Jurandir Primo

Fibras Ópticas
Fundamentos & Instalação

Jurandir Primo
Copyright @ 2019
1ª edição – janeiro de 2020

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Fibras Ópticas, Automação, Sistemas Industriais;

Índice para pesquisas: Automação, Robótica, Tecnologia da Informação, Sistemas Industriais

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

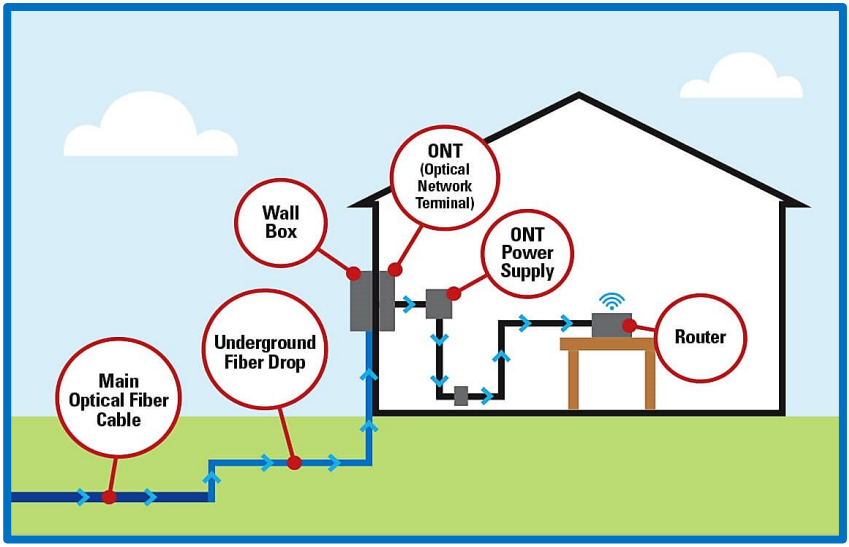
O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

A PDHOnline Approved Continuing Education Provider (USA)

Fibras Ópticas
Fundamentos & Instalação



1. INTRODUÇÃO:

2. CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS:

3. PRINCÍPIOS DAS FIBRAS ÓPTICAS:

4. TESTE DE FIBRAS ÓPTICAS:

5. ATIVOS DE FIBRAS ÓPTICAS:

6. FIBER TO THE HOME SYSTEMS:

7. LINKS & REFERENCES:

I. INTRODUÇÃO:

Sistemas de Redes: De acordo com o Thesaurus Dictionary é "qualquer sistema complexo e interligado". Em telecomunicações, a rede é um "*sistema contendo qualquer combinação de computadores, impressoras, terminais, dispositivos para áudio, vídeo e telefones, interconectados por cabos para transmitir ou receber informações*". Para rádio e televisão, "*é um conjunto de estações transmissoras ligadas por fios ou microondas, de modo que um mesmo programa possa ser transmitido*", e para eletricidade, "*é um arranjo de elementos condutores conectados por fios condutores, como resistores, capacitores ou indutores*".



Uma rede de telecomunicações pode consistir em dois computadores ou milhões de computadores conectados por cabos, fibras óticas ou mesmo sem fio espalhados por uma grande área geográfica, como linhas telefônicas, equipamentos ativos, rádio, televisão e todos os dispositivos visuais ou de comumicação. A Internet é um exemplo de uma rede muito grande. Os padrões de cabeamento são usados internacionalmente, publi-

cados pela ISO/IEC, NEC, CENELEC, NEMA e pela Telecommunications Industry Association (TIA). O BICSI (Building Industry Consulting Service International) é um instrutor independente reconhecido de instaladores de cabeamento estruturado de computador, com documentos de melhores práticas e fabricantes independentes, design e instalação, também desempenha um papel importante com líderes da indústria no desenvolvimento e design de padrões dos EUA.

