

CARACTERIZAÇÃO DA INTERMODULAÇÃO CRUZADA DE GANHO EM AMPLIFICADORES ÓPTICOS A SEMICONDUTOR: OTIMIZAÇÃO PARA CONVERSÃO DE COMPRIMENTO DE ONDA

Autores: C. A. N. Oliveira – negri.oliveira@gmail.com
 C. M. Gallep – gallep@ceset.unicamp.br
 CESET/UNICAMP
 Pibic/CNPq
 SOA – XGM – Fotônica

INTRODUÇÃO

As redes ópticas atuais são compostas de conexões no domínio óptico, mas a maioria das funções de processamento ainda é realizada no domínio elétrico. Para a implementação de redes totalmente ópticas, pesquisas na área de dispositivos totalmente ópticos, responsáveis pelo processamento nestas redes, têm sido vistas com especial interesse.

A evolução das redes (Ex: redes WDM), dependerá de componentes de alto desempenho para a realização de funções no domínio totalmente óptico. Componentes baseados em SOAs (Semiconductor Optical Amplifiers) são interessantes meios de obtenção de subsistemas capazes de realizar estas funções.

Ao se operar o SOA com um sinal de entrada alto o suficiente de modo a atingirem-se níveis de saturação, a densidade de portadores varia significativamente, provocando a variação do ganho e do índice de refração da cavidade. Tal comportamento é não linear, causando efeitos indesejáveis, principalmente no que se refere à amplificação simultânea e à mistura de canais em sistemas FDM (Frequency Division Multiplexing) e WDM (Wavelength Division Multiplexing).

Apesar de apresentarem efeitos indesejáveis na amplificação multicanal, essas não-linearidades têm sido identificadas como fontes potenciais para a obtenção de funções, que serão aplicadas principalmente no processamento de sinais no domínio óptico.

Neste contexto, o princípio da modulação cruzada de ganho XGM é demonstrado na Fig. 1. Um sinal modulado em amplitude, de comprimento de onda λ_1 , é injetado em um amplificador e modula o ganho do SOA devido à sua saturação. Um segundo sinal, de onda contínua (CW), em um comprimento de onda λ_2 previamente escolhido, é também injetado no amplificador. Este sinal é então modulado pela variação do ganho do SOA. Desta maneira, o sinal de saída em λ_2 terá a mesma informação que o sinal em λ_1 (com inversão de fase). Um filtro na saída do SOA pode eliminar o sinal em λ_1 (esquerda co-propagante). O esquema contra-propagante permite que o sinal de entrada seja convertido em um sinal de mesmo comprimento de onda (possibilitando a não conversão). Neste caso, o filtro não é utilizado. Nos dois casos, o sinal de saída aparece invertido (defasado de 180°) com relação ao sinal de entrada.

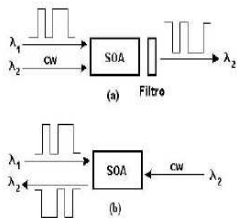


Fig. 1 - (a) Esquema XGM co-propagante. (b) Esquema XGM contra-propagante.

Levando em consideração as equações de taxa que governam a densidade dos portadores no SOA e estabelecendo um sinal de dados incidente com uma variação no tempo de potência P_{Sinal} , o ganho instantâneo $G(t)$ deste SOA é expresso pela seguinte forma:

$$G_t(t) = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{G_0}\right) \cdot \exp\left(-\frac{P_{Sinal}(t)}{P_{Sat}}\right)}$$

onde G_0 é o ganho para pequenos sinais e P_{Sat} é a potência de saturação.

METODOLOGIA

O software Optisim é um ambiente de modelo e simulação para dar suporte ao desenvolvimento e otimização do desempenho do nível de transmissão em sistemas de comunicações ópticas. Ele possui uma interface gráfica fácil e clara para a visualização dos resultados das simulações. Com uma rica biblioteca de modelos de componentes e algoritmos de simulação é possível implementar projetos com eficiência e velocidade. A Figura 2 ilustra a interface do software:

