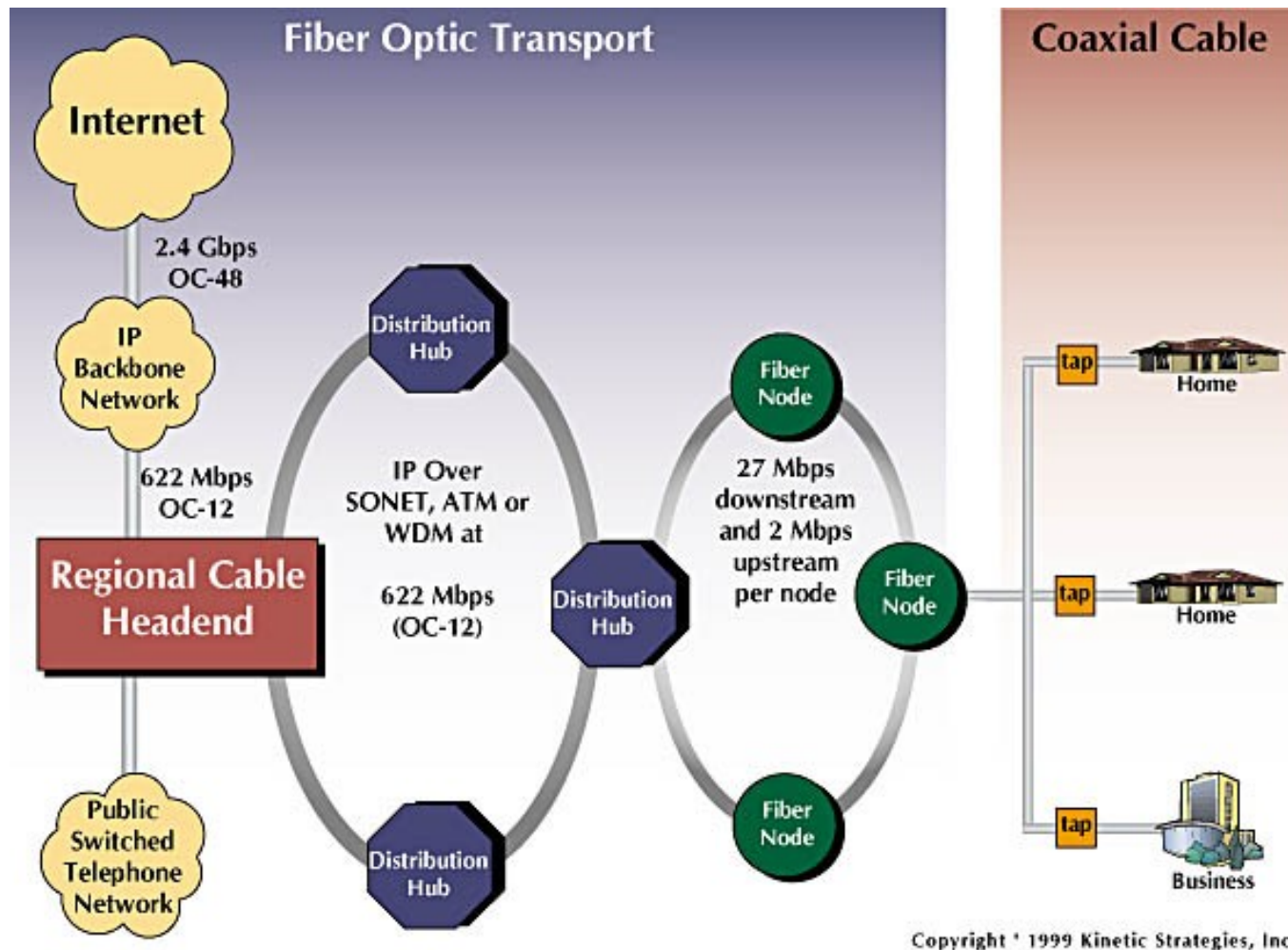
- Assimétrico: até 30 Mbps upstream, 2 Mbps downstream

**Rede** de cabo e fibra liga residências ao roteador do ISP.

- Acesso compartilhado das casas de um condomínio ou de um bairro.

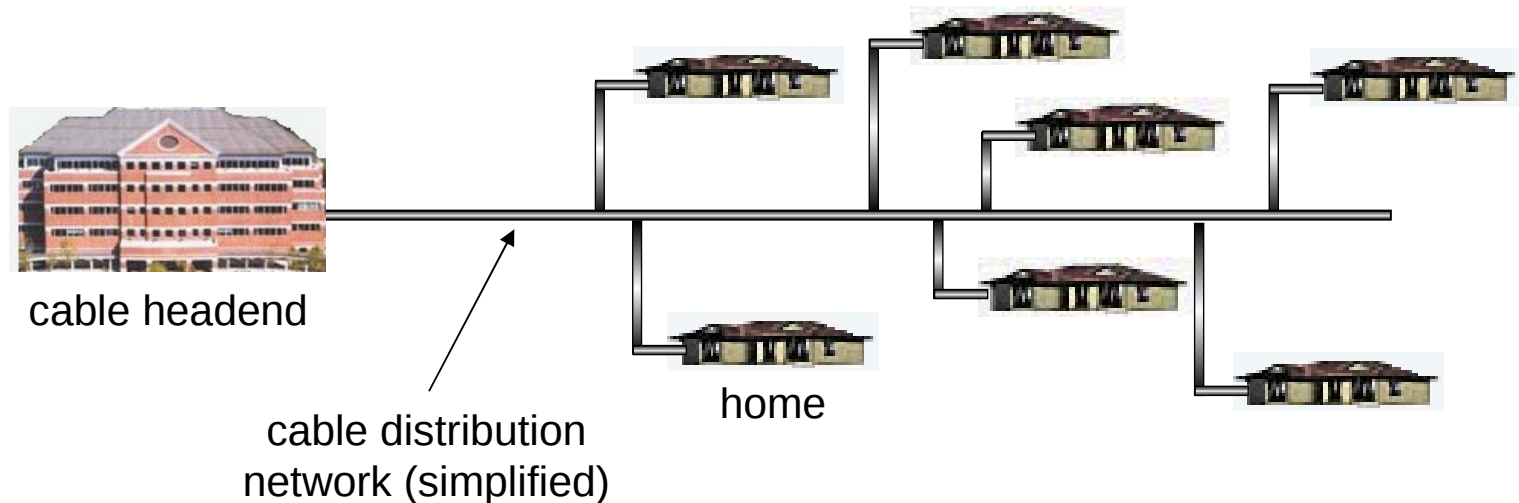
- Disponível via companhias de TV a cabo

