

Introdução

Os amplificadores ópticos a semicondutores (SOA), são dispositivos muito utilizados em redes de comunicações ópticas, não só amplificando sinais ópticos, mas também utilizados para processamento do sinal no domínio totalmente óptico.

Construído a partir de uma cavidade *laser*, o SOA, na **Fig. 1**, é um dispositivo optoeletrônico que sob certas condições de operação pode amplificar um sinal luminoso de entrada [6]. Enquanto uma corrente externa provê a energia necessária para que haja ganho, a região ativa se encarrega de gerar o ganho a um sinal de entrada. Uma camada de guia de onda é usada para confinar o sinal na região ativa e o sinal de saída é acompanhado de um ruído intrínseco ao sistema.

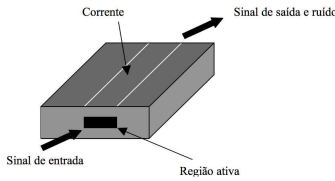


Figura [1] – Esquema da arquitetura de um SOA

Em SOAs, quando dois sinais ópticos passam pela cavidade ativa do dispositivo, há batimento das duas ondas que modulam a densidade de portadores na cavidade ativa que por sua vez causa uma variação do índice de refração tornando-o em um índice não-linear, e sua interação gera o aparecimento de novas componentes de frequência.

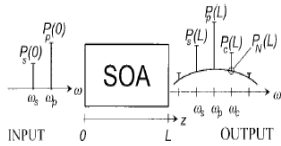


Figura [2] – FWM em SOA [14].

A **Fig. 2** mostra um esquema básico de FWM. Dois sinais ópticos, sendo um de bombeio e outro contendo a informação, são injetadas no SOA com mesmo estado de polarização. Os valores ω_p e ω_s são suas frequências e as potências ópticas são $P_p(0)$ e $P_s(0)$ para os sinais de bombeio e informação, respectivamente. Devido ao batimento, entre ω_p e ω_s há o aparecimento de um terceiro sinal com frequência ω_c .

Metodologia

Estudar e caracterizar o batimento de quatro ondas em SOAs para obter um limite de operação linear, através de simulação em software (*OptiSystem*, da empresa *OptiWave*) de um sistema WDM de oito canais. Observar com isso o comportamento do sistema com relação à variação de parâmetros como: potência do canal na entrada (dBm), espaçamento entre os canais (nm), taxas de transmissão (Gbps) e tipo de formato do pulso (NRZ e/ou RZ). E também se implementou um sistema parecido ao montado no software, no laboratório LAPCOM no DMO da UNICAMP,

onde procurou-se estudar a eficiência do batimento de quatro ondas no SOA.

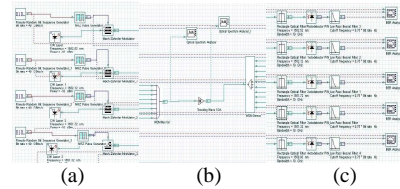


Figura [3] – Circuito WDM 8x1 montado no software OptiSystem – (a) transmissor (b) mux, amplificador e demux (c) receptor

Resultados e Discussões

Os resultados obtidos com as simulações e experimentos relacionam-se com os parâmetros estudados de acordo com suas variações.

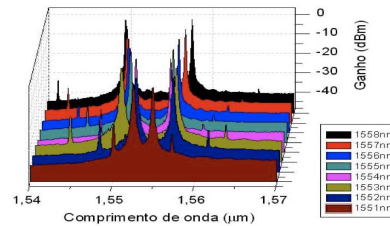


Figura [4] – Variação do comprimento de onda para 10dBm de potência.

A **Fig. 4**, experiência realizada no LapCom da Unicamp, mostra o aparecimento do batimento de quatro ondas e seu tamanho ou eficiência (pico de potência da raia lateral), para diferentes espaçamentos entre os dois canais de entrada. Nesse caso a potências dos canais estão fixas e, percebe-se que os tamanhos das raia laterais diminuem conforme o espaço entre os canais aumenta.

Observou-se também que os tamanhos das raia laterais aumentaram conforme a potência de entrada do canal foi aumentando.

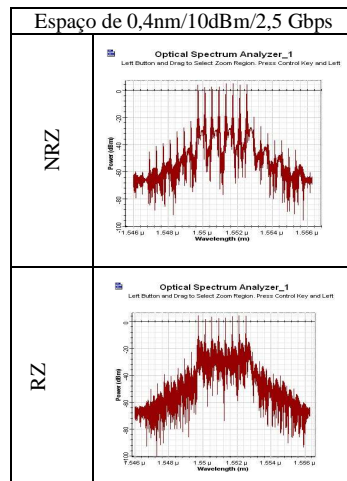


Figura [5] - Espectro para os formatos NRZ e RZ depois do SOA, fixo na taxa de transmissão e potência de entrada.

A **Fig. 5** representa os espectros de uma simulação no software com canais espaçados de 0,4 nm, potência de entrada de 10dBm, taxa de 2,5 Gbps e formatos de pulso NRZ e RZ.

O formato NRZ apresentou os melhores resultados em todas as simulações em relação ao RZ, pois apresentar uma eficiência espectral melhor. As potências das raia laterais aumentaram com o aumento da potência de entrada, pois são uma combinação do produto entre as potências de entrada. As potências das raia laterais também aumentaram quando se diminui o espaço entre os canais, pois assim a interação entre as ondas dos sinais e maior, ou seja, mais energia é jogada para as bandas laterais dentro dos meios não-lineares.

Com o aumento da taxa de transmissão, as potências das raia aumentaram, pois quanto maior a taxa maior era a potência que chegava ao SOA.

Conclusão

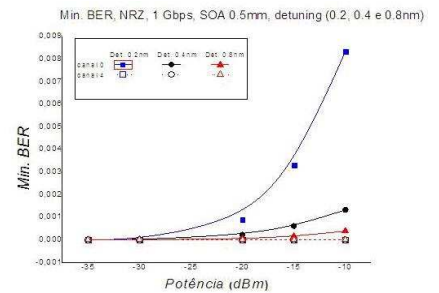


Figura [6] – Gráfico de mínima taxa de erro de bit (BER)

Ao caracterizar o batimento de quatro ondas (FWM) em SOA buscando um limite linear de operação, foram estudados parâmetros como a potência e espaçamento dos canais de entrada, bem como a relação desses parâmetros com a taxa de transmissão, formato do pulso e tamanho do comprimento do SOA. Uma operação linear pode ser conseguida quando se usa baixas potências, poucos canais, SOA com menor tamanho, baixas taxas de transmissão, um formato de pulso mais adequado e espaçamento maior entre os canais.

A **Fig. 6** ilustra o melhor resultado conseguido nas simulações, o que define nesse caso uma boa operação linear. Isso significa que para redes ópticas a velocidade de transmissão será diretamente afetada e, conseqüentemente redução de sua capacidade de transmitir um número maior de informação. Para se conseguir uma rede óptica com alta velocidade, é necessário haver um controle, um estudo maior de desses parâmetros, na tentativa de aumentar a velocidade dessa rede, buscando utilizar dispositivos que venham manter uma “boa” operação linear do SOA e, com isso garantir boa eficiência e “confiança” dessa rede.