Cabos de Fibra Óptica: É o foco principal deste estudo, e sua utilização para operação de equipamentos, como computadores, instrumentos, máquinas, processos de fluxo e outras aplicações incluindo ou não, cabos de energia elétrica e automação. Os cabos de fibra ótica são usados hoje principalmente em sistemas de automação por diversos meios, incluindo mecânicos, hidráulicos, pneumáticos, elétricos, eletrônicos e computadores, e geralmente em uma combinação completa, aplicados em praticamente todos os tipos de sistemas de fabricação e montagem.

Alguns dos processos incluem geração de energia elétrica, refino de petróleo, produtos químicos, siderúrgicas, fábricas de plásticos, fábricas de cimento, fábricas de fertilizantes, fábricas de celulose e papel, montagem de automóveis e caminhões, produção de aeronaves, fabricação de vidro, fábricas de separação de gás natural, alimentos e bebidas processamento, enlatamento e envase e fabricação de vários tipos de peças. Robôs e cabeamento de fibra são especialmente usados em aplicações perigosas, como pintura em spray de automóveis e montagem de placas de circuitos eletrônicos. A soldagem automotiva é feita com robôs e soldadores automáticos são usados em aplicações como tubulações.

A fibra ótica e a tecnologia auxiliada por computador estão bem interconectadas, sendo comumente usadas para criar sistemas complexos, incluindo Projeto Assistido por Computador (CAD) e Manufatura Assistida por Computador (CAM). Hoje os Comtroladores Lógicos Programáveis (CLPs) usam **cabos de fibra ótica** para melhorar a sincronização e melhor fluxo de entradas dos sensores e fluxo de saídas para atuadores e máquinas. As Interfaces Homem-Máquina (IHMs) são geralmente usadas para se comunicar com CLPs e outros computadores.

A **International Society of Automation** (ISA), fundada em 1945, é uma organização líder global sem fins lucrativos, que define padrões de cabeamento e intertravamento para automação industrial, certifica profissionais, fornece educação e treinamento, publica livros e artigos técnicos e organiza conferências e exposições para profissionais de automação. (www.automationfederation.org).

II. CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS:

Desenvolvimento da Fibra Óptica: A invenção do laser no início dos anos 1960 gerou um campo de engenharia conhecido como **optoeletrônica**, que cresceu de forma constante nas décadas de 1980 e 1990. Desde que as fibras ópticas foram desenvolvidas, essa tecnologia representou uma revolução na forma de transmitir informações. As **fibras ópticas** têm sido utilizadas para transmitir sinais de voz, televisão e dados por meio de ondas luminosas, por meio de fios finos e flexíveis, constituídos de vidro ou plástico.

O estudo de cabos de fibra ótica, eletrônica e telecomunicações vem sendo muito importante para o entendimento dos equipamentos óticos e infraestruturas de rede atuais. Muitos engenheiros acreditavam que os sistemas sem fio seriam mais

úteis para transmitir informações pelo ar, mas logo aprenderam que paredes, pilares, nuvens e outras condições atmosféricas às vezes bloqueiam as ondas. A melhor alternativa é realmente enviar a luz do laser pelas fibras de vidro (semelhante aos sinais elétricos enviados pelos fios de cobre).

Linha do tempo da fibra óptica:

1621: Snell Willebrod descobriu que quando a luz passa por dois meios, mudanças de direção (refração).
1678: Christian Huygens modelou a luz como uma onda.
1792: Claude Chappe inventou uma transmissão mecânica para longas distâncias B < 1 bps).
1800: Sir William Herschel descobriu o infravermelho.
1830: O código Morse do telégrafo alcançou 1.000 milhas.
1840: Daniel Colladon e Jacques Babinet demonstraram a luz guia de refração, que tornou possível a fibra ótica, em Paris.
1852: John Tyndall incluiu uma demonstração da refração da luz em suas palestras públicas em Londres.
1866: Primeira transmissão telegráfica transatlântica por cabo.
1876: Invenção do telefone analógico Graham Bell.

