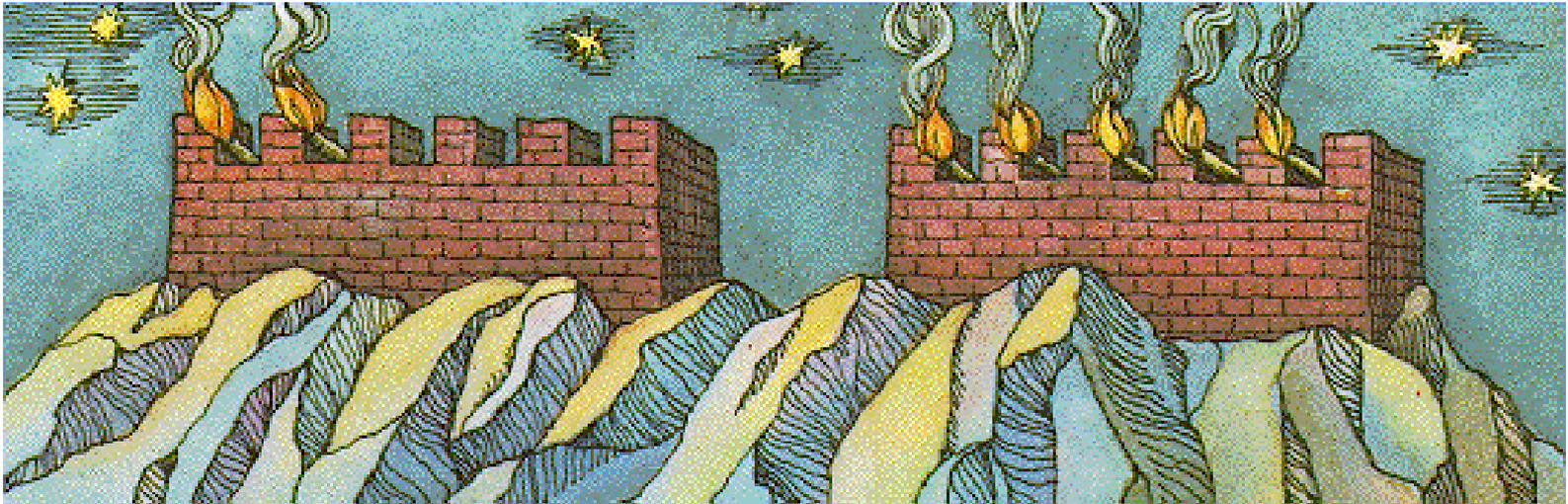


PSI 3481
SISTEMAS ÓPTICOS E DE MICRO-
ONDAS

SEGUNDA PARTE
SISTEMAS ÓPTICOS

Perspectiva Histórica

- .- Meios de comunicação utilizando sinais de fogo e fumaça
- .- Meios de comunicação utilizando sinais emitidas por lâmpadas

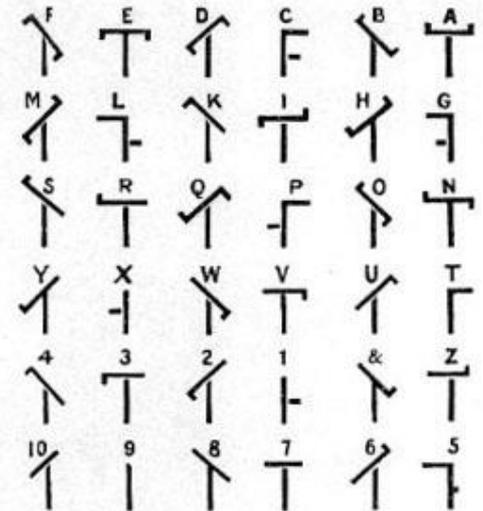


Perspectiva Histórica

- .- Telegrafo óptico– Claude Chappe (1763 – 1805)
- .- Distancias: 100 Km a 200 Km
- .- Taxa de transmissão: 1bit/s



Armenes og vingernes anbringelse ved Chappes telegraf



Armenes og vingernes stillinger for de forskellige bogstaver.

Perspectiva Histórica

Telegrafo óptico– Claude Chappe (1763 – 1805)



Perspectiva Histórica

Telegrafo óptico– Claude Chappe (1763 – 1805)