# Cable modems

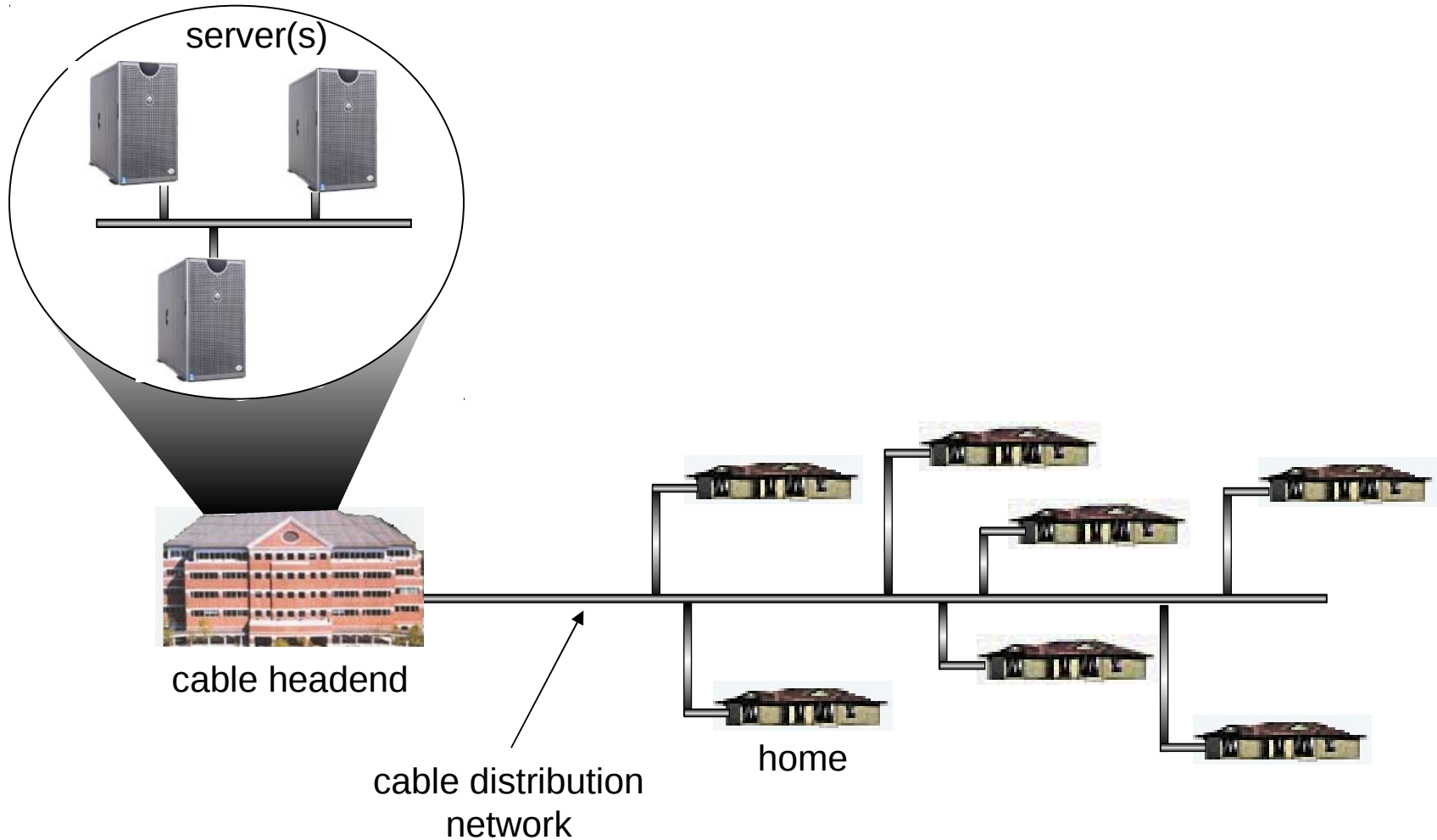


# Cable Network Architecture: Overview

Typically 500 to 5,000 homes

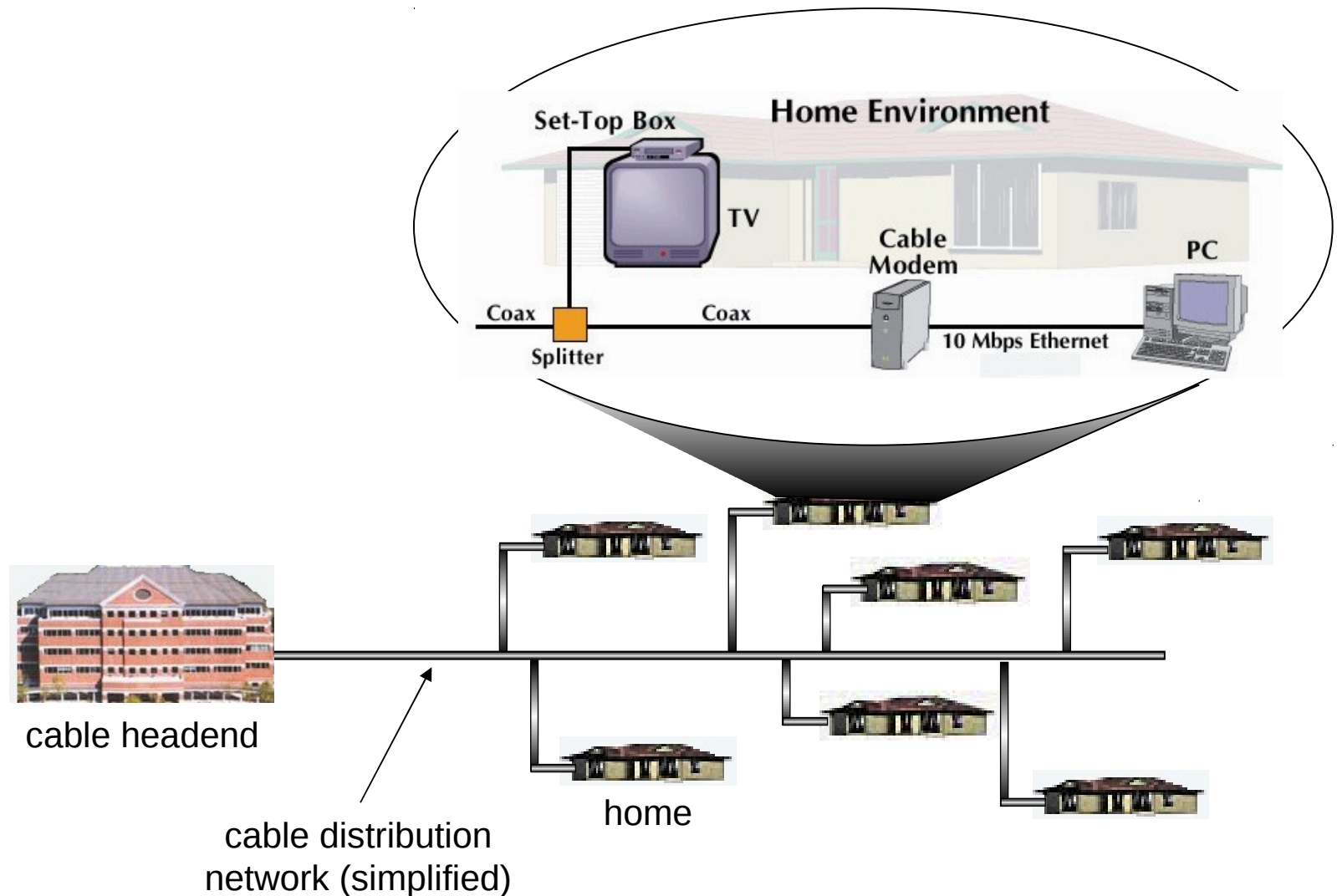


# Cable Network Architecture: Overview

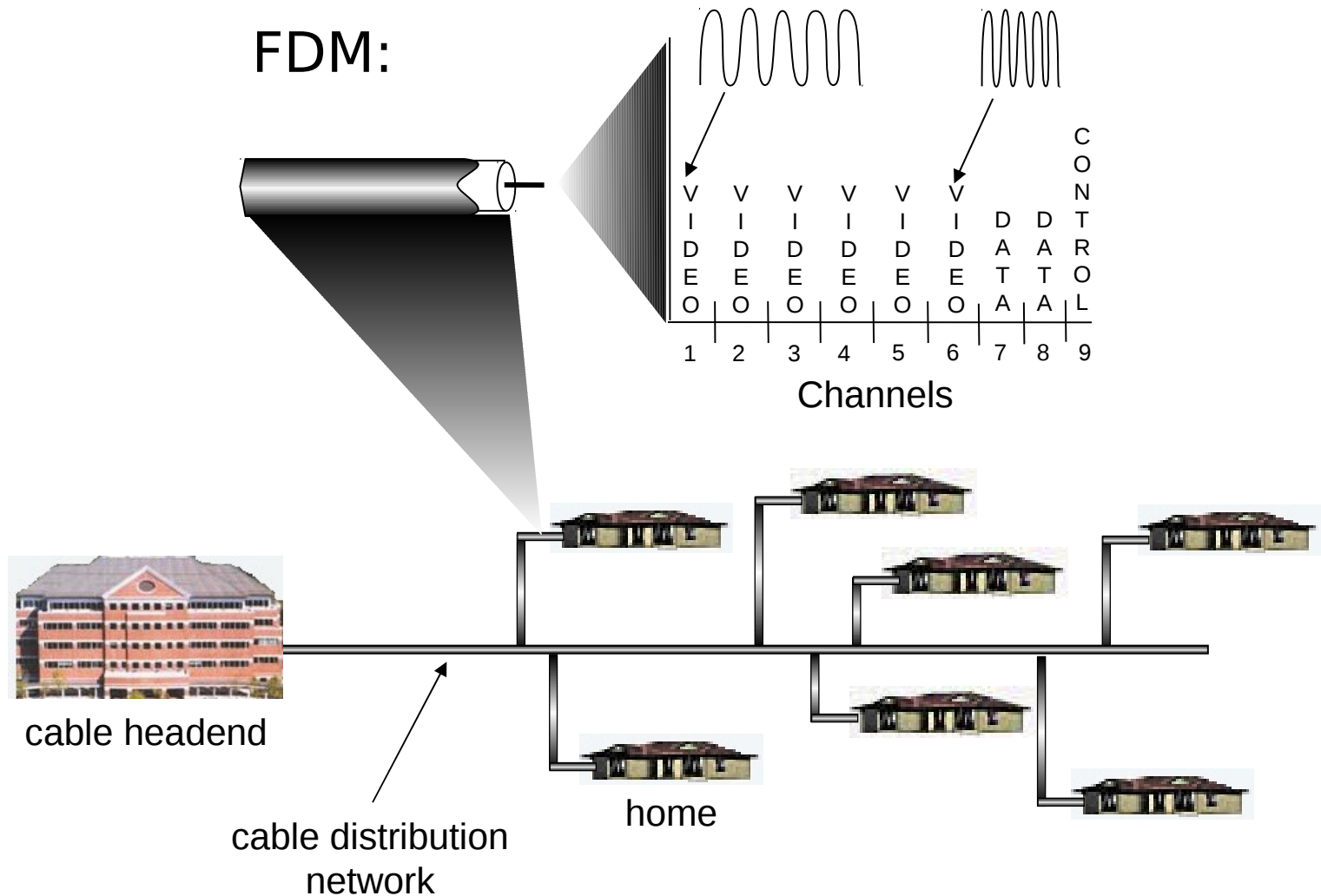




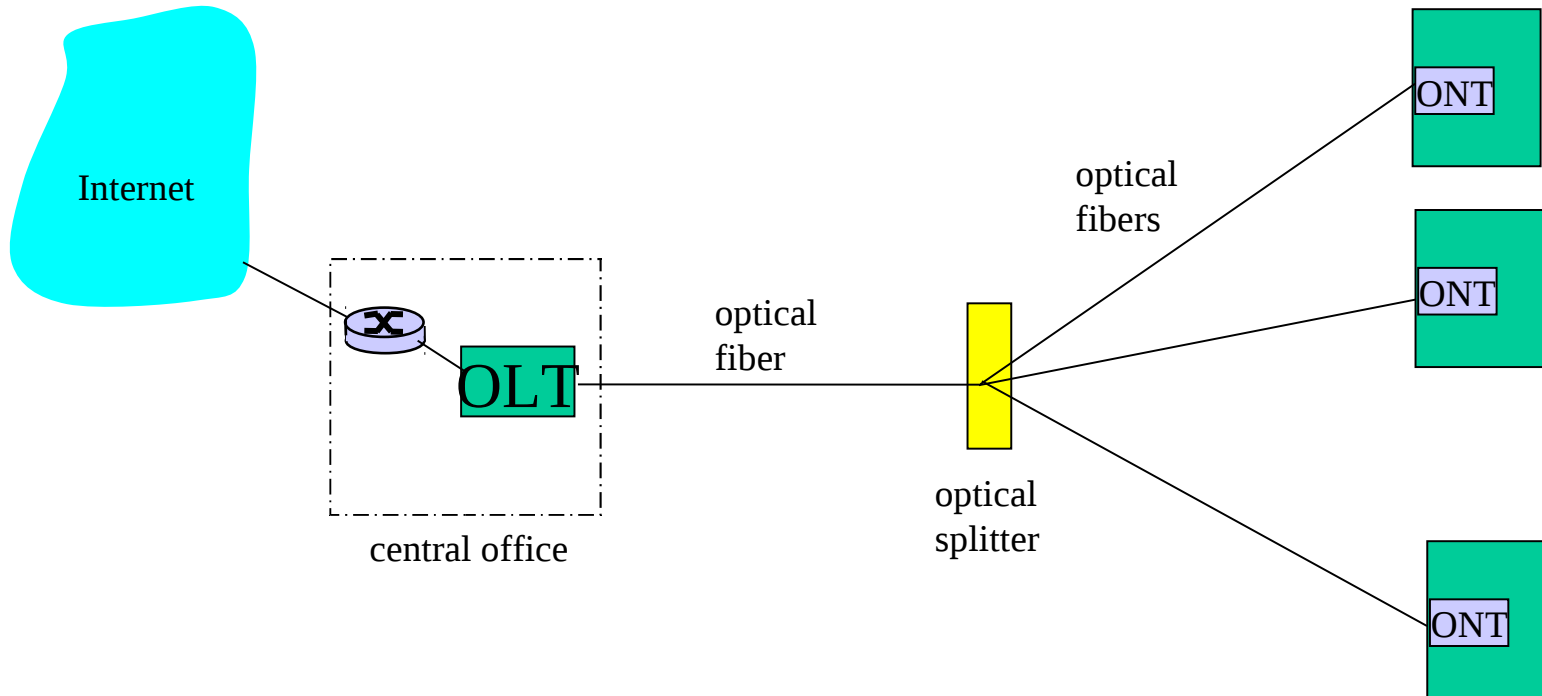
# Cable Network Architecture: Overview



# Cable Network Architecture: Overview

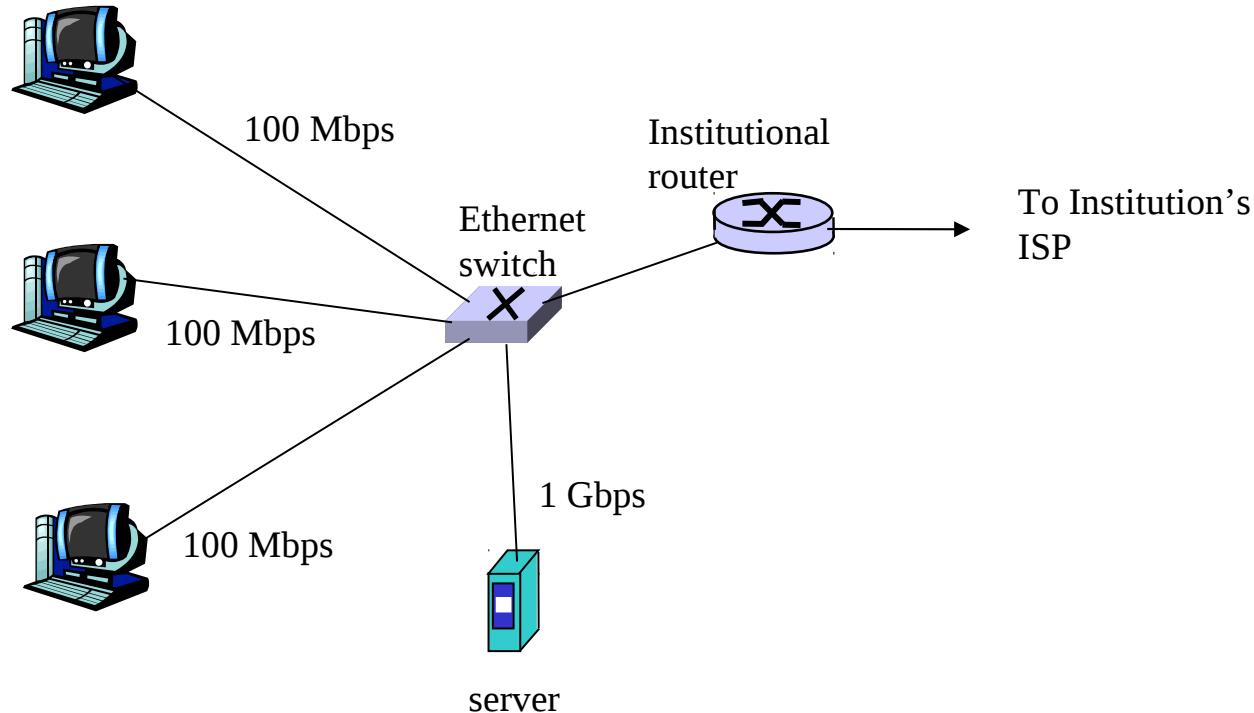


# Fiber to the Home



- ❑ Links Ópticos ligam a central com a casa
