

Caracterização do EDFA através do Ganho por Reflectometria Óptica

Cipriano, E. A.

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
eliel_pac@hotmail.com

Nascimento, J. F.

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
jehan@poli.br

Resumo *Neste trabalho, apresentamos o resultado da caracterização do EDFA através do ganho utilizando técnica de reflectometria óptica. O resultado disto vai permite a determinação do ganho num sistema sensor amplificado à base de fibras ópticas, que também usa técnica de reflectometria para monitorar níveis de pressão, temperatura, corrosão e outros.*

Abs-tract *In this paper, we present the result of EDFA characterization through gain using optical reflectometry technique. This result will allow the determination of gain in an amplified sensor system of optical fiber that also uses reflectometry technique to monitor the levels of pressure, temperature, corrosion and others.*

1 Introdução

Os amplificadores ópticos de fibra dopada com Érbio (EDFA) estão aos poucos substituindo os tradicionais repetidores eletrônicos, pois possuem elevada largura de banda, baixo custo, são compactos, e consomem pouca energia elétrica. Já que não necessita do uso de componentes eletrônicos para restaurar o sinal óptico propagado numa fibra convencional, o EDFA permite amplificar este sinal através da interação da luz proveniente de um laser de bombeio com os íons de Érbio. Tudo isto acontece ao longo de toda extensão do EDFA [1].

A funcionalidade do EDFA é aplicada basicamente em sistemas ópticos à base de fibras ópticas, tais como: Redes com comunicações ópticas e sensores ópticos. Neste trabalho, destacaremos a caracterização do EDFA através do ganho, pois este resultado é importante na implementação de regeneradores ópticos em tais sistemas ópticos citados. O fato de usarmos técnicas de reflectometria consiste na construção de sensores ópticos amplificados [2].

2 Geração da ESA

Os EDFAs são muito utilizados atualmente, pois eles podem amplificar comprimentos de onda nas bandas C e L (1530 nm a 1620 nm) sem causar interferência entre eles e também para estes comprimentos de onda, a atenuação numa fibra óptica convencional é baixa. Por este motivo, as bandas C e L são utilizadas pelas empresas de comunicações. O ganho no EDFA depende de alguns fatores tais como: concentração dos íons de Érbio na fibra dopada, comprimento da fibra dopada, potência de bombeio injetada, efeito térmicos entre outros [3]. A interação entre laser de bombeio com o EDFA vai gerar a Emissão Espontânea Amplificada (ESA), como mostra a figura 1.

Na figura 1, temos o íon de Érbio quando está sob a influência de um campo eletromagnético sofre transições entre seus auto-estados de energia, e emite luz. Estas transições se tratam de saltos entre níveis de energia de um auto-estado (N_1) para outro auto-estado com mais alta energia (N_2) e resulta na emissão de luz no decaimento do estado excitado para o estado fundamental [1].

A explicação do processo de amplificação pode ser simplificada se analisarmos a situação em que uma onda eletromagnética atravessa um sistema em que pode assumir dois níveis de energia, onde o aumento da largura da linha é homogêneo e o bombeamento continua uniforme. Este processo mostrado na figura 1, onde a onda incidente ao se propagar neste meio é amplificada devido à maior quantidade de elétrons estarem no estado com maior energia ($N_2 > N_1$).

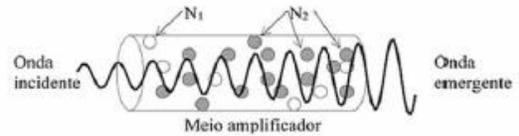


Figura 1: Análise da amplificação do sinal óptico.

3 Aparato Experimental

A caracterização do ganho no EDFA usando o Reflectômetro Óptico no Domínio do Tempo (OTDR) é dada pelo arranjo experimental mostrado pela figura 2. A composição desse arranjo se trata de um OTDR, filtro de interferência com largura de banda de 1.0 nm, acoplador óptico, laser de bombeio, WDM e EDFA.

Neste arranjo o pulso gerado pelo OTDR passa por uma extensão de 2 km de fibra até atingir o acoplador direcional que divide a energia em duas partes iguais. No caso uma metade da energia do pulso se propagará no braço (1) e a outra metade é direcionada ao braço (2) de referência. O laser de bombeio semiconductor de 980 nm (Comprimento de onda) interage com EDFA amplificando parte do pulso provido do OTDR. Através da reflexão os dois pulsos retornam e são registrados pelo OTDR, mas antes que isso ocorra os dois pulsos passam pelo filtro de interferência para que o ruído da ESA seja reduzido [6]. O cálculo do ganho neste sistema é dado pela diferença em os picos (1) e (2) em dB, como mostra a figura 3. Ainda na figura 3, observamos o gráfico obtido pelo OTDR a partir do esquema mostrado na figura 2. Neste gráfico, podemos observar as reflexões dos pontos 1 e 2, e pela diferença entre esses dois pontos é possível determinar o ganho, que para este caso foi 15 dB com uma potência laser de bombeio de 17 mW. Também observamos na figura 3 a presença de outro pico que surgiu devido à reflexão entre a fibra óptica padrão e o EDFA, já que as mesmas possuem núcleos com diâmetros diferentes.