PIERRE-SUR-HAUTE (Altitude : 1640 mètres) — Télégraphie Optique

Lib.-Pap. Dapzol-Berne à Ambert

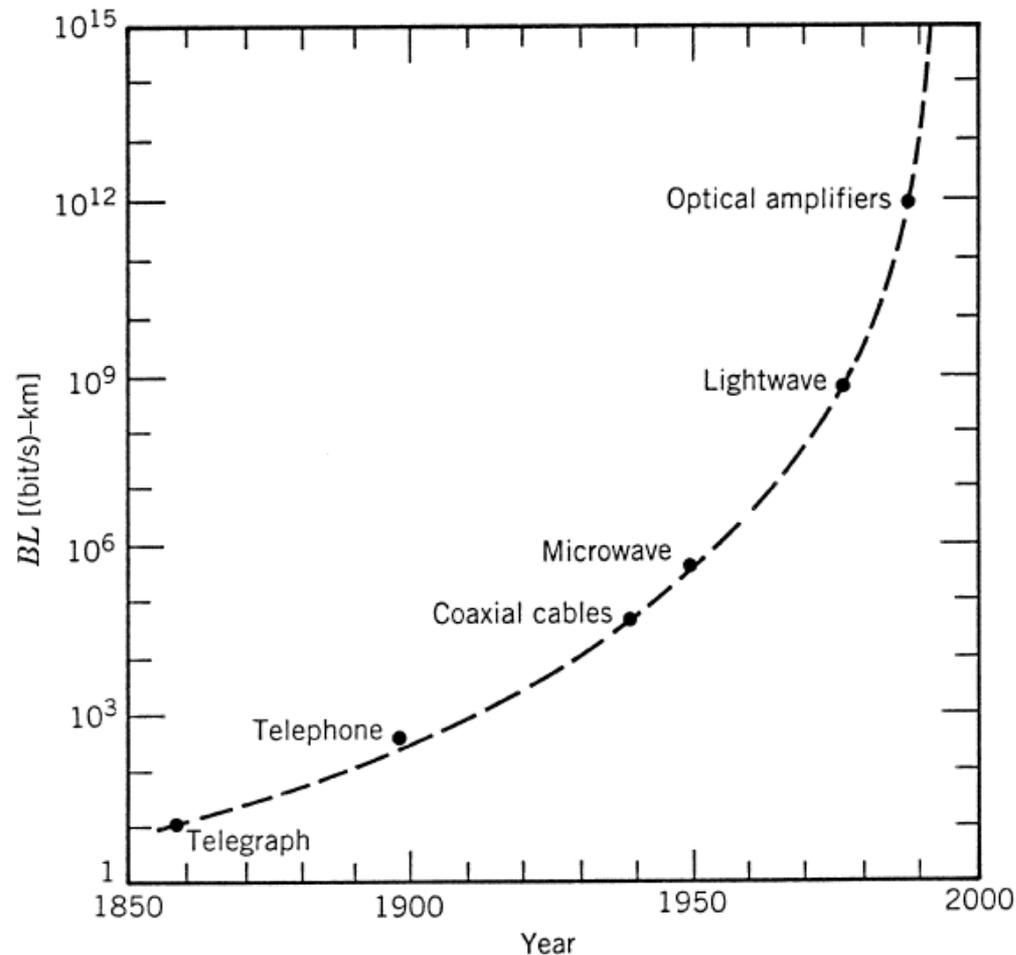
Perspectiva Histórica

- 1830 substituição da comunicação óptica por comunicação elétrica
- Telegrafo elétrico (código Morse) 10 b/s, 1000 km.
- 1866 foram instalados cabos elétricos transatlânticos.
- 1876 comunicação via telefone: sinais analógicos.
- 1940, introdução do cabo coaxial: Sinais de 3 MHz
- Comunicação de Micro-ondas: 1 – 10 GHz, 100 Mb/s.
- 1975 introdução de comunicação óptica via fibras ópticas.

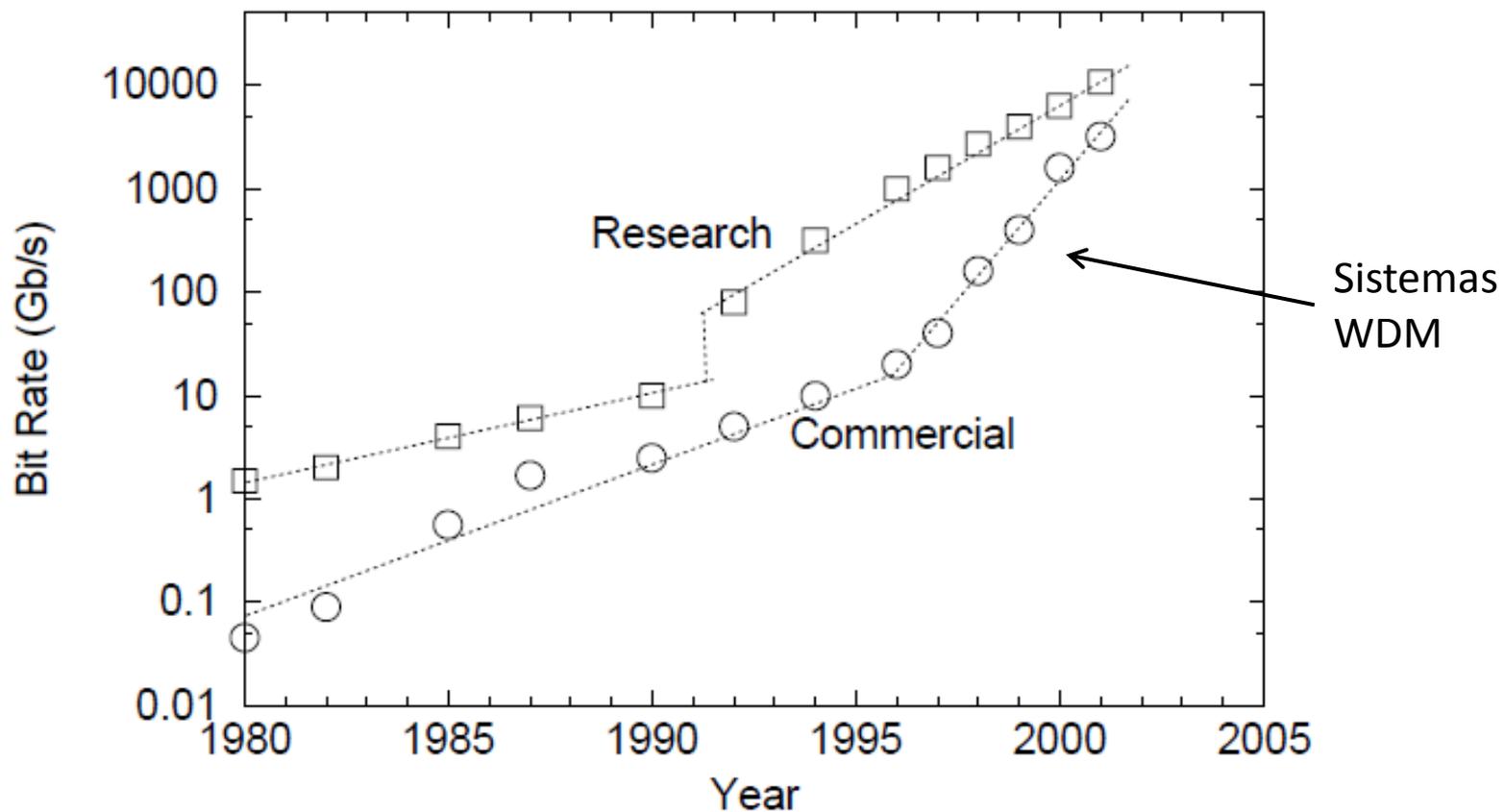
EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

Figura de mérito dos sistemas de comunicação:

BL = taxa de transmissão de dados x distancia [Gb/s – Km]