- ❑ Duas tecnologias ópticas concorrentes :
  - ❖ Passive Optical Network (PON)
  - Active Optical Network (AON)
- ❑ Maiores taxas de transmissão; também realiza serviços de televisão e telefone

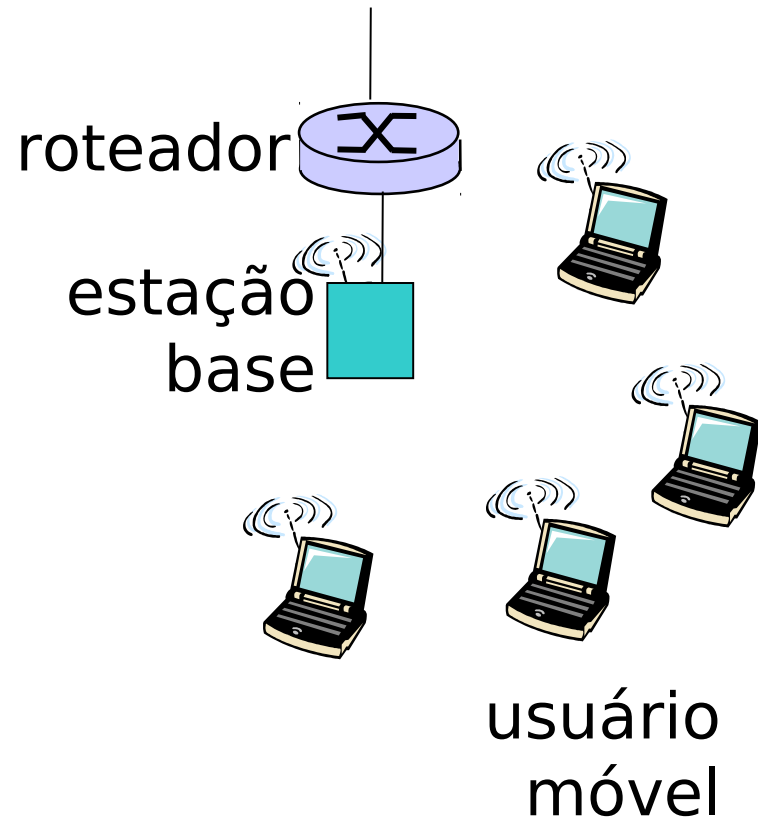
# Ethernet Internet access



- ❑ Tipicamente usados em companhias e universidades, etc.
- ❑ 10 Mbs, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps Ethernet
- ❑ Atualmente as conexões entre sistemas finais utilizam Ethernet

