

Introdução às Comunicações Ópticas

Aula 1

Prof.^a Cindy Stella Fernandes

cindy.fernandes@unifesspa.edu.br – cindy.fernandes@gmail.com

08/03/2022

Agenda

- Introdução
- Histórico das comunicações ópticas
- Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica
- Vantagens das comunicações ópticas
- Evolução dos sistemas de comunicações ópticas
- Referências Bibliográficas

Introdução

- Embora os sistemas de transmissão por meio físico estivessem constantemente gerando inovações tecnológicas e aprimoramento, estas inovações jamais puderam ser consideradas revolucionárias;
- Foi a partir do desenvolvimento do LASER semicondutor e das fibras ópticas e do avanço na tecnologia digital que ocorreu uma mudança radical na tecnologia das comunicações;

Introdução

- Este desenvolvimento tornou possível a conversão de sinais elétricos em sinais ópticos e sua transmissão a longa distância em fibras da espessura de um fio de cabelo;
- Foi o início de uma nova era nas comunicações, com os cabos de cobre sendo gradualmente substituídos por cabos de fibras ópticas;

Histórico das Comunicações Ópticas

- 1870 – O físico inglês John Tyndall demonstrou que a luz poderia ser guiada por um caminho específico.
- 1880 – Alexander Graham Bell patenteou o fotofone, que possibilitou a primeira transmissão de voz através de luz não guiada.
- 1960 – O físico Theodore Maiman criou o primeiro laser.
- 1966 – Charles Kao e Charles Hockham propuseram a utilização das fibras ópticas em telecomunicações (1000 dB/km).
- 1970 – Fabricação da primeira fibra óptica de sílica dopada (20 dB/km).
- 1970 – Fabricação do primeiro laser de AlGaAs operando entre 0.8 e 0.9 μm .

Histórico das Comunicações Ópticas

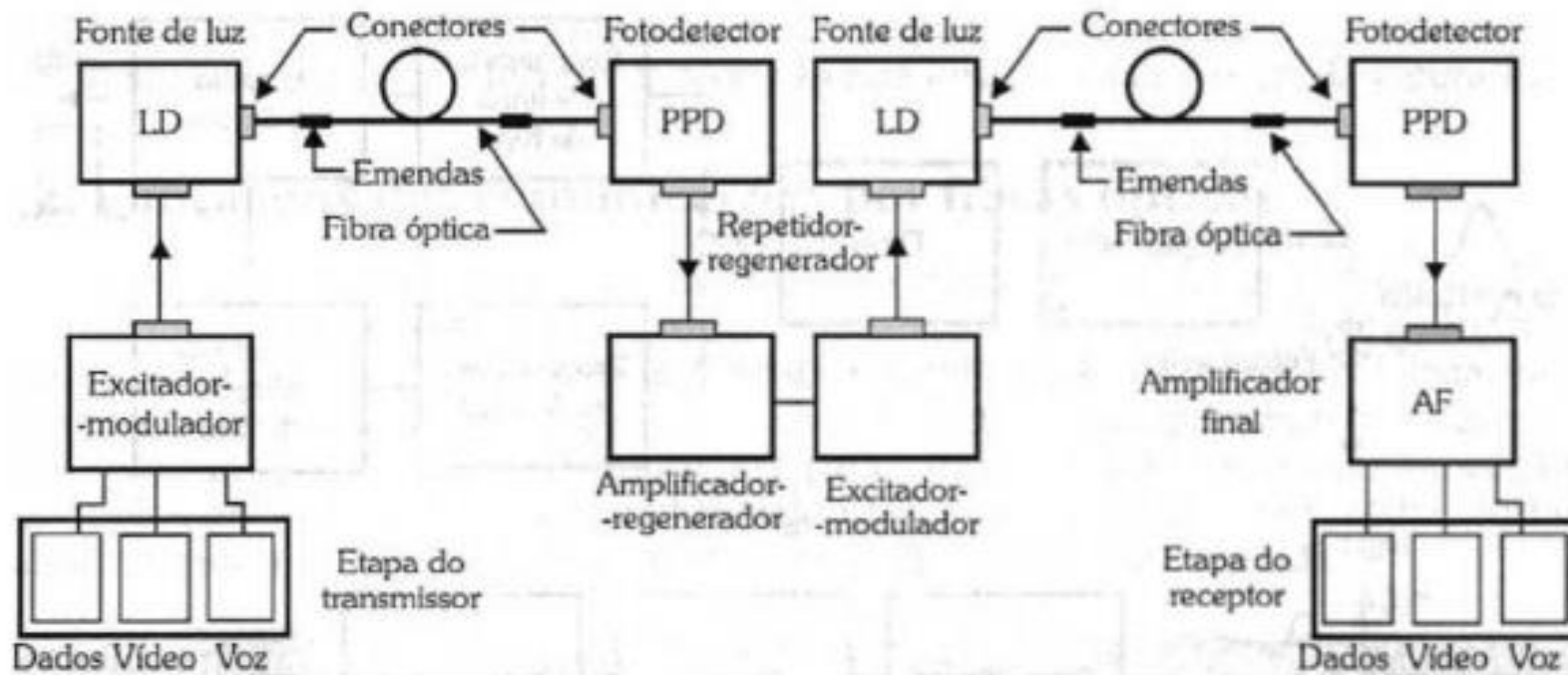
- 1976 - Primeiro sistema de comunicação óptica (45 Mbits/s, $\lambda = 0.82 \mu\text{m}$).
- 1977 – Primeiros sistemas comerciais da 1ª geração ($\lambda = 0.85 \mu\text{m}$).
- 1980 – Primeiros sistemas comerciais da 2ª geração ($\lambda = 1.3 \mu\text{m}$).
- 1985 – Demonstração de amplificação óptica em fibras dopadas com Er.
- 1988 – Primeiro cabo submarino digital com fibra (40000 circuitos, $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$).
- 1991 – Transmissão de 10 Gbits/s na distância de 106 km, com solitões.
- 1996 – Primeiro sistema operacional WDM com 8 comprimentos de onda.
- 2002 – Transmissão de 2560 Gbits/s na distância de 11000 km.

Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

- A Figura 1, mostrada a seguir, apresenta os elementos de um sistema básico de comunicações por fibras ópticas;
- Geralmente, um sistema básico de comunicação baseado em fibras ópticas é composto por:
 - Modem
 - Fonte óptica
 - Fibra óptica
 - Repetidor/Amplificador/Regenerador
 - Receptor óptico

Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

Figura 1. Elementos de um sistema básico de comunicações por fibras ópticas.



Fonte: Comunicações Ópticas, 4ª edição

Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

- O circuito excitador-modulador é encarregado de fornecer o sinal apropriado de modulação, aplicado sobre a irradiação da fonte de luz;
- A modulação é realizada por meio de mudanças na densidade de potência do feixe de luz emitido pela fonte;
- É conhecida como modulação em intensidade (IM) e assemelha-se à modulação em amplitude dos sistemas eletrônicos que operam em radiofrequência;

Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

- É comum a presença da etapa eletrônica intermediária, conhecida como repetidor;
- Esse estágio é necessário para comunicações em longas distâncias;
- Consiste em um receptor e um transmissor antes do ponto de destino da mensagem, contendo um circuito capaz de recuperar o nível e a forma do sinal que foi aplicado à fibra;

Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

- Com a melhoria da qualidade das fibras, a maior sensibilidade dos detectores e o aumento de potência de saída das fontes, as distâncias entre os repetidores estão progressivamente maiores;
- A tendência é que esse estágio seja substituído por amplificadores ópticos;
- Os amplificadores ópticos mais comuns são os que tem fibra dopada com érbio (EDFA – Erbium Doped Fiber Amplifier), usados em sistemas que operam em 1550 nm de comprimento de onda;