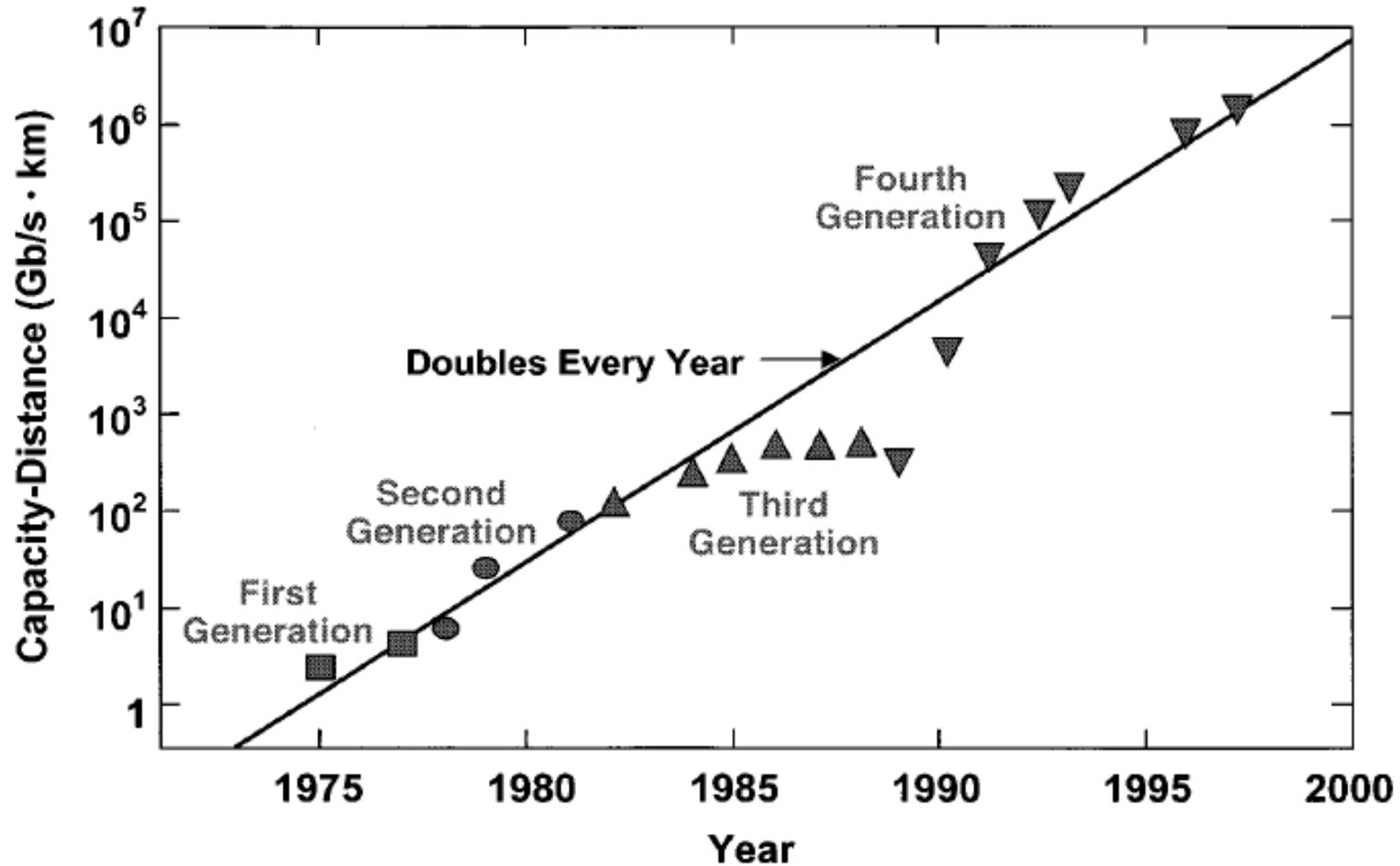
Crescimento de desempenho dos sistemas ópticos após 1980



Evolução dos sistemas de comunicação óptico

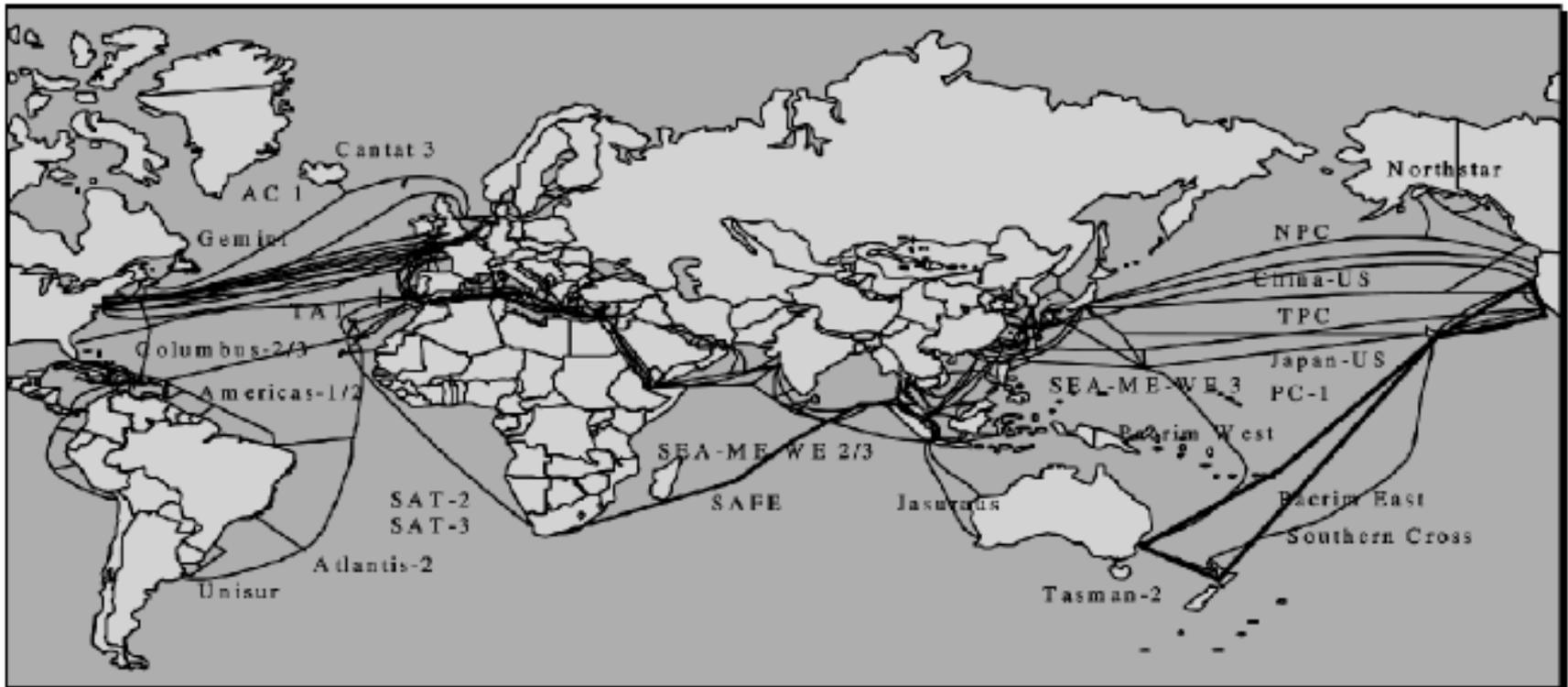
- 1975 Primeira geração: Laser de GaAs, 0.8 μm , 45 Mb/s, fibra óptica multimodo, 10 Km.
- 1987 Segunda geração: Laser de 1.3 μm , 2 Gb/s, fibra óptica mono-modo, 44 Km.
- 1990 Terceira geração: Laser de 1.55 μm , 10 Gb/s, fibra óptica mono-modo, 100 Km.
- 2001 Quarta geração: Amplificadores ópticos, sistemas WDM, 10 Tb/s.
- Quinta geração: Solitons ópticos, 160 Gb/s por canal.