# Redes de Acesso sem Fio (*wireless*)

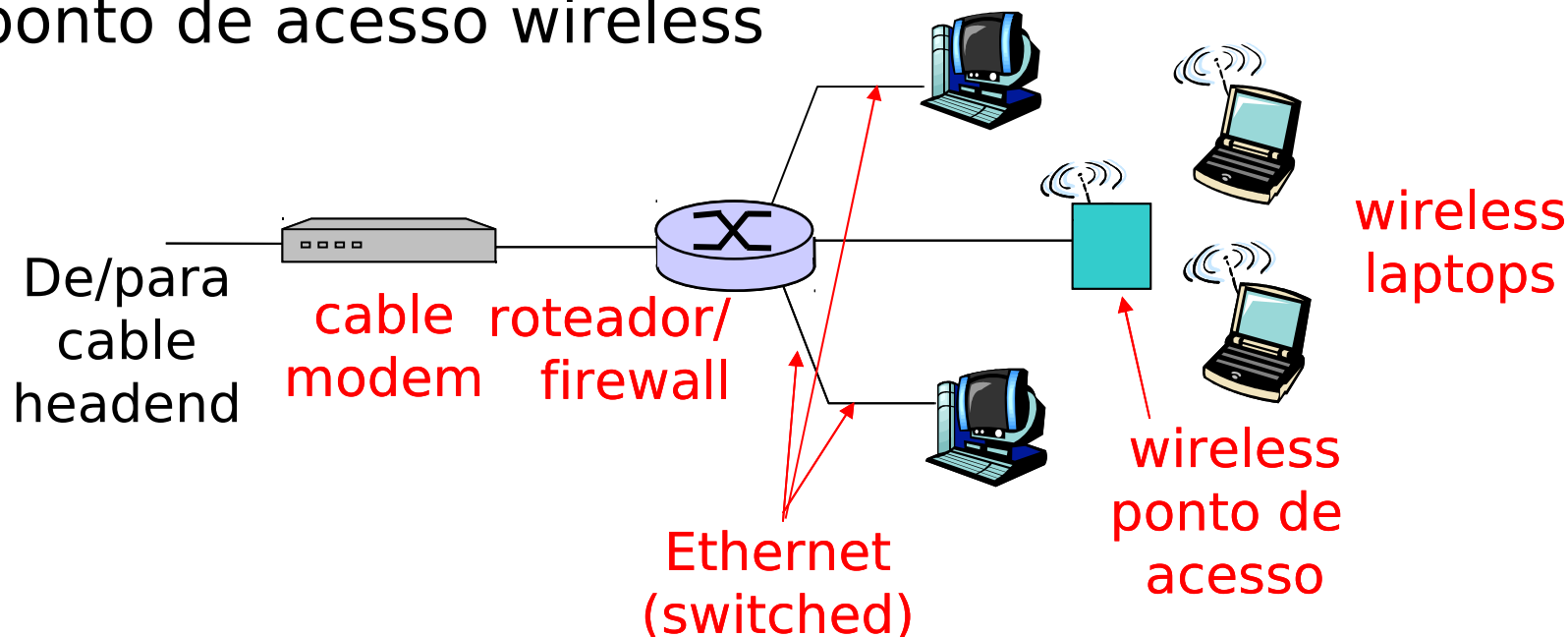
- rede de acesso compartilhado *sem fio* conecta o sistema final ao roteador
  - ❖ via estação base (ponto de acesso)
- **LANs sem fio:**
  - ❖ ondas de rádio substituem os fios
  - ❖ 802.11b (Wifi): 11 Mbps
- **acesso sem fio com maior cobertura**
  - ❖ CDPD: acesso sem fio ao roteador do ISP através da rede celular
  - ❖ Provido pela operadora de telecomunicações;
  - ❖ WAP/GRPS na Europa
  - ❖ 3G ~384 Kbps