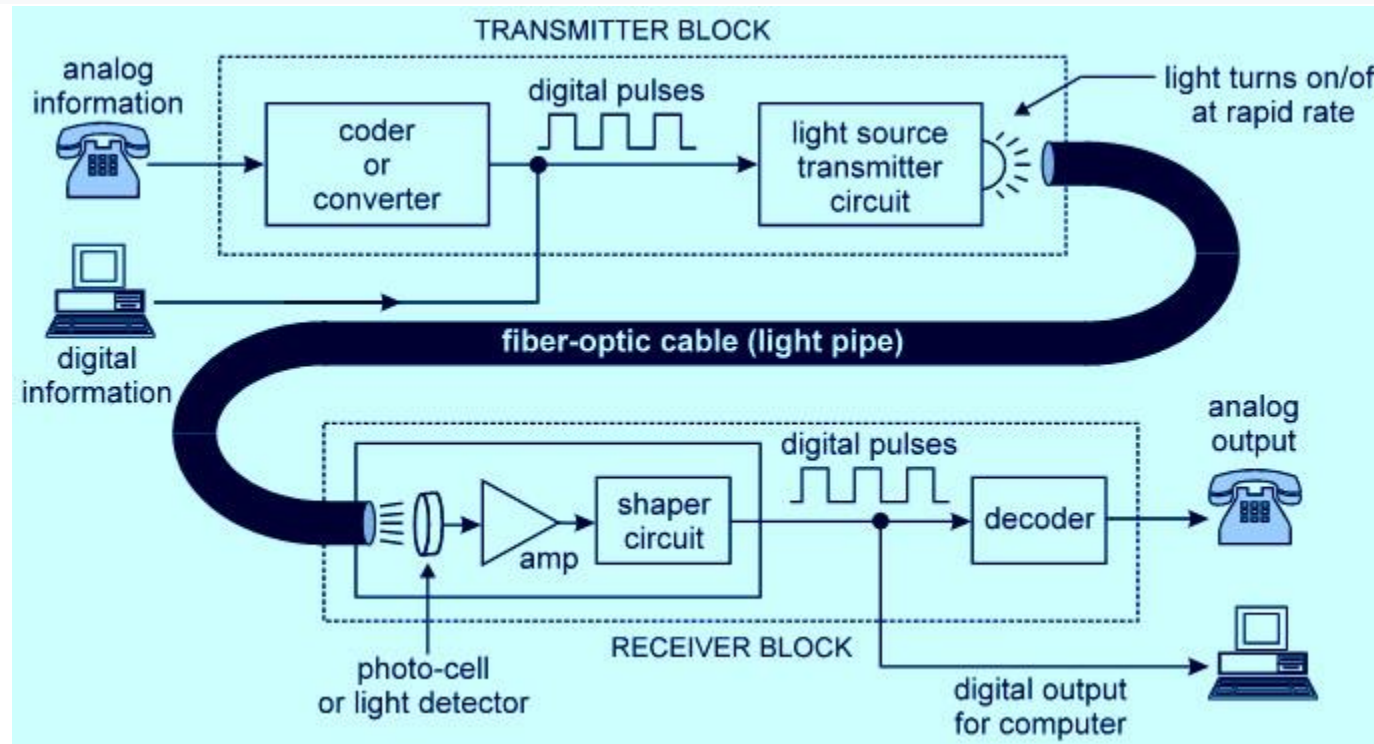
Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

- A detecção pode ser feita por um fotodiodo convencional, um fotodiodo pin ou um fotodiodo de avalanche;
- O dispositivo fornece uma corrente de saída cuja amplitude varia de acordo com a intensidade do feixe óptico nele aplicado;
- Depois de detectado, o sinal é amplificado, regenerado (no caso da modulação digital), ou filtrado para redução do nível de ruído (no caso da modulação analógica);

Elementos de um sistema de transmissão via fibra óptica

O processo de comunicação por fibra óptica transmite um sinal na forma de luz que é primeiro convertido em luz a partir de sinais elétricos e transmitido, e vice-versa acontece no lado receptor. Este processo pode ser explicado usando um diagrama como mostrado abaixo :

Figura 2. Elementos de um sistema básico de comunicações por fibras ópticas.



(Fonte: <https://circuitdigest.com/article/how-optical-fiber-communication-works-and-why-it-is-used-in-high-speed-communication>)

Vantagens das Comunicações Ópticas

- O desempenho em um sistema de telecomunicações costuma ser avaliado, principalmente, em relação ao fator atenuação, que estabelece a distância máxima de transmissão sem necessidade de repetidores, e à largura de banda, que fixará a taxa máxima de modulação permitida dentro de um enlace;
- As comunicações ópticas despertaram interesse para a modernização das telecomunicações por suplantarem os sistemas mais tradicionais nesses dois pontos, e por várias outras vantagens que apresentam;

Vantagens das Comunicações Ópticas

Figura 3. Transmissão via fibra óptica.