Evolução dos sistemas de comunicação óptico



Evolução dos sistemas de comunicação óptico

.- Sistema Internacional de redes submarinas (2000)



CONCEITOS BASICOS

Ondas Eletromagnéticas Ópticas

Equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{H} = \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = 0$$

$$\nabla \cdot \vec{H} = 0$$

Constantes importantes

$$c = 2,997925 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.62620 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$K_B = 1,38062 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

CONCEITOS BASICOS

Ondas Eletromagnéticas Ópticas

$$\vec{E} = e_x E_{0x} \exp[i(kz - \omega t)]$$

$$\vec{H} = e_y H_{0y} \exp[i(kz - \omega t)]$$

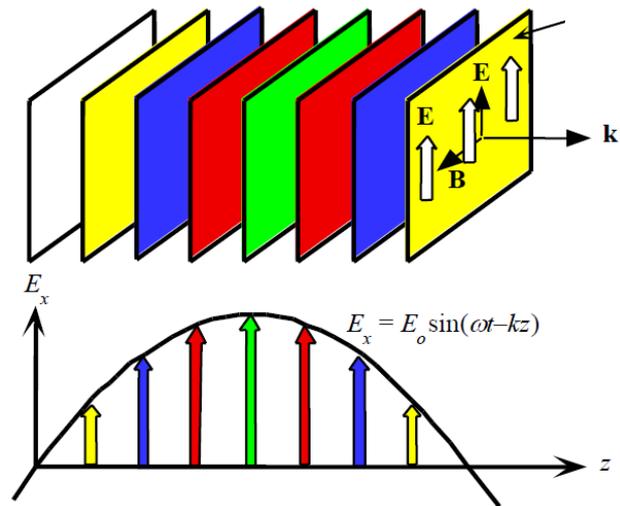
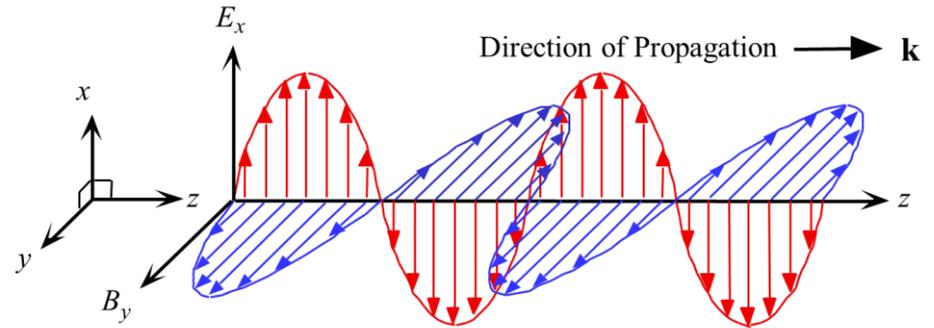
$\omega = 2\pi f$: frequência angular

k : vetor de onda

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

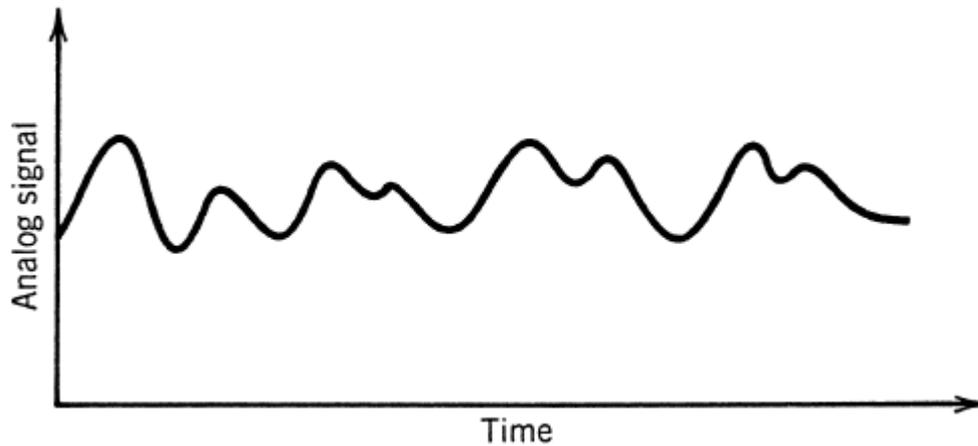
$$\eta = \frac{E_{0x}}{H_{0y}} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \text{ [}\Omega\text{]} : \text{impedância}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \text{ [m/s]} : \text{Velocidade da onda}$$