# Home networks

## Componentes típicos de home networks:

- ❑ ADSL ou cable modem
- ❑ roteador/firewall
- ❑ Ethernet
- ❑ ponto de acesso wireless



# Meio Físico

- ❑ **Bit:** Propaga-se entre os transmissor/ receptor
- ❑ **Enlace físico:** meio que fica entre o transmissor e o receptor

- ❑ **Meios Guiados:**

Os sinais se propagam me meios sólidos com caminho fixo: cobre, fibra

- ❑ **Meios Não Guiados:**

Propagação livre, ex.: rádio

# Par Trançado

## □ Par trançado:

- ❖ Longas distâncias sem repetidores
- ❖ Banda passante depende do diâmetro do fio e distância percorrida
- ❖ Analógico e digital
- ❖ Megabit/s em distâncias de Km
  - Categoria 3: telefonia tradicional, 10 Mbps Ethernet
  - Categoria 5 TP: 100Mbps Ethernet

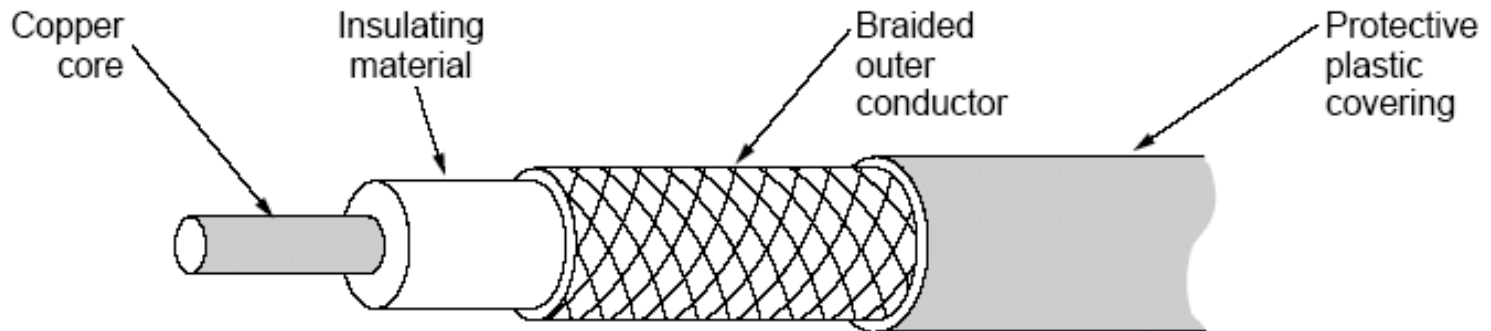




# Cabo Coaxial

## □ Cabo Coaxial Banda Básica

- ❖ 50 ohms
- ❖ Transmissão digital
- ❖ Máximo entre 1 e 2 Gbits em cabos de 1 km



# Cabo Coaxial

- Cabo Coaxial Banda Larga
  - ❖ 75 ohms
  - ❖ Transmissão analógica
  - ❖ TV a cabo, canais de 6 MHz - 3 Mbps
  - ❖ Repetidores transmitem em uma única direção: sistema com cabo duplo e sistema com cabo único

# Cabo Coaxial

## □ Cabo Coaxial Banda Larga

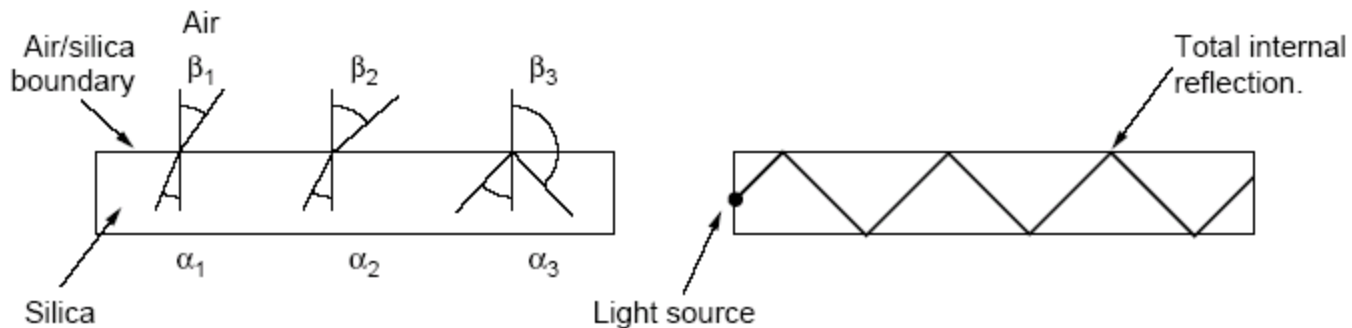
- ❖ Cabo duplo - transmissões em cabo são retransmitidas pelo head-end no outro cabo.
- ❖ Cabo simples - Head-end recebe em uma frequência e retransmite em outra

.

- Banda passante: frequência fixa entre pares, disputa pelo meio, etc.

# Fibra Óptica

- ❑ Princípio: refração.
- ❑ Multimodais e unimodais.
- ❑ Três componentes:
  - ❖ fonte de luz,
  - ❖ fibra e
  - ❖ detector.



# Fibra Óptica

- ❑ Fibra de vidro transportando pulsos de luz, cada pulso é um bit
- ❑ Alta velocidade de operação:
  - ❖ Alta velocidade com transmissão ponto-a-ponto (ex.: 5 Gps)
- ❑ Baixa taxa de erros;
- ❑ Repetidores bem espaçados;
- ❑ imunidade a ruídos eletromagnéticos

# Fibra Óptica

Diâmetro: multimodais (50 micra), unimodais (10 micra).

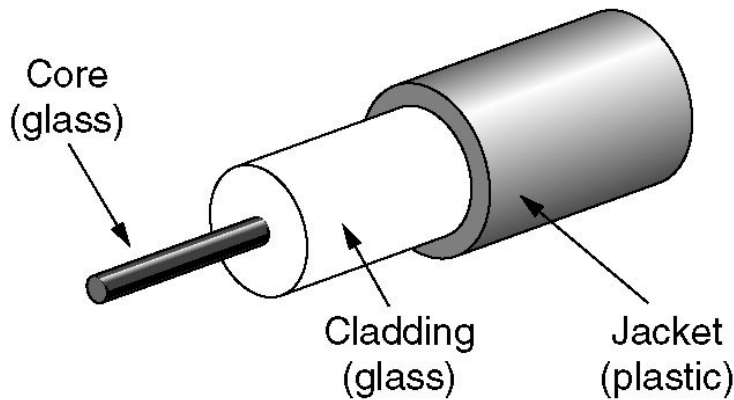
Conexões: conexões (10% a 20% de perda), encaixadores (10% de perda), fusão.

Fontes de luz: lasers e semicondutores de diodos.

