

Caracterização Estática de um Amplificador Óptico Semicondutor (SOA)

André Felipe T. M. Monteiro, Marlon M. Correia, Vinicius N. H. Silva e Ricardo M. Ribeiro

Resumo—Este artigo de Iniciação Científica, descreve a caracterização estática de um amplificador óptico semicondutor (SOA) concebido e desenvolvido para aplicações envolvendo óptica não-linear. Obteve-se: corrente de transparência em 29 mA, espectro ASE, curvas potência óptica x corrente e ganho saturado em 18 dB relativamente plano em torno de 1550 nm.

Palavras-Chave—Amplificador óptico semicondutor, comunicações ópticas, dispositivos ópticos, óptica não-linear.

Abstract— This paper of Scientific Initiation describes the static characterization of a semiconductor optical amplifier (SOA) conceived and developed for non-linear optics applications. It was measured: 29 mA transparency current, ASE spectrum, optical power x current curves and 18 dB saturated gain that is flat around 1550 nm.

Keywords—Optical semiconductor amplifier, optical communications, optical devices, non-linear optics.

I. INTRODUÇÃO

Em comunicações a fibra óptica, os amplificadores ópticos mais utilizados são os EDFAs (amplificador à fibra dopada com érbio) [1] e a seguir os amplificadores Raman [2]. Porém os amplificadores ópticos a semicondutor (SOAs) [3] também podem ser utilizados, dado que suas características permitem um uso vantajoso em determinadas situações específicas.

Os amplificadores ópticos a semicondutor (SOAs), assim como os lasers de diodo (LD), são construídos a partir de junções semicondutora. SOAs são uma espécie de LD frustrado pois suas faces de saída de luz possuem muito baixa refletividade. Em comparação com os EDFAs, os SOAs possuem recuperação rápida do ganho de amplificação, permitindo assim que venham sendo amplamente utilizados na construção de diversos circuitos ópticos para o processamento totalmente fotônico de sinais em Telecomunicações [4].

Este artigo de Iniciação Científica (IC), descreve a caracterização estática de um SOA não-usual concebido, desenvolvido e manufaturado pela Kamelian (UK), modelo 1550 nm Nonlinear SOA. Este último, foi construído para apresentar um alto grau de não-linearidade óptica com 25 ps de tempo de recuperação do ganho [5]. Este artigo de IC, descreve então algumas medidas de caracterização estática do SOA não-linear da Kamelian. Tal conjunto de caracterizações, consiste em uma etapa preliminar do desenvolvimento em curso no nosso Laboratório de um laser sintonizável em anel de fibra óptica (o laser não está aqui apresentado).

André Felipe Monteiro, Marlon M. Correia, Vinicius N.H. Silva e Ricardo M. Ribeiro, Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Laboratório de Comunicações Ópticas, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, Brasil, E-mails: marloncorreia95@gmail.com, rmr@telecom.uff.br. Agradecemos ao CNPQ pelo financiamento deste projeto.

II. MONTAGENS EXPERIMENTAIS

A Fig.1, mostra o esquema de uma primeira montagem experimental para medir com um OSA (Analisador de Espectro Óptico), o espectro emitido e o comprimento de onda de pico da ASE (Amplified Spontaneous Emission) em função da corrente de polarização no SOA. A Fig.2, mostra um segundo esquema experimental. Neste esquema utilizou-se um laser sintonizável (Agilent 8163B) e um atenuador óptico variável (VOA) para injetar 0,1 mW de potência óptica em 1550 nm na entrada do SOA através de um acoplador direcional com razão 80/20. Então, 20% da potência é medida pelo OPM₁ (Medidor de Potência Óptica), enquanto os outros 80% são injetados no SOA. Posteriormente variou-se o comprimento de onda emitido pelo laser sintonizável (1520-1630 nm) para uma dada corrente constante de polarização do SOA.