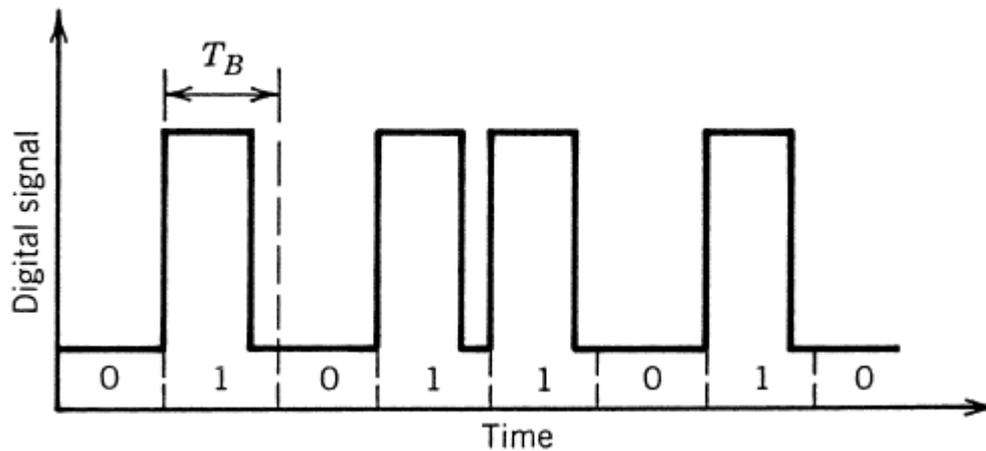


CONCEITOS BASICOS

Sinais analógicos e sinais digitais



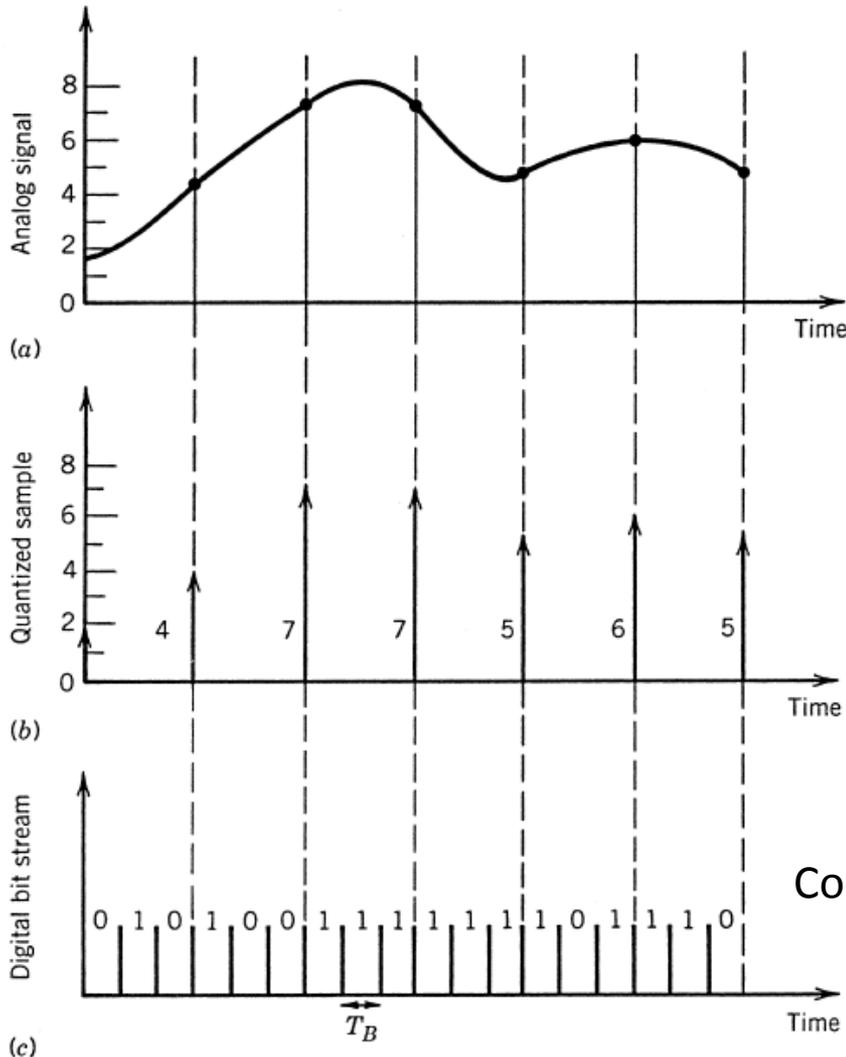
Sinal Analógico



Sinal digital

CONCEITOS BASICOS

Conversão análogo - digital



Teorema de amostragem (Nyquist)

$$f_s \geq 2\Delta f$$

Número de bits: m

Número de níveis: $M = 2^m$

Amplitude do sinal: $0 \leq A \leq A_{max}$

Amplitude do sinal de ruído: A_N



$$M > A_{max}/A_N$$

Razão Sinal/Ruído:

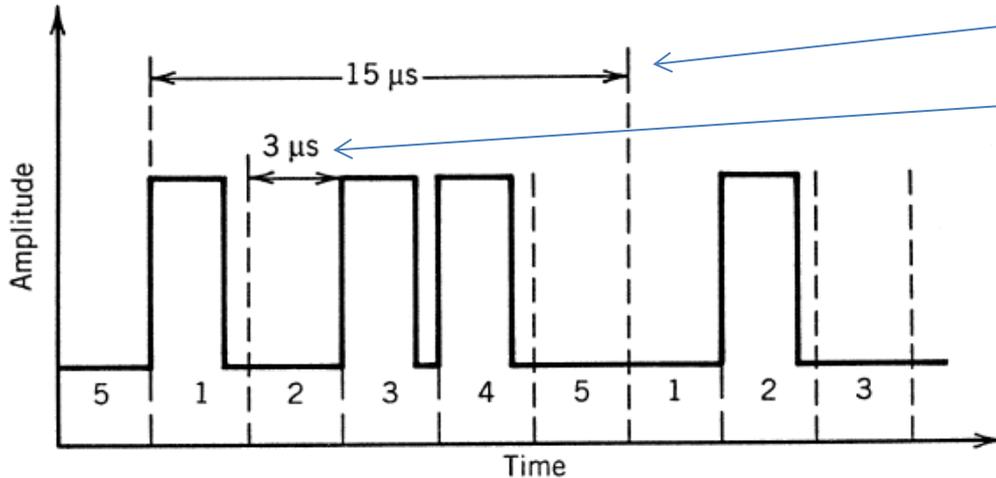
$$SNR = 20 \log \left(\frac{A_{max}}{A_N} \right) (dB)$$

Condição mínima para a taxa de transmissão de bits:

$$B \geq \left(\frac{\Delta f}{3} \right) SNR$$

CONCEITOS BASICOS

Multiplexação por divisão de tempo: TDM



Janela temporal de todos os canais

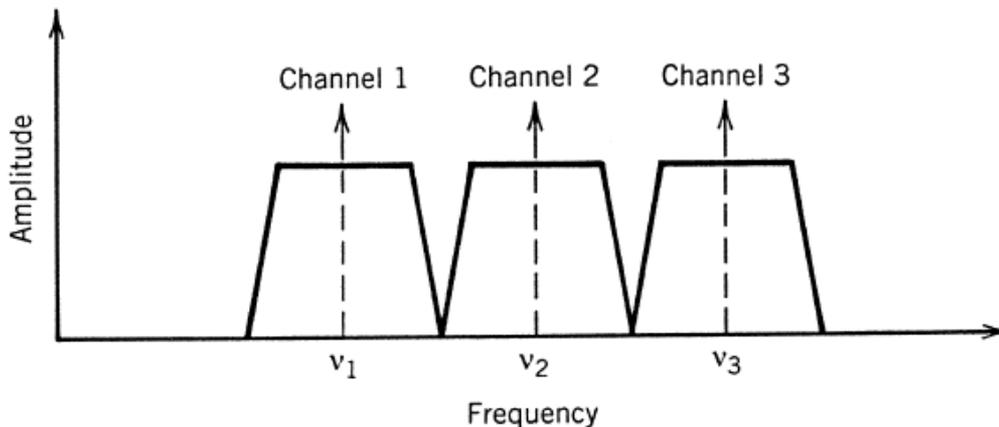
Janela temporal de cada canal

Taxa total de transmissão (B)

$$B_{Total} = NB_{canal}$$

Número de canais

Multiplexação por divisão de frequência: TDM ou WDM



CONCEITOS BASICOS

Norma da indústria de telecomunicações (1980):