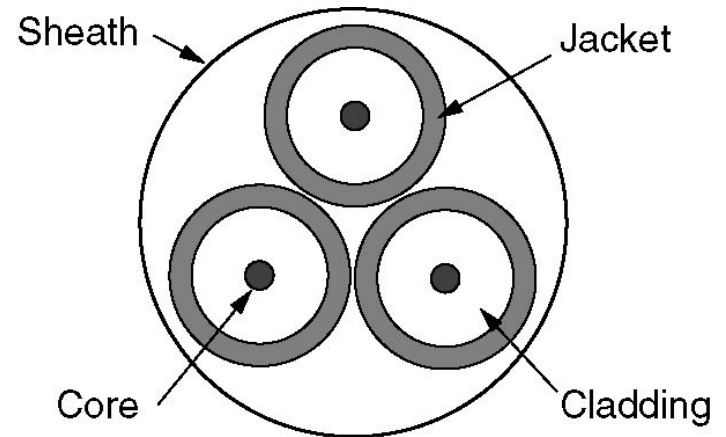
Recepção fotodiodo: tempo de recepção 1 nano segundo - 1 Gbps.

# Fibra Óptica

- (a) Side view of a single fiber.
- (b) End view of a sheath with three fibers.



(a)



(b)

# Fibra Óptica

- ❑ Desvantagens Fibras:
  - ❖ Engenharia não muito disseminada.
  - ❖ Interfaces caras.
  - ❖ Comunicação unidirecional

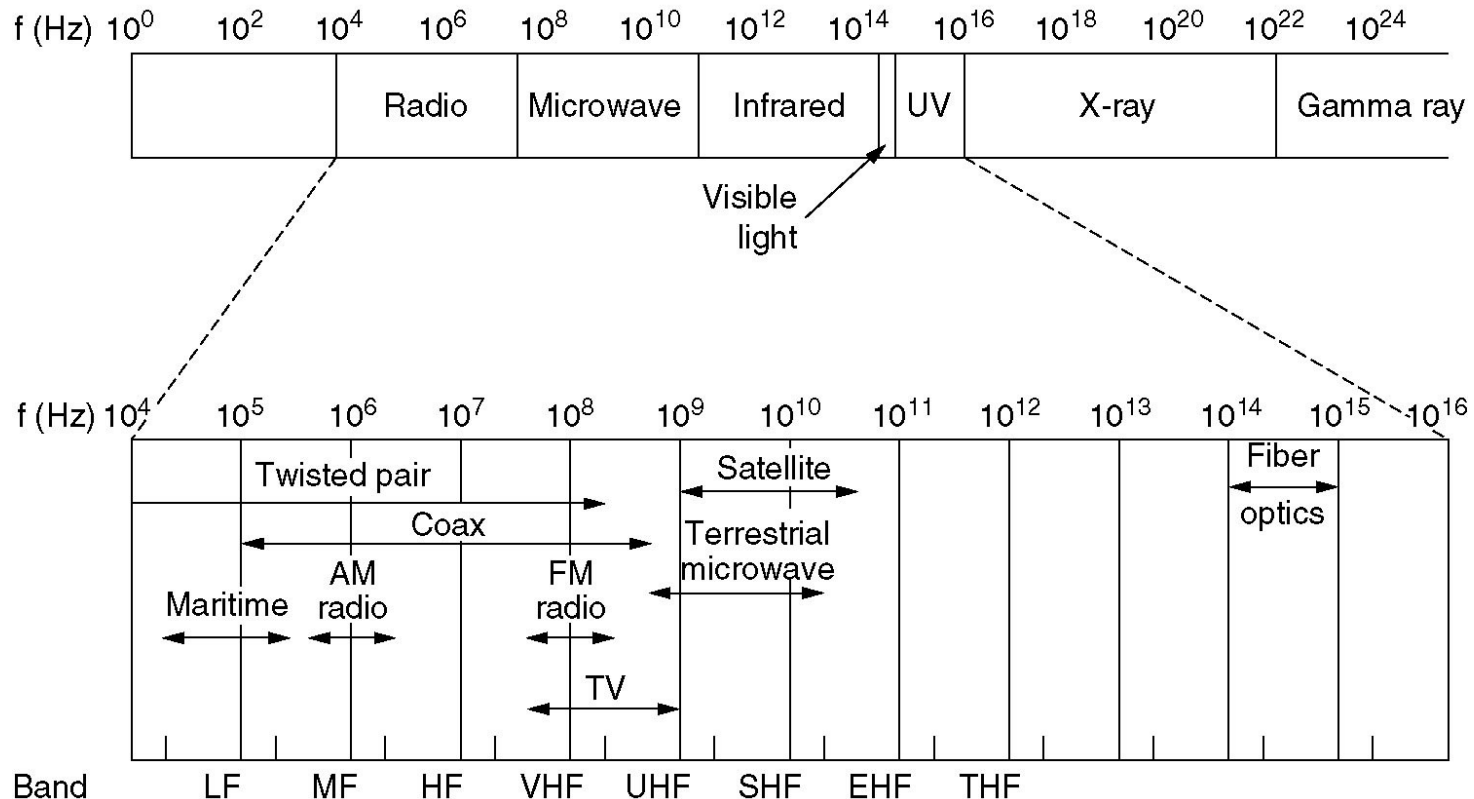


# Meios físicos: rádio

- ❑ Sinal transportado em meio eletromagnético
- ❑ Não existe “cabo”
- ❑ Bidirecional
- ❑ Efeitos de propagação:
  - ❖ reflexão
  - ❖ obstrução de objetos
  - ❖ interferência

# Spectrum Eletromagnético

The electromagnetic spectrum and its uses for communication.



# Tipos de rádios

## □ Tipos de enlaces de rádio:

### ❖ Micro-ondas

- ex.: canais de até 45 Mbps

### ❖ LAN (ex., waveLAN)

- 2Mbps, 11Mbps

### ❖ longa distância (ex., celular)

- ex. CDPD, 10's Kbps

### ❖ Satélite

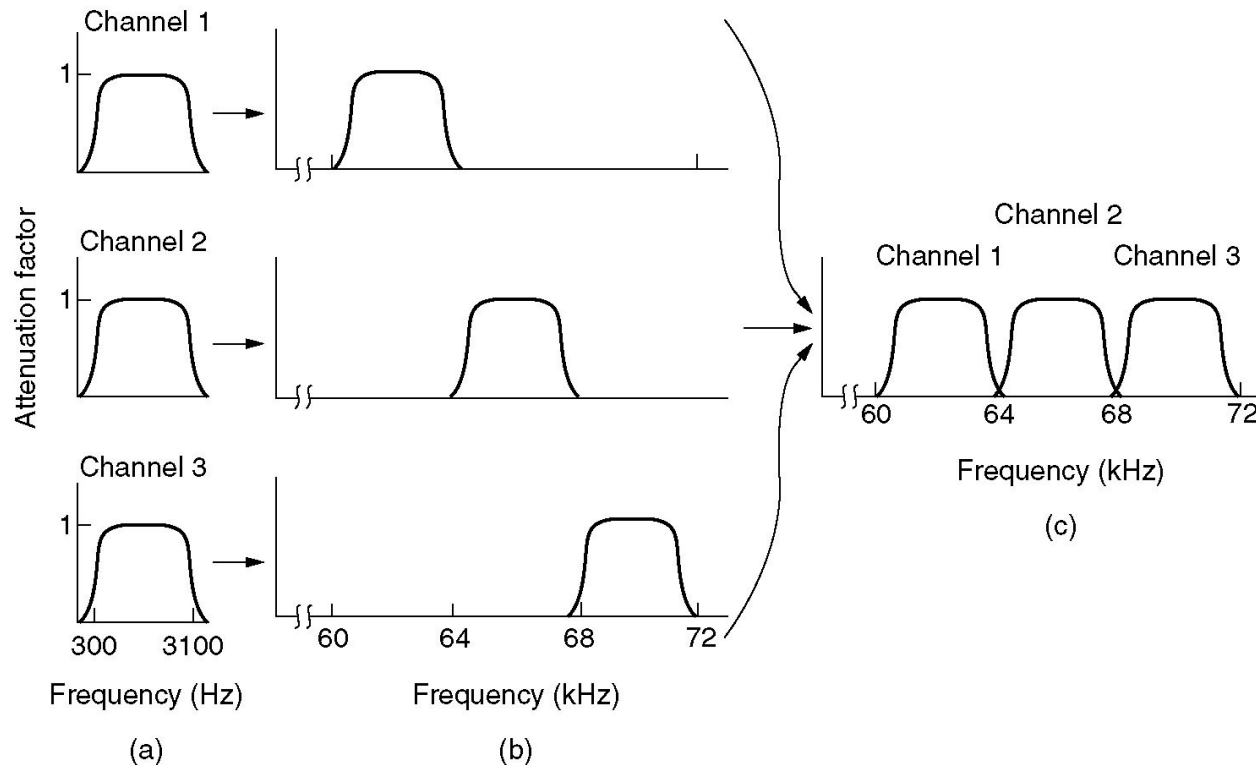
### ❖ canal de até 50Mbps (ou múltiplos canais menores)

