

## OTDR – O QUE É E COMO FUNCIONA?

O objetivo deste artigo é descobrir o que é, como funciona e para que serve o equipamento de teste utilizado em telecomunicações, denominado OTDR.

### 1. INTRODUÇÃO AO OTDR

Um reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR – Optical Time Domain Reflectometer) é um testador de fibra óptica geralmente utilizado para a caracterização de fibras e redes ópticas. O objetivo de um OTDR é detectar, localizar e medir eventos ocorridos em qualquer parte do link de fibra. Um dos principais benefícios de um OTDR é que ele funciona como um sistema de radar unidimensional, permitindo a completa caracterização da fibra a partir de uma única extremidade da fibra. A resolução de um OTDR geralmente varia de 4 centímetros a 40 metros.

Um OTDR gera informação geográfica sobre perdas localizadas e eventos reflexivos, fornecendo para os técnicos um registro permanente das características da fibra, que pode ser usado como o desempenho inicial da fibra para futuras referências.

### 2. FENÔMENOS DA FIBRA

A capacidade do OTDR de caracterizar uma fibra baseia-se na detecção de pequenos sinais que são retornados para ele em resposta à injeção de pulsos, um processo semelhante à tecnologia dos radares. Sendo assim, o OTDR depende de dois tipos de fenômenos ópticos: espalhamento Rayleigh e reflexões de Fresnel. As diferenças entre ambos são as seguintes:

- Espalhamento Rayleigh é intrínseco ao próprio material da fibra e está presente ao longo de todo o comprimento da fibra. O espalhamento Rayleigh é uniforme ao longo do comprimento da fibra, portanto, suas descontinuidades podem ser usadas para identificar anomalias na transmissão ao longo do link de fibra.
- Reflexões de Fresnel, por outro lado, são eventos pontuais e ocorrem apenas quando a fibra entra em contato com o ar ou com outro meio, como uma conexão mecânica, uma emenda ou ambos.

#### a. ESPALHAMENTO DE RAYLEIGH E RETROESPALHAMENTO

Ao injetar um pulso de luz na fibra, alguns fótons de luz se espalham em direções aleatórias devido a partículas microscópicas da fibra, um efeito conhecido como espalhamento Rayleigh. Este efeito fornece informação de amplitude e tempo ao longo do comprimento da fibra. Além disso, uma parte da luz é espalhada de volta no sentido oposto à direção do pulso, sendo então chamada de retroespalhamento.

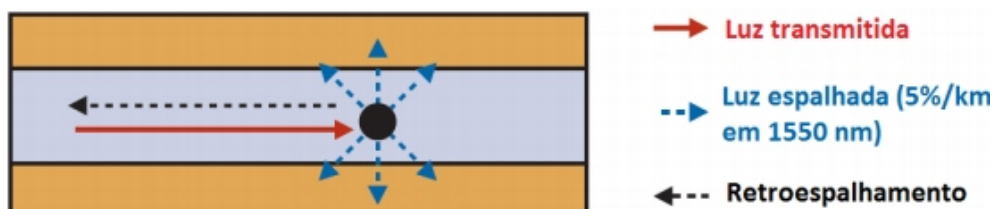


Figura 1 – Espalhamento Rayleigh

## b. REFLEXÃO DE FRESNEL E REFLEXÃO DE RETORNO

A reflexão de Fresnel ocorre quando a luz reflete no limite entre dois materiais ópticos, tendo cada um diferentes índices de refração. Este limite pode ocorrer em uma junção (conector ou emenda mecânica), numa extremidade da fibra não terminada ou em uma ruptura da fibra.

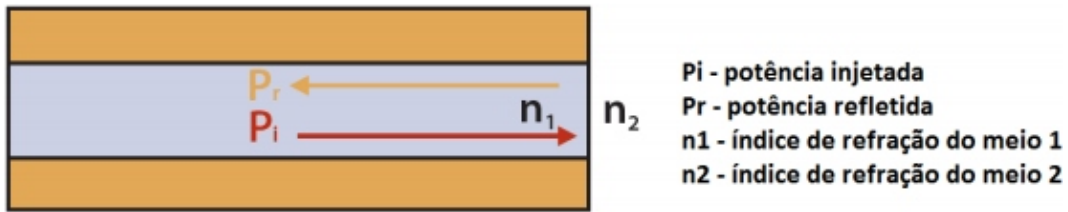


Figura 2 – Reflexões de Fresnel

## 3. A TECNOLOGIA DO OTDR

O OTDR injeta luz na fibra por meio de um diodo laser e um gerador de pulsos. Um acoplador, alimentado por um fotodiodo, separa a luz que retorna do sinal injetado. O sinal óptico é convertido em um valor elétrico, amplificado, amostrado e exibido em um display.

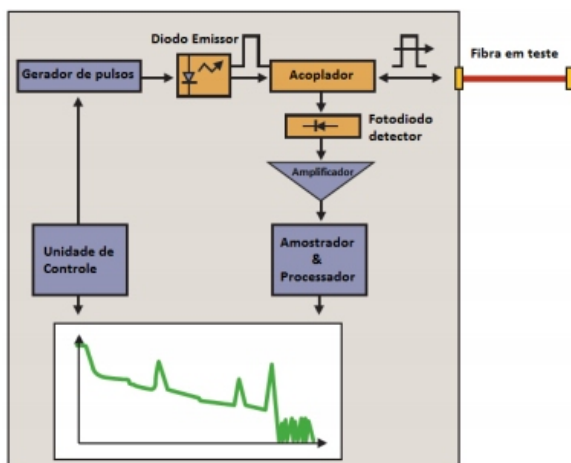


Figura 3 – Diagrama de blocos de um OTDR

### a. DIODOS EMISSORES

Diodos emissores são selecionados de acordo com o comprimento de onda central (ou de pico), a largura espectral do comprimento de onda e a potência de saída.