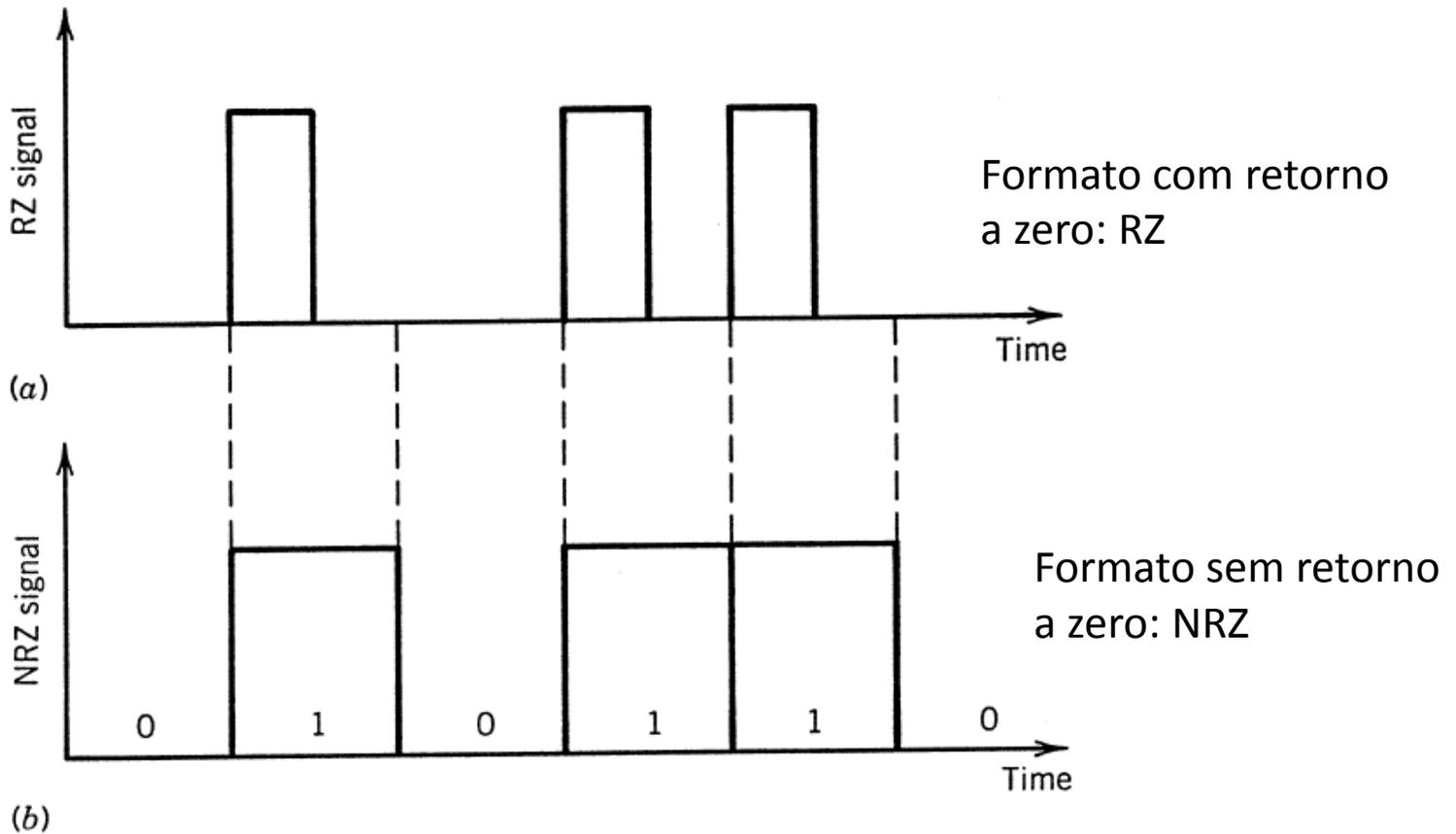
Table 1.1 SONET/SDH bit rates

SONET	SDH	B (Mb/s)	Channels
OC-1		51.84	672
OC-3	STM-1	155.52	2,016
OC-12	STM-4	622.08	8,064
OC-48	STM-16	2,488.32	32,256
OC-192	STM-64	9,953.28	129,024
OC-768	STM-256	39,813.12	516,096

CONCEITOS BASICOS

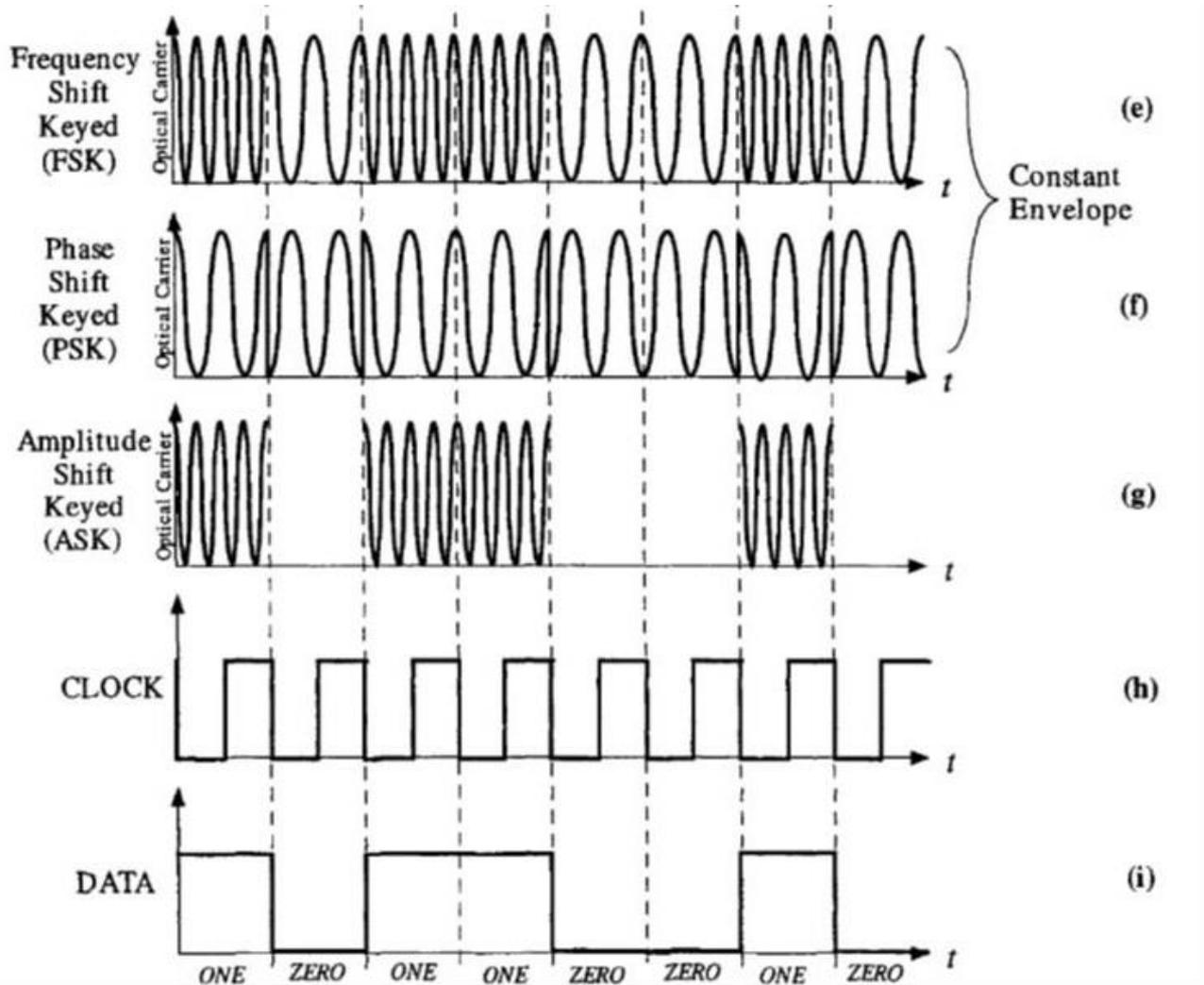
Formatos de modulação

Código: 010110



CONCEITOS BASICOS

Formatos de modulação



Campo elétrico da onda eletromagnética

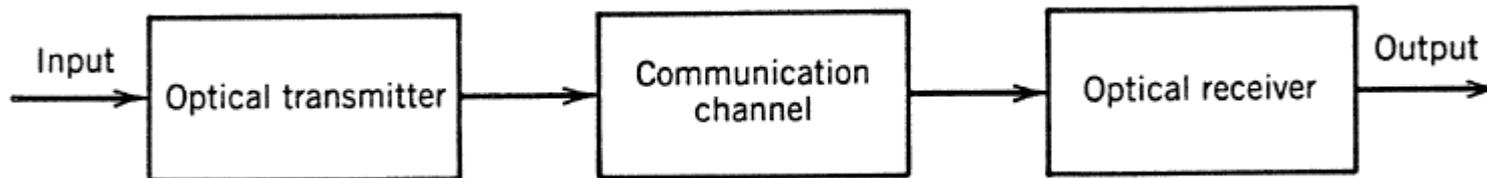
$$\mathbf{E}(t) = \hat{\mathbf{e}}A \cos(\omega_0 t + \phi)$$