### ❖ atraso fim a fim de 270 mseg

### ❖ geoestacionário versus LEOS

# Multiplexação

# Frequency Division Multiplexing

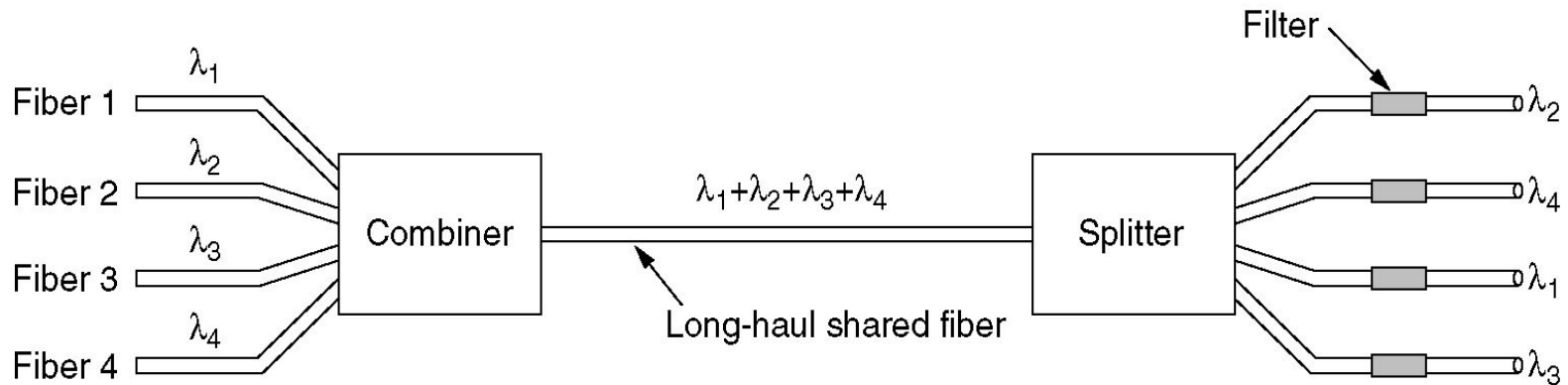
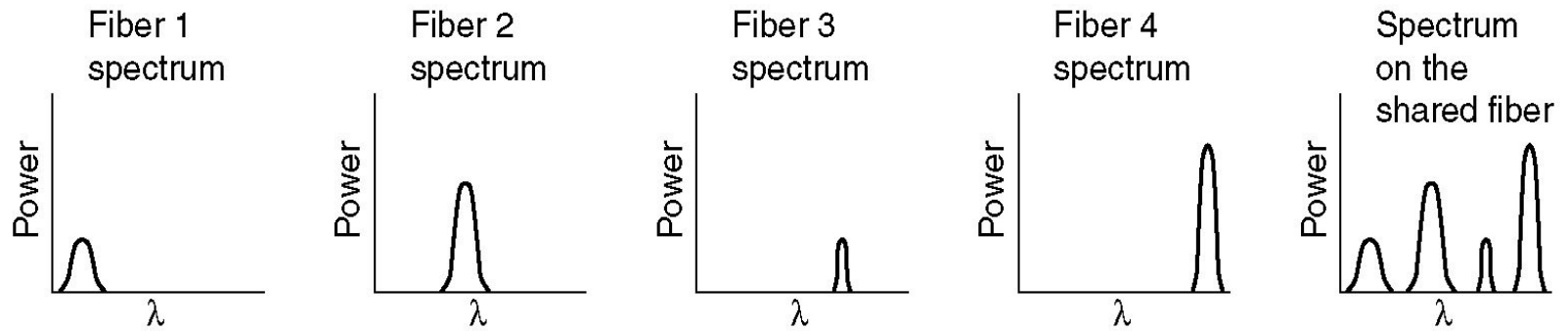


(a) The original bandwidths.

(b) The bandwidths raised in frequency.

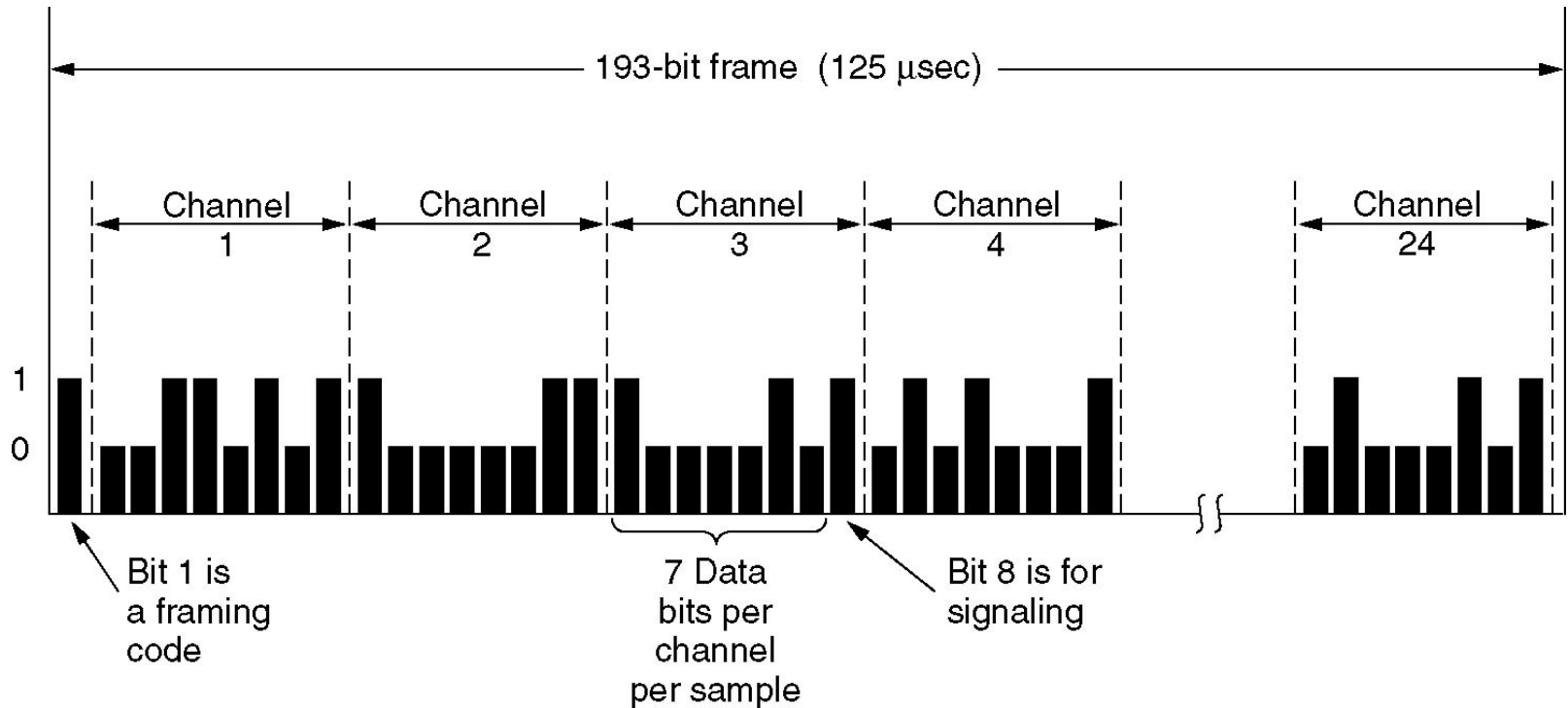
(c) The multiplexed channel.