**Comprimento de onda central:** o comprimento de onda central é o comprimento de onda no qual a fonte emite a maior potência. Deve refletir as especificações de comprimento de onda de teste, por exemplo, 850, 1300, 1310, 1550 e 1625 nm.

**Largura espectral:** a luz é emitida num intervalo de comprimentos de onda centrada em torno do comprimento de onda central. Este intervalo é chamado de largura espectral da fonte.

**Potência de saída:** para melhores resultados, o máximo de potência da fonte deve ser acoplado à fibra. O requisito chave é que a potência de saída da fonte deve ser forte o suficiente para fornecer energia para o detector na ponta receptora.

Os dois principais tipos de diodos emissores de luz utilizados pelos OTDR são os diodos emissores de luz (LEDs) e os diodos laser.

## Diodos Emissores de Luz (LEDs)

Um diodo emissor de luz (LED) é um dispositivo semicondutor que emite um espectro estreito de luz. Este efeito é uma forma de eletroluminescência. Em geral, os LEDs são menos poderosos do que lasers, mas são muito menos dispendiosas. LEDs são usados principalmente em aplicações de OTDR multimodo (850 e 1300 nm).

## Diodo Laser

Um laser (amplificação de luz por emissão estimulada de radiação) é uma fonte óptica, que emite um feixe de fótons em um feixe coerente. A luz do laser consiste de um único comprimento de onda emitido em um feixe estreito.

## b. GERADOR DE PULSOS

O gerador de pulsos controla o diodo laser, que envia potentes pulsos de luz (de 10 mW a 1 W) para a fibra. Estes pulsos podem ter uma largura na ordem de 2 ns a 20 ms e uma frequência de repetição de pulso de vários quilohertz. Os técnicos podem definir a duração do pulso (largura de pulso) para diferentes condições de medição. A taxa de repetição dos pulsos é limitada à velocidade em que o retorno do pulso é completado.

## c. FOTODIODOS

Os fotodiodos de um OTDR são projetados especificamente para medir níveis extremamente baixos da luz que retorna (retroespalhamento), algo em torno de 0,0001% do que o diodo laser envia. Fotodiodos devem ser capazes de detectar a potência de pulsos refletidos de luz, que pode causar problemas ao analisar os resultados de um OTDR. A largura de banda, sensibilidade, linearidade e faixa dinâmica do fotodiodo juntamente com o seu circuito de amplificação são cuidadosamente selecionados e concebidos para compatibilidade com os requisitos necessários de largura de pulso e níveis de potência retornados a partir da fibra.

## d. UNIDADE DE CONTROLE E BASE DE TEMPO

A unidade de controle é o cérebro do OTDR. Ela lê todos os pontos amostrados, realiza os cálculos de média, os plota como uma função logarítmica do tempo e, em seguida, exibe o traço resultante na tela do OTDR. A base de tempo controla a largura do pulso, o espaçamento entre pulsos subsequentes, bem como a amostragem do sinal. Várias passagens são utilizadas para melhorar a relação sinal/ruído (SNR) do traço resultante.

Porque o ruído é pontos aleatórios, muitos dados a uma dada distância são adquiridos e em média, permitindo que o nível de ruído a média para fora e aproximar-se de zero. Os dados resultantes representam mais precisamente o retroespalhamento ou nível de reflexão em um determinado ponto. Um OTDR pode adquirir até 128.000 pontos de dados e pode disparar milhares de pulsos. Portanto, é imperativo que o processador utilizado seja muito poderoso, fornecendo aos técnicos um desempenho rápido para medição e análise.

O display do OTDR mostra uma escala vertical de atenuação em decibéis (dB) e uma escala horizontal da distância em quilômetros (km). Inúmeros pontos de aquisição são plotados, representando fielmente o retroespalhamento da fibra em teste.

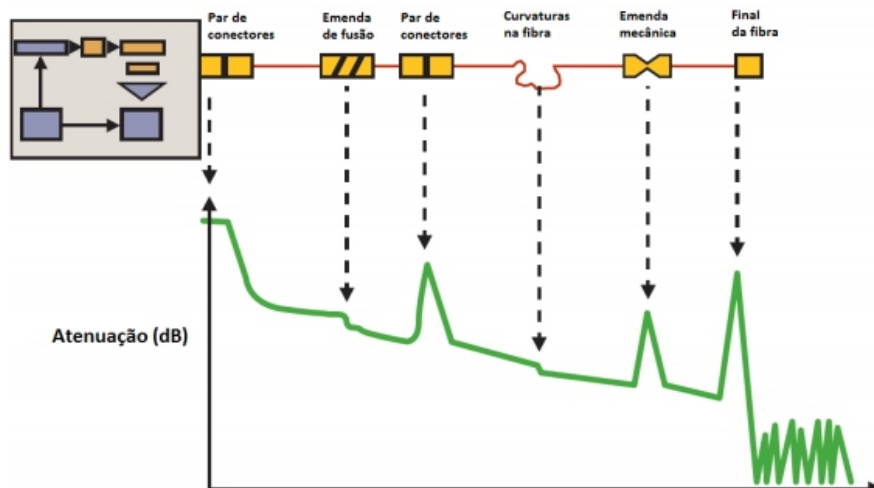


Figura 4 – Traço de um OTDR