1926: John Logie Baird patenteia uma TV colorida primitiva que usava bastões de vidro para transportar a luz.
1930: Heinrich Lamm, um médico judeu alemão-americano desenvolveu o primeiro **feixe flexível de fibra óptica** capaz de transmitir imagens para verificar partes inacessíveis dentro do corpo humano, mas a qualidade da imagem era ruim.
1940: Um cabo coaxial transporta até 300 chamadas telefônicas ou um canal de TV com portadora de 3 MHz.
1950: Pesquisadores começam a sugerir o uso de uma casca ao redor da fibra para guiar a luz. O primeiro "fiberscópio" foi desenvolvido, mas o custo era proibitivo.

1953: Harold Hopkins, um físico britânico, e Narinder Singh Kapany, um físico nascido na Índia, conseguiram fazer **feixes de transmissão de imagens com mais de 10.000 fibras** e alcançaram a transmissão de imagens através de um **comprimento de 75 cm**, com vários milhares de fibras, no Imperial College em Londres. Em 1960, Kapany fundou a Optics Technology Inc. e a Kaptron Inc. em 1973, presidente e CEO até 1990, quando vendeu a empresa para a AMP Incorporated.

1964: Charles Kuen Kao um engenheiro elétrico chinês e seus colegas de trabalho foram pioneiros na realização da fibra ótica como um meio de telecomunicações, demonstrando que a alta perda de fibra ótica existente surgiu de impurezas no vidro.

1965: Charles K. Kao e George A. Hockham da empresa britânica Standard Telephones and Cables (STC) promoveram a ideia de que a atenuação em fibras ópticas poderia ser reduzida abaixo de **20 dB/km** seria possível, pelo menos teoricamente, transmitir sinais em longas distâncias com repetidores, com apenas **1% da luz** após **1 km** de viagem.

1968: As fibras tiveram uma perda de 1000 dB/km.

1970: A Corning Glass produziu alguns metros de fibras ópticas, com perdas de no máximo **20 dB/km**.

1973: Um link de telefone de fibra ótica foi instalado nos EUA.

1976: Bell Laboratories instalou um **enlace telefônico de 1 km em Atlanta**, e provou ser possível a fibra ótica para telefonia, mesclando com técnicas comuns de transmissão. O primeiro link de fibra ótica foi instalado em Hastings (Reino Unido). Em seguida, a Traffic Rank Optics em Leeds (Reino Unido) fabricou **fibras de 110 mm** para iluminação e decoração.

1978: Inicia-se a fabricação de fibras ópticas em vários pontos do mundo, com perdas menores que **1,5 dB/km**.

1986: David N. Payne da Universidade de Southampton e Emmanuel Desurvire da Bell Labs desenvolveram o "**amplificador de fibra dopada com érbio**", que reduziu o custo de sistemas

de fibra de longa distância reduzindo ou eliminando repetidores óptico-elétrico-ópticos.
1988: O primeiro cabo submarino de fibra ótica mergulhou no oceano e deu início ao mais alto sistema de informação.

1990: São introduzidos os amplificadores ópticos (EDFA – Erbium-Doped Fiber Amplifiers), aumentando a estabilidade da comunicação com baixo risco de perda de conexão.
1993: Fibra no loop (FITL) foi integrada aos sistemas de rede da Alemanha, expandiu as redes pré-existentes e serviu de plataforma para a introdução de serviços multimédia.
1994: Serviços de vídeo sob demanda, streaming e multimídia com amplificadores de fibra dopados com érbio foram acoplados com multiplexação por divisão de comprimento de onda densa (DWDM), as velocidades de transferência de dados aumentaram de cerca de 2,5 Gbps para cerca de 100 Gbps.
1997: Os sistemas de fibra fornecem conexão cerca de **10 vezes mais rápida** do que a fiação de cobre. Fibras **multimodo, monomodo** ou ainda mais complexas preenchem papéis diferentes nas telecomunicações, fazendo com que a seleção da fibra seja um elemento central do custo do sistema de fibra.