Fonte: <http://www.datacottage.com/nch/fibre.htm#.YikSXnrMK3A>

Vantagens das Comunicações Ópticas

- As mais destacadas estão descritas abaixo:
 - Pequena atenuação
 - Maior capacidade de transmissão
 - Grande redução nas dimensões e no peso dos cabos
 - Condutividade elétrica nula
 - Imunidade a interferências eletromagnéticas
 - Elevada qualidade de transmissão
 - Sigilo na transmissão
 - Imunidade a pulsos eletromagnéticos
 - Facilidade de obtenção da matéria-prima

Vantagens das Comunicações Ópticas

- Embora as vantagens das fibras ópticas superem suas desvantagens, alguns efeitos indesejáveis devem ser conhecidos, a fim de que se possa orientar adequadamente a sua utilização;
- Alguns dos principais efeitos que ainda devem ser superados estão relacionados a seguir:

Vantagens das Comunicações Ópticas

- Absorção de hidrogênio
- Sensibilidade à irradiação
- Impossibilidade de conduzir corrente elétrica
- Custo elevado para sistemas de pequenas larguras de faixa
- Dificuldade nas emendas e conectores
- A escolha da frequência de transmissão
- A capilaridade do sistema de fibra óptica

Evolução dos sistemas de comunicações ópticas

- Como citado anteriormente, o desenvolvimento dos primeiros sistemas de comunicações ópticas iniciou-se por volta de 1975;
- O enorme progresso alcançado nos 40 anos seguintes, no período de 1975 a 2015, pode ser agrupado dentro de várias gerações distintas;
- A Figura 2 mostra o aumento do produto BL (Taxa de transporte de informação x Distância do enlace), no período entre 1975 e 2015;