CONCEITOS BASICOS

Componentes de um sistema óptico

.- Sistemas de comunicação guiada

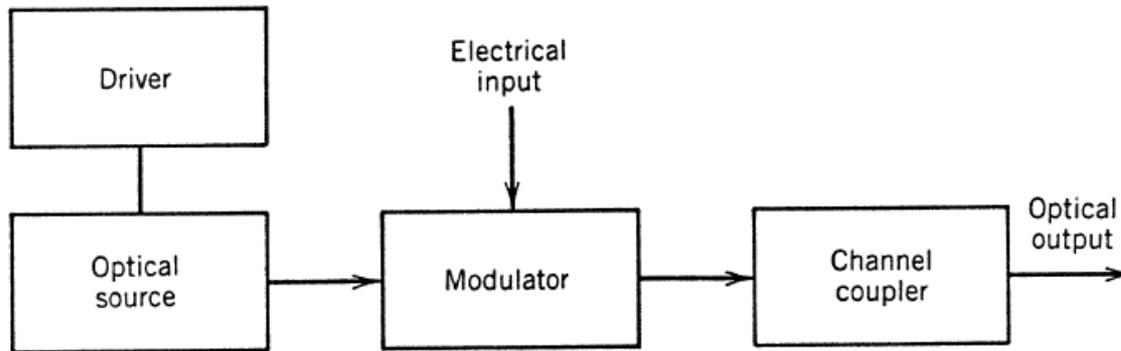
.- Sistemas de comunicação não guiada



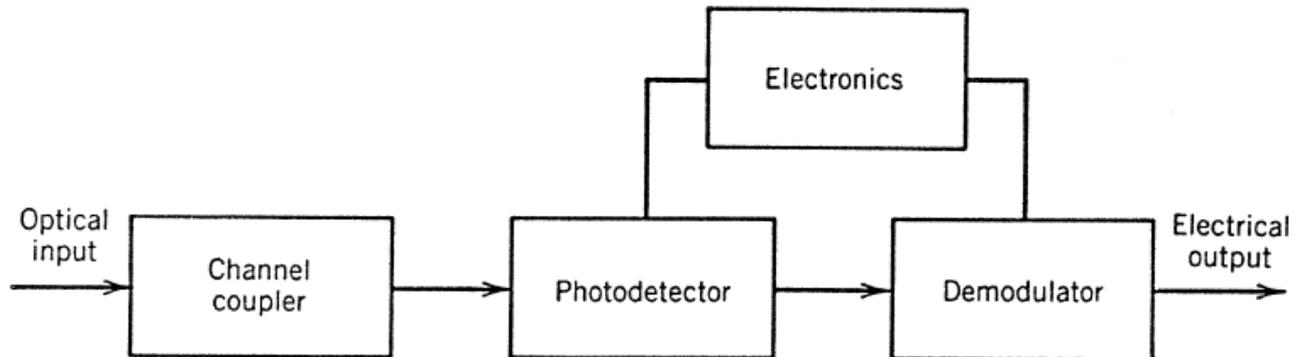
CONCEITOS BASICOS

Componentes de um sistema óptico

1.- Sistema transmissor



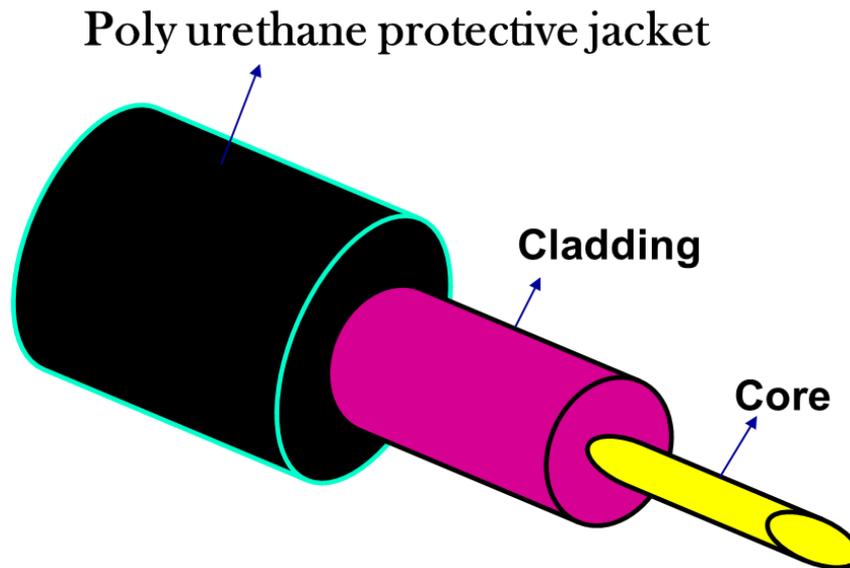
2.- Sistema receptor