2002: A mudança de fase diferencial da primeira chave demonstrada (DPSK) da Bell Labs para transmissão de longa distância de 40 Gb/s (4.000 km).
2003: O Setor de Padronização de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T) padronizou as Redes Ópticas Passivas Gigabit (G-PON).
2004: Michael Taylor da University College London introduziu o conceito de detecção óptica coerente baseada em DSP.
2009: O conceito de supercanal foi introduzido e demonstrado experimentalmente em 1,2 Tb/s pelo Bell Labs.
2010: Rene Essiambre, da Bell Labs, estudou o limite de Shannon para transmissão de fibra óptica não linear. As redes

ópticas passivas com capacidade de 10 Gigabit (XG-PON) foram padronizadas pela ITU-T.
2012: O WDM de rede flexível foi padronizado pela ITU-T
2018: A Lumentum desenvolveu o interruptor seletivo de comprimento de onda (WSS) M × N incolor e sem direção (CDC).
2019: A Huawei Technologies demonstrou a transmissão super-banda C com largura de banda óptica de 6 THz.

Natureza e Velocidade da Luz: A luz pode apresentar características de particulados e ondas (energia), e em alguns casos, aparecer como **fótons**, que se parecem com um feixe ou partículas eletromagnéticas que mover em alta velocidade. A teoria da luz como partícula é descrita como uma luz que atinge a superfície de certos sólidos e causa a emissão de elétrons. Muito antes de outros físicos, **Galileu** fez a primeira tentativa de medir a velocidade de propagação da luz, da seguinte forma: ele e seu assistente subiram ao topo de dois morros, com distância de cerca de **um quilômetro**, cada um armado com uma lanterna e um anteparo para cobri-lo.

Galileu pretendia medir o tempo necessário para a l**uz percorrer o dobro da distância entre dois observadores**. O tempo inicial de sua visão da luz com o outro observador seria o tempo necessário para o ir e vir da luz entre os dois observadores. No entanto. Galileu não obteve nenhum valor para a velocidade da luz, porque a **velocidade** é tão grande que o intervalo de tempo a ser medido é muito menor do que as flutuações do tempo de resposta dos observadores.

Ole Roemer (1644 – 1710), astrônomo dinamarquês, através de observações astronômicas sobre o período de rotação de uma das luas de Júpiter, obteve a **primeira indicação** real da **velocidade da luz**, em **1675**. Hippolyte Louis Fizeau (1819 – 1896) um físico francês fez a **primeira medição** astronômica

da **velocidade da luz**, em **1849**. Jean Bernard Léon Foucault (1819 – 1868) um físico francês também fez uma das primeiras medições da velocidade da luz, em 1850. No entanto, Foucault é mais conhecido por sua demonstração do pêndulo de Foucault, um dispositivo que demonstra o efeito da rotação da Terra, descobriu as correntes parasitas e também é creditado com a invenção do giroscópio.

Ondas Eletromagnéticas: James Clerk Maxwell (1831 – 1879) um cientista escocês formulou a **teoria clássica** da radiação eletromagnética, reunindo pela primeira vez **eletricidade, magnetismo e luz** como diferentes manifestações do mesmo fenômeno. Com a publicação de "**A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field**" em 1865, Maxwell demonstrou que os campos elétrico e magnético viajam pelo espaço **como ondas que se movem à velocidade da luz**. Ele descreve que a velocidade de uma onda eletromagnética no vácuo está relacionada a uma constante elétrica, determinada pela medição de um capacitor com placas planas paralelas, e uma constante magnética, que está relacionada à **unidade SI** de corrente elétrica. A teoria eletromagnética de Maxwell também trata a **luz** como uma **onda eletromagnética**.

Ondas eletromagnéticas são geradas pela aceleração de cargas elétricas e incluem luz visível, ondas de rádio, raios gama, radar, micro-ondas e outras radiações eletromagnéticas, envolvendo a propagação de ondas de campos elétricos e magnéticos através do espaço. Precisamente, **a velocidade da luz foi medida em 299.792.500 m/s**, mas para a maioria das aplicações práticas é aproximada a **300.000.000 m/s ou 300 km/s**. O comprimento de onda é comumente medido em unidades métricas. Cada medida tem sua própria unidade de medida. A frequência é medida em ciclos por segundo (CPS) ou Hertz (Hz).