Evolução dos sistemas de comunicações ópticas

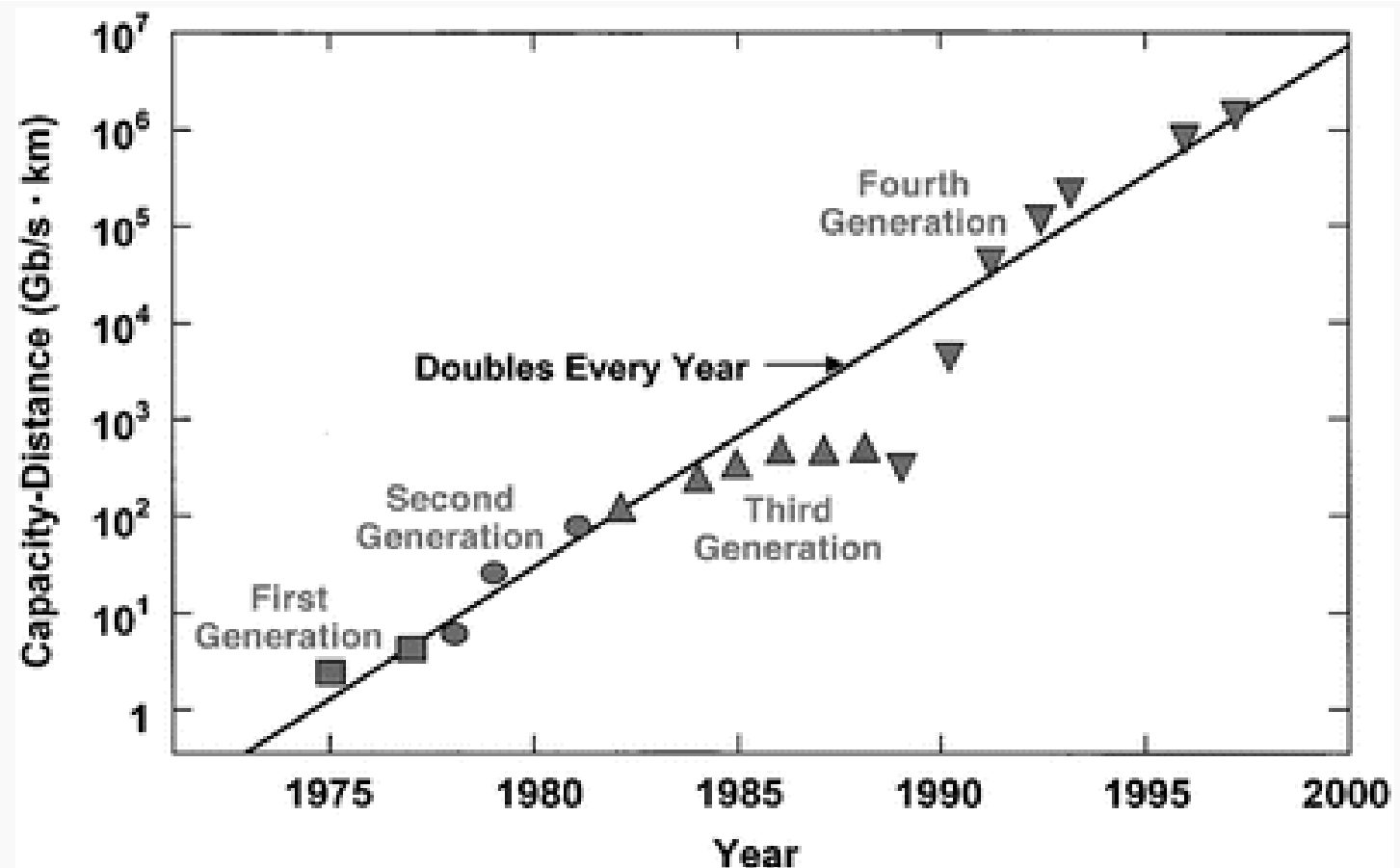


Figura 2. Aumento do produto BL, no período entre 1975 e 2015. (Fonte: Fiber-optic communication systems, 4ª edição)

Evolução dos sistemas de comunicações ópticas

- Cada geração das comunicações ópticas trouxe uma mudança fundamental que contribuiu com o aumento da performance destes sistemas, como pode ser descrito a seguir:
- 1ª Geração – Sistemas com lasers multimodais ou LEDs e fibra óptica multimodal (comprimento de onda 0.8 – 0.9 μm). Distâncias entre regeneradores até 10 km e taxas de transmissão entre 34 e 140 Mbits/s.
- 2ª Geração – Sistemas com lasers multimodais e fibra óptica monomodal (comprimento de onda de 1.3 μm). Distância entre regeneradores de cerca de 40 km e taxas de transmissão em torno de 2 Gbits/s.

Evolução dos sistemas de comunicações ópticas

- 3ª Geração – Sistemas com lasers monomodais e fibra óptica monomodal (comprimento de onda $1.55\ \mu\text{m}$). Distâncias entre regeneradores de mais de 100 km e taxas de transmissão em torno de 10 Gbits/s.
- 4ª Geração – Sistemas com lasers monomodais, fibra óptica monomodal (comprimento de onda de $1.55\ \mu\text{m}$) e amplificadores ópticos. Distância entre regeneradores de cerca de 600 km para taxas de transmissão de 2.5 Gbits/s, e de cerca de 50 – 60 km para taxas de transmissão de 10 Gbits/s.

Evolução dos sistemas de comunicações ópticas

- 5ª Geração – Sistemas com multiplexação por divisão no comprimento de onda, ou WDM (Wavelength Division Multiplexer). Operam com lasers monomodais, fibra óptica monomodal (comprimento de onda 1.55 μm) e amplificadores ópticos. Taxas de transmissão em torno de 2 Tbits/s.

Bibliografia

Bibliografia Básica

- Almir Wirth Lima Junior. **Redes de computadores - Telecomunicação: Comunicação via fibra óptica.** Book Express. 1998
- John M. Senior. **Optical fiber communications: principles and practice.** Prentice Hall. 2009
- Govind P. Agrawal. **Fiber-optic communication systems.** John Wiley & Sons. 2002

Contato

Contato Aluno/professor

- **SIGAA (Oficial)**
- Dias de aulas
- E-mails para contato: cindy.fernandes@unifesspa.edu.br (Oficial Unifesspa)
cindy.fernandes@gmail.com (Não Oficial - pessoal)
- WhatsApp: (91) 98256 – 9649 (Não Oficial)