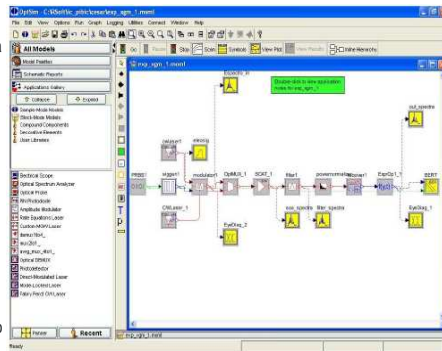


Fig. 2 - Interface do software Optisim com a configuração XGM demonstrada

A lista abaixo demonstra os dispositivos e instrumentos utilizados na configuração montada no laboratório LAPCOM (DMO/FEEC - UNICAMP) para a realização dos experimentos referentes ao projeto:

1. Laser 1: Santec MLS 2100 com sintonia de comprimento de onda e potência, digitalmente controlado;
2. Laser 2: Santec TLS-210 com sintonia de comprimento de onda e potência, digitalmente controlado;
3. Analisador de Espectro Óptico (OSA): MS96A da Arisu com varredura de 0.6-1.6 μm ;
4. Amplificador Óptico: SOA InPhenix IPSAD 1503 com faixa espectral (-3dB) de 50 nm e 0,5mm de comprimento;
5. Acopladores e isoladores ópticos;
6. Isolador óptico;
7. Cordões com conectores ópticos FC-APC.

RESULTADOS DE SIMULAÇÃO

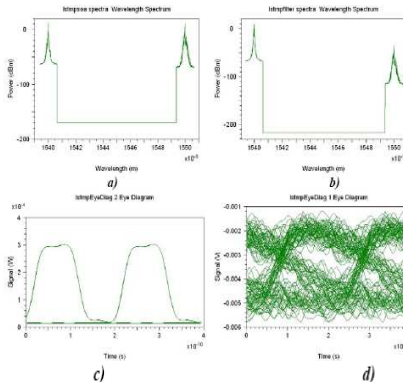


Fig. 3 - Espectros de sinal: (a) Saída da SOA (b) Saída filtrada em 1540nm Diagramas de Olho: (c) Olho de Entrada (d) Olho de Saída

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

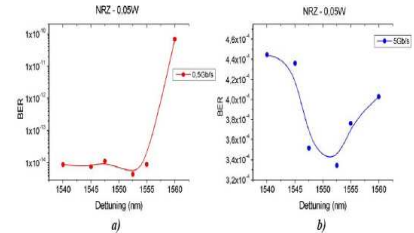


Fig. 4 - Modulação NRZ, Potência do Laser CW = 0.05W, Taxa = 0.5 Gb/s (b) Modulação NRZ, Potência do Laser CW = 0.05W, Taxa = 5 Gb/s

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização e análise das simulações no software e os experimentos em laboratório das várias configurações e variações possíveis de dados, os principais objetivos do projeto foram alcançados: caracterização do comportamento não-linear (XGM modulação cruzada de ganho) em SOA e análise dos impactos do nível de potência óptica e o espaçamento de canais WDM sobre a eficiência do processo de intermodulação visando configurações ótimas para conversão de comprimento de onda.

Uma proposta para um próximo projeto seria a utilização de diferentes tipos de configuração de SOA (como SOAs de tamanhos diferentes) para análises do comportamento dessas configurações em relação ao efeito não-linear de XGM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. G. P. Agrawal, "Fiber-Optic Communication Systems", Third Edition, Wiley Series in Microwave and Optical Engineering Kai Chang, Series Editor, 2002
2. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley Series in Pure and Applied Optics, 2002
3. P. S. Brito, "Conversão Óptica de Comprimento de Onda", Capítulo 6, Componentes optoeletrônicos para redes fotônicas de alto débito, Universidade de Aveiro.
4. L. R. Cavalcante, "Conversão em comprimento de onda via modulação cruzada de ganho utilizando amplificador óptico a semiconductor", dissertação de Mestrado FEEC UNICAMP, Mar.2004.
5. Optisim Models Reference, Volume 2 Block Mode, RSoft Design Group, 2006.
6. Optisim Application Notes and Examples, RSoft Design Group, 2006.
7. H. Ghafouri-Shiraz, "Fundamentals of Laser Diode Amplifiers", John Wiley & Sons, 1995.
8. S.O. Kasap, OPTOELECTRONICS AND PHOTONICS - Principles and Practices
9. Rajiv Ramaswami e Kumar N. Sivarajan, Optical Networks - A Practical Perspective, Second Edition