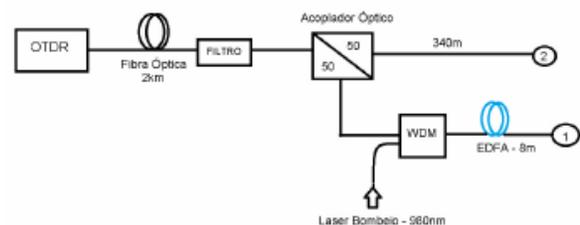


Figura 2: Montagem para a caracterização do EDFA através do ganho.

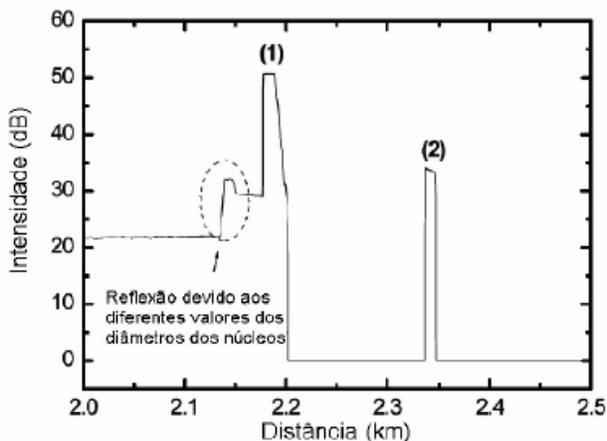


Figura 3: Gráfico mostrado pelo OTDR para o esquema mostrado na figura 2.

4 Resultados Finais e Discussões

Na figura 4, variamos a largura temporal do pulso de prova gerado pelo o OTDR e podemos dizer que o pulso de prova (baixa intensidade) não interfere destrutivamente no processo de amplificação do mesmo. Ainda na figura 4, observamos que com o aumento da potência do laser de bombeio, o ganho também irá aumentar até atingir o regime de saturação. Para baixas potências o ganho é negativo devido à absorção no EDFA e acima de 20 mW o ganho passa a ser máximo 20 dB.

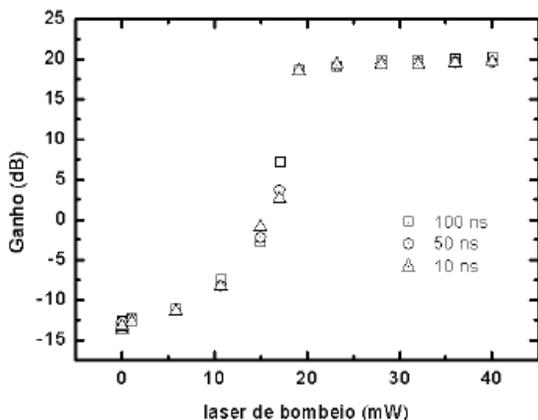


Figura 4: Relação entre o ganho e a potência do laser de bombeio de 980 nm.

5 Conclusões

Na caracterização do EDFA, obtemos um ganho de 20 dB usando a técnica de reflectometria óptica, que é muito utilizada na construção de sensores ópticos à base de fibra óptica. Também observamos que o pulso de prova (para diferentes larguras temporais e conseqüentemente para

diferentes energias) proveniente do OTDR não influencia no processo de amplificação do mesmo. Este resultado servirá como parâmetro na construção de sensores ópticos amplificados à base de fibra óptica, onde precisamos saber a potência de entrada no EDFA em um dado ponto do sistema e associá-lo ao respectivo ganho no EDFA.

6 Agradecimentos

Agradecemos a Escola Politécnica de Pernambuco – POLI - UPE através de seu programa de Iniciação Científica e ao Departamento de Eletrônica e Sistema – DES – UFPE por nos permitir usa as estruturas de seus laboratórios de pesquisa.

Referências

- [1] CHITZ, Edson. “Otimização de amplificadores ópticos a fibra dopada a partir de simulação”. Curitiba, 2000. Tese (Mestrado em Telemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.
- [2] NASCIMENTO, J.F.; ARCANJO, E.C.; Joaquim F. Martins Filho; Silva, M. “Characterization of an Amplified OTDR Fiber-optic Multipoint Sensor System”. In: IMOC, 2011.
- [3] CLEIDE NIELLE SOUZA NEVES, “Análise de Redes Ópticas WDM com Amplificadores EDFA e Raman Utilizando o Software Optisystem”, Belém, 2007.
- [4] NASCIMENTO, J. F.; GUIMARAES, J.; Carlos E. S. Marciel; Daniel L. Fontana; Eduardo Fontana; Joaquim F. Martins Filho; Isnaldo J. Souza Coêlho. “Influência da Rugosidade na Resposta de Sensores de Corrosão à Base de Fibra Óptica”. In: momag, 2010, Vila Velha – ES.