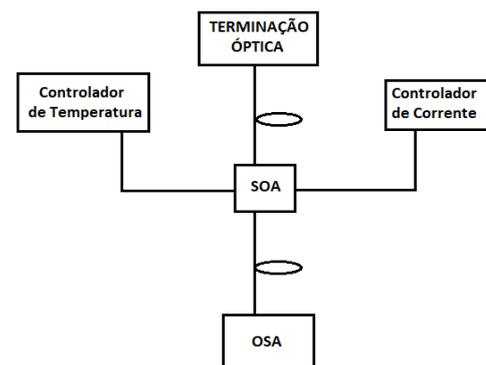


Fig.1. Montagem experimental para a ASE do SOA.

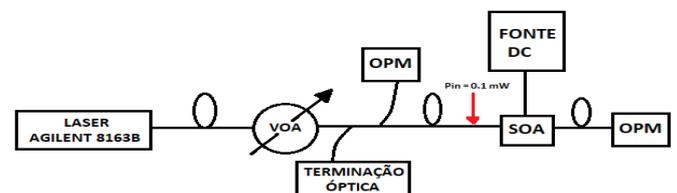


Fig.2. Montagem experimental para medir a curva de amplificação do SOA.

A Fig. 3, mostra esquematicamente uma montagem experimental para caracterizar o filtro óptico passa banda (BPF) Lightwaves 2020 [5] quanto à sua sintonização manual e transmitância na faixa de 1520-1565 nm.

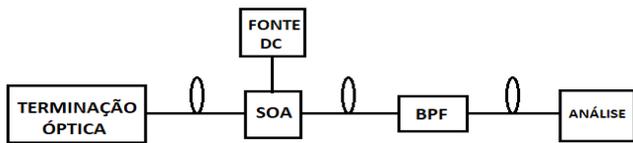


Fig.3. Montagem de caracterização da banda de sintonização do filtro passa banda (BPF).

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação a Fig.1, variou-se a corrente I_{bias} até 280 mA para medir o espectro ASE do SOA conforme visto na Fig.4

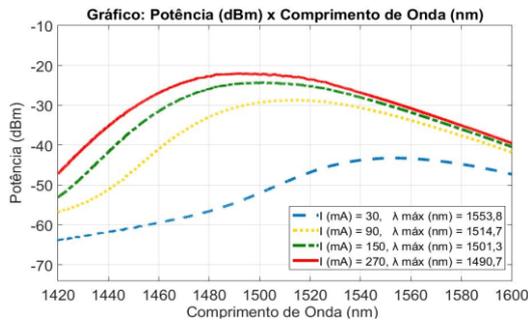


Fig. 4. Espectro de ASE gerado pelo SOA x I_{bias} .

A Fig.4, mostra um deslocamento do pico para menores comprimentos de onda (*blue-shift*) quando I_{bias} é aumentada. Este último efeito, deve-se provavelmente ao enchimento da banda com o aumento de I_{bias} no SOA.

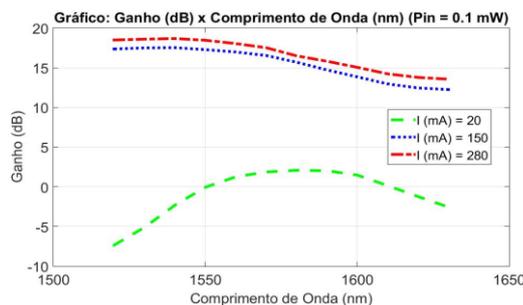


Fig.5. Curva de ganho de amplificação do SOA em função do comprimento de onda em 1520-1630 nm, considerando alguns valores de I_{bias} e $P_{in} = 0,1$ mW.

A Fig. 5 mostra o resultado de medidas do ganho de amplificação do SOA na faixa 1520-1630 nm considerando um baixo sinal de entrada (0,1 mW) com I_{bias} em 20 mA (abaixo da transparência), 150 mA e 280 mA. Pode-se notar, que acima da corrente de transparência (29 mA), o pico de ganho relativamente plano de 18 dB em ~ 1550 nm, conforme informado pelo fabricante [6].