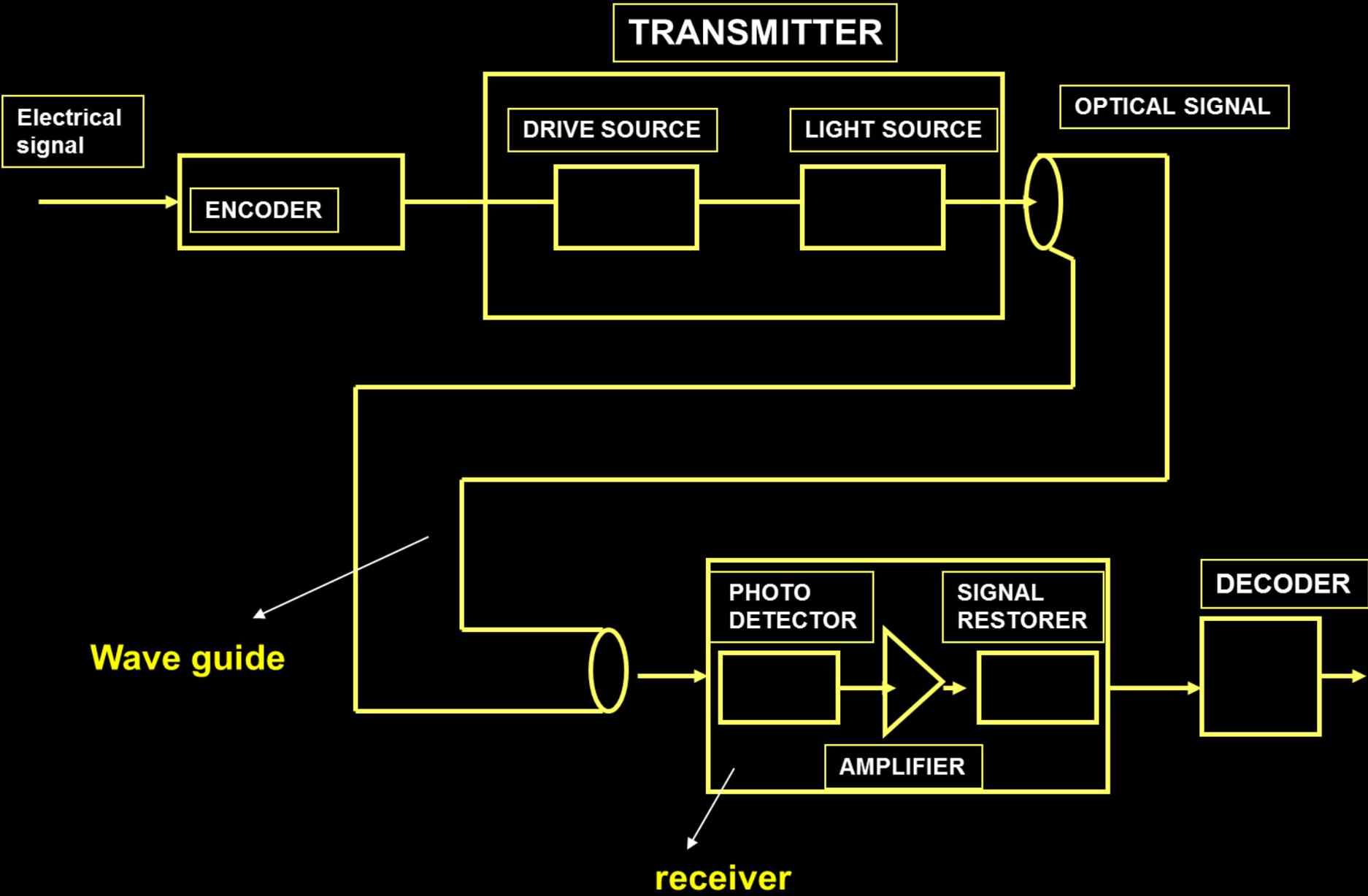


CONCEITOS BASICOS

Componentes de um sistema óptico

- Fibras ópticas multimodo.
- Fibras óptica mono modo.

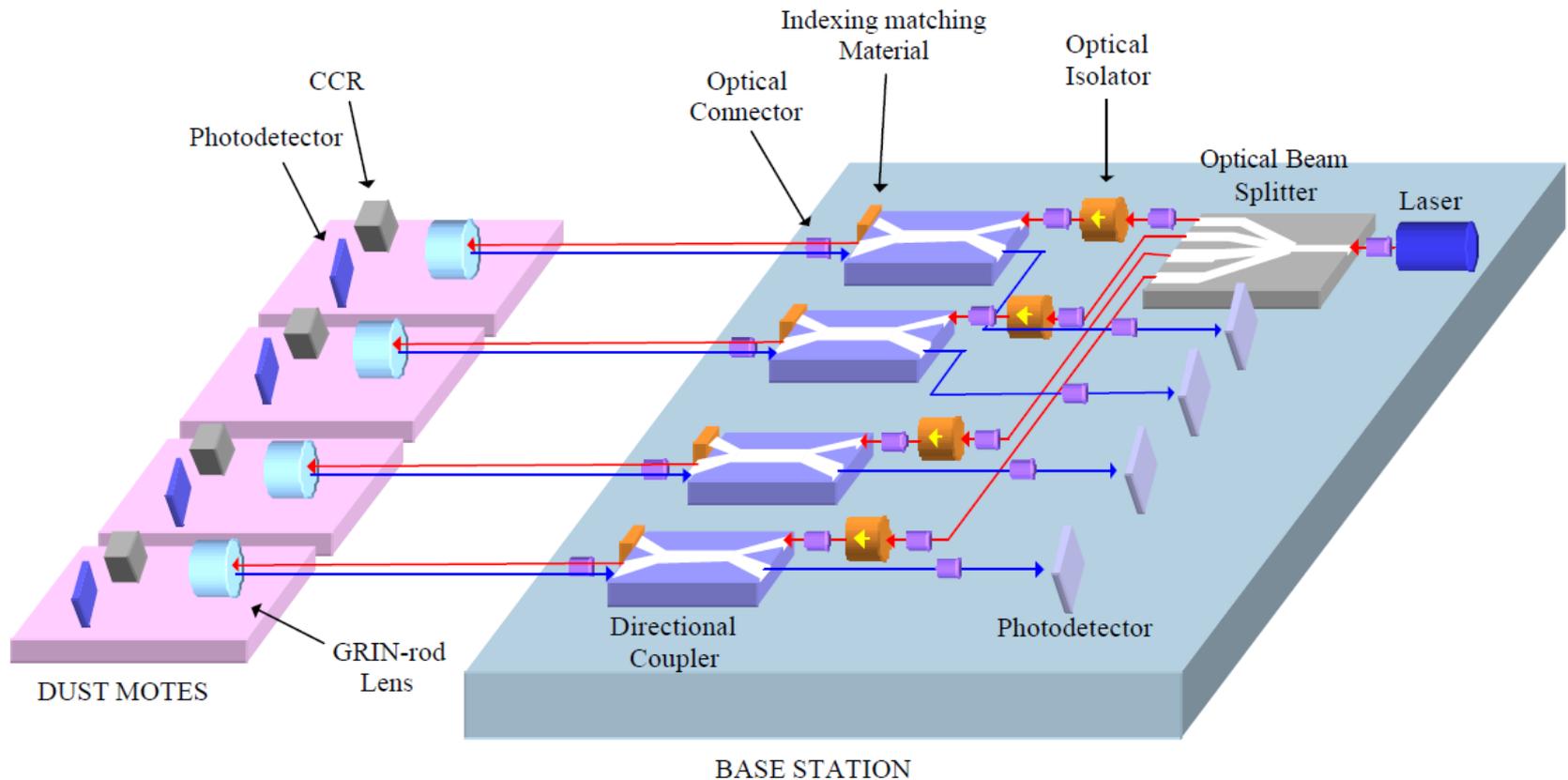




CONCEITOS BASICOS

Componentes de um sistema óptico

Rede de comunicação óptica bidirecional via fibra óptica



CONCEITOS BASICOS

Componentes de um sistema óptico

Redes locais