# Wavelength Division Multiplexing



Wavelength division multiplexing.

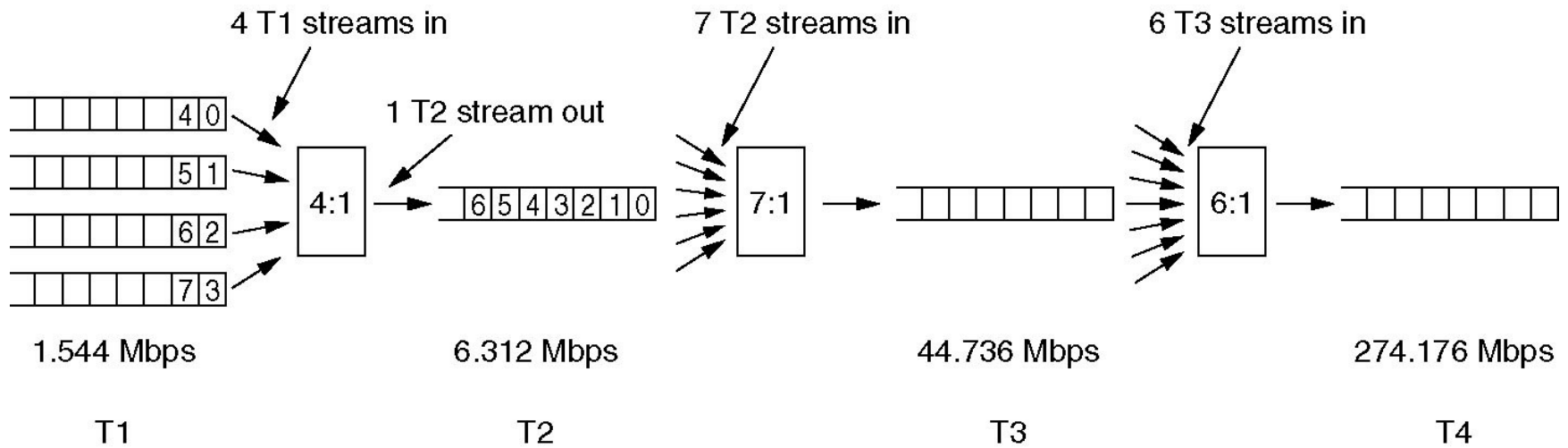
# Time Division Multiplexing



The T1 carrier (1.544 Mbps).

Introduction

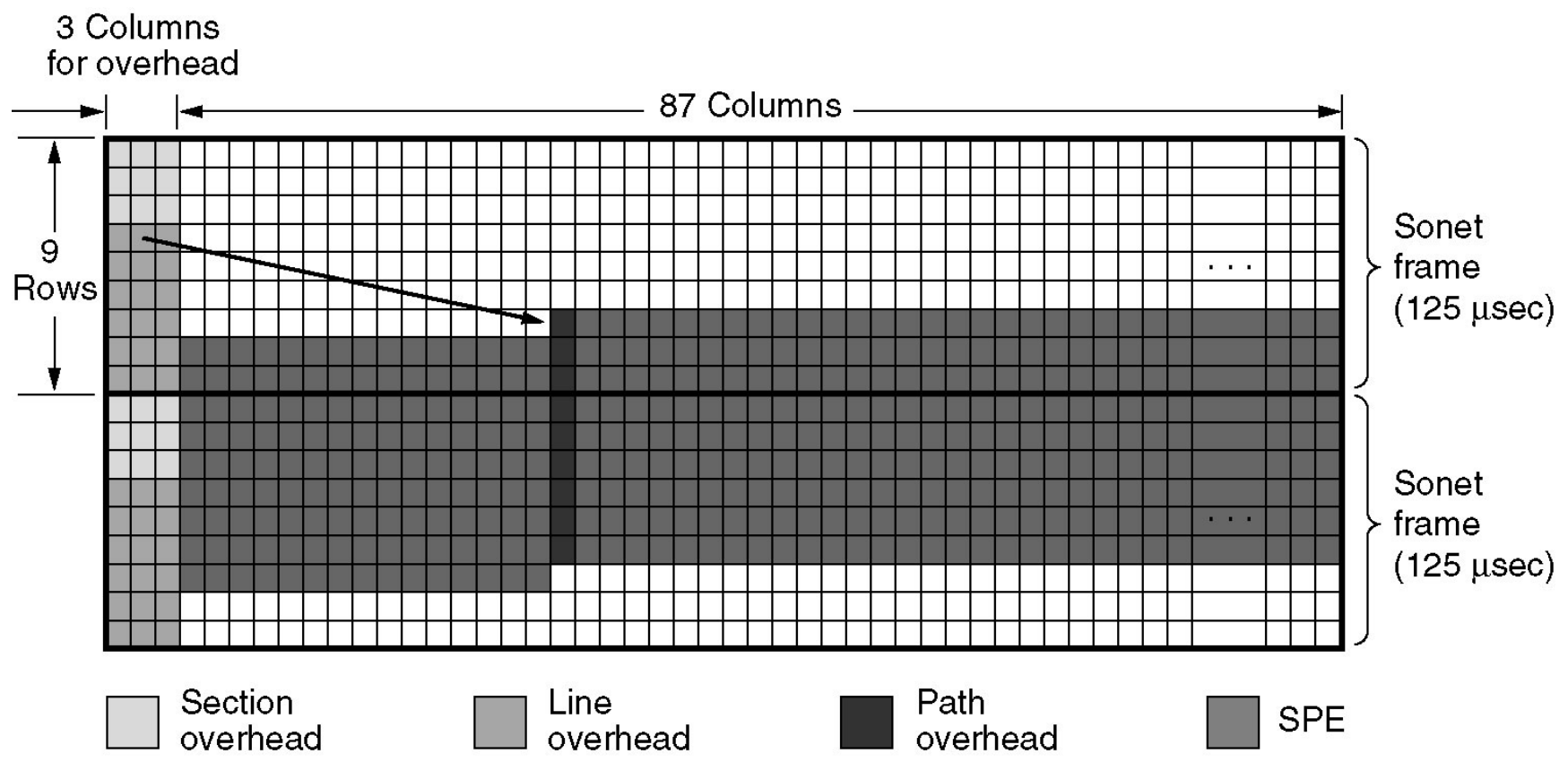
# Time Division Multiplexing (3)



Multiplexing T1 streams into higher carriers.



# Time Division Multiplexing (4)



Two back-to-back SONET frames.

# Multiplexação passiva

Cada nó que envia dados pelo cabo também possui um tempo reservado para enviar dados.

Caso o nó não queira enviar nada naquele momento, o tempo reservado para ele não é desperdiçado, pois o seu tempo é cedido então para o próximo nó da fila.