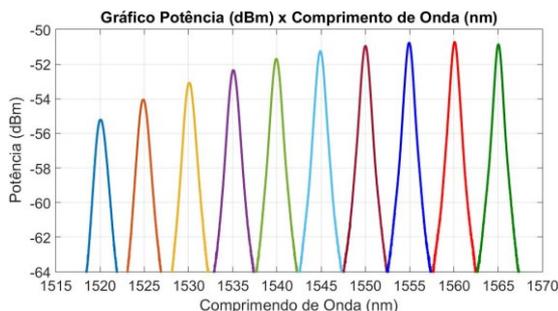


Fig. 6. Espectro de transmitância do filtro BPF.

A Fig. 6, mostra que a largura espectral em 3dB do filtro passa-banda utilizado é de aproximadamente 1,1 nm e o mesmo é sintonizável na banda 1520-1565 nm.

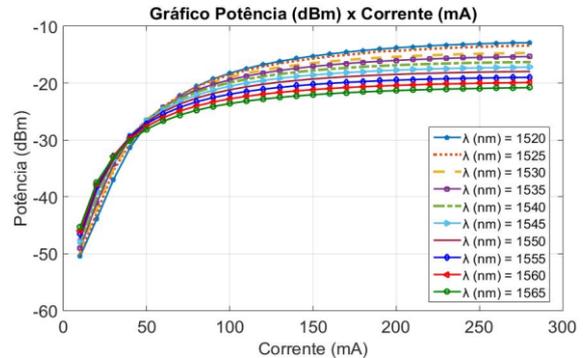


Fig.7. Função de transferência do SOA com sintonização espectral realizada pelo BPF.

A Fig. 7, mostra a potência óptica emitida pelo SOA quando utiliza-se o filtro passa banda (BPF) sintonizado dentro da banda de 1520-1565 nm. Nota-se que acima de 50 mA, é possível extrair uma maior potência para menores comprimentos de onda. Este último acontece devido ao deslocamento *blue-shift* dos comprimentos de onda de pico da ASE conforme já mostrado pela Fig. 4.

IV. CONCLUSÕES

Em conclusão, o SOA aqui utilizado mostrou-se um dispositivo capaz de produzir um ganho de amplificação de ~ 18 dB com pico relativamente plano para 0.1 mW de potência de entrada em 1550 nm. Além disso, o BPF aqui utilizado apresentou uma largura de banda de $\sim 1,1$ nm @ 3dB com sintonização entre 1520-1565 nm e uma maior potência transmitida nos menores comprimentos de onda da banda devido a um forte *blue-shift*. Finalmente destaca-se que o SOA em conjunto com BPF poderão ser utilizados em conjunto para construção de um laser sintonizável em anel de fibra óptica.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao apoio financeiro recebido do CNPq.

REFERÊNCIAS

- [1] Emmanuel Desurvire, “Erbium-doped fiber amplifiers: principles and applications”, Wiley-Interscience, New York, 2002.
- [2] Clifford Headley and Govind P. Agrawal, editors, “Raman Amplification in Fiber Optical Communication Systems,” Elsevier Academic Press, USA, 2005.
- [3] M. S. Ab-Rahman, “A review of the configuration and performance limitation parameters in optical amplifiers,” *Optica Applicata*, vol. XLIV, No. 2, pp. 251-266, 2014.
- [4] Y. Said and H. Rezig, “All-Optical Signal Processing by Using SOA Nonlinearities: Prospects for the Evolution of Next Generation of Optical Networks”, *Recent Patents on Signal Processing*, vol. 2, no. 1, pp. 76-81, April 2012.
- [5] Tunable Optical Filter (TOTF) (<http://www.lightwaves2020.com>).
- [6] 1550 nm Nonlinear SOA (www.kamelian.com).