

# Geração de portas lógicas com base no interferômetro de Michelson e Fibra de cristal fotônico

L. S. P. MAIA<sup>1</sup>, J. R. R. SOUSA<sup>2</sup>, J. N. L. NETO<sup>1</sup>, F. C. N. SOUSA<sup>1</sup>, R. G. M. OLIVEIRA<sup>3</sup>, A. C. FERREIRA<sup>1</sup>, J. C. SALES<sup>1</sup>, G. F. GUIMARÃES<sup>1</sup>

**Resumo**— Este trabalho apresenta uma investigação numérica de portas lógicas ópticas com base em um interferômetro de Michelson de fibras de cristal fotônico. Excitando-se tal dispositivo com pulsos ultracurtos com valores diferentes de potência. O sistema foi caracterizado através de seu desempenho por transmissão e relação de extinção. Os resultados mostram que tal dispositivo pode ser utilizado para obter portas lógicas.

**Palavras-chaves**— Interferômetro, Portas Lógicas, Cristal fotônico

## I. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ramo da fotônica com ênfase em comunicações ópticas têm sido revolucionado pelos avanços obtidos na pesquisa e nos dispositivos tecnológicos. Partindo dessa precedência, pode-se dizer que tais avanços fotônicos exigem o uso de interruptores ópticos com rápida velocidade de resposta e o uso de portas lógicas para Realização de processamento digital de alta velocidade, e superação das limitações relacionadas à eletrônica. [1-2]

O presente trabalho tem por objetivo abordar determinados pontos que limitam o ramo das comunicações de largura de banda óptica. Na busca de novos dispositivos ópticos que possam melhorar o cenário fotônico, seus dispositivos e afins. De forma a apresentar uma investigação numérica de um dispositivo de portas lógicas inteiramente óptico baseado no interferômetro de Michelson (MI) e fibras de cristal fotônico (PCF), faremos uma análise de tal dispositivo óptico para desempenhar operações lógicas, usando pulsos ópticos ultracurtos, na ordem de 100 Femtossegundos (fs).

## II. METODOLOGIA

O dispositivo foi excitado através de sinais pulsados ultracurtos, na ordem de 100 fs, [3] tendo um perfil secante hiperbólico. No entanto não foi possível fazer uma simulação

da fibra, pois seu comprimento ao passar pelo acoplador é muito pequeno, podendo-se desconsiderar os efeitos na mesma. [4]

Assumindo que o pulso seja lançado no núcleo da fibra de cristal fotônico, é possível obter a caracterização do sinal de saída através das equações [1] e [2]:

$$A_1(0, T) = A_0 \operatorname{sech}(T/T_0) \quad (1)$$

$$A_2(0, T) = 0 \quad (2)$$

A Figura 1 mostra o diagrama de montagem do interferômetro de Michelson de fibra de cristal fotônico.

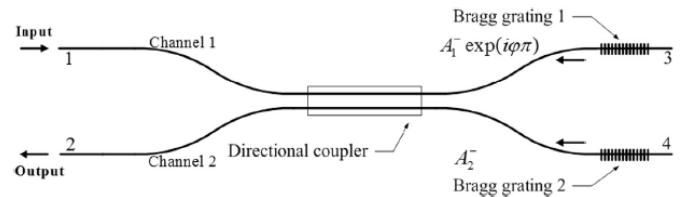


Figura 1: Diagrama do interferômetro de Michelson

A grade de Bragg irá refletir o sinal até o canal 2, no entanto é necessário usar uma fase extra do tipo  $\exp(i)$ , (figura 1), desta forma, foi adicionada uma reflexão da amplitude da grade de Bragg. Ao retornar para o acoplador, e para que haja uma maior concentração de energia transferida para saída, foi realizada uma variação na fase adicionada a amplitude de reflexão da grade de Bragg do braço 3 obtendo assim uma melhor fase. [5]

A transmissão ( $T_i$ ) pode ser definida em função do sinal de entrada de acordo com a equação [3]:

$$T_i = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} |A_i(L_c)|^2 dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} |A_1(0)|^2 dt} \quad (3)$$

Onde  $i=1,2$  e  $L_c$  é o comprimento do interferômetro de Michelson e que  $L_c = L + L_B$  ( $L$  é o comprimento do acoplador e  $L_B$  é o comprimento da grade de Bragg).

Ao estudar o dispositivo proposto, pode-se considerar três diferentes regimes de bombeamento de potência, tendo como referência a potência de bombeamento crítica de comutação de  $P_c = 177 \text{ kW}$ . Inicialmente usamos a potência de  $150 \text{ kW}$ , menor que o valor crítico de comutação, por conseguinte, utilizamos a potência de  $177 \text{ kW}$ , correspondente ao valor crítico, e por último um valor mais elevado que o crítico, igual a  $196 \text{ kW}$ . A potência crítica tem suas componentes dividida em 50% para cada uma das saídas. Podemos expressar essa divisão de energia pela equação [4]:

$$P_0 = \frac{1}{L_{NL}\gamma} \quad (4)$$

<sup>1</sup>Laboratório de Fotônica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Telecomunicações- PPGT. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Av. 13 de Maio, 2081, CEP 60.040-215 – Fortaleza – Ceará.

<sup>2</sup>Centro de ciência tecnológica da UNIFOR. Universidade de Fortaleza, Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, CEO 60.811-905, Fortaleza- CE, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Telecomunicações e Ciências e Engenharia de Materiais – LOCEM, Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, CEP 60455-760, Fortaleza, Ceará, Brasil.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, será avaliado o desempenho do presente dispositivo para executar as operações lógicas. Considerando os sinais de entrada  $I_1$  e  $I_2$  que foram introduzidos da seguinte sequência de combinações: (0; 0), (0;1), (1;0), (1;1), onde 0 corresponde a ausência de luz na guia, e 1 corresponde a existência de luz na guia.

A figura 2 (a) e (b) corresponde a excitação do dispositivo pelo bombeamento de potência de 150kW, vale ressaltar que este valor é menor que a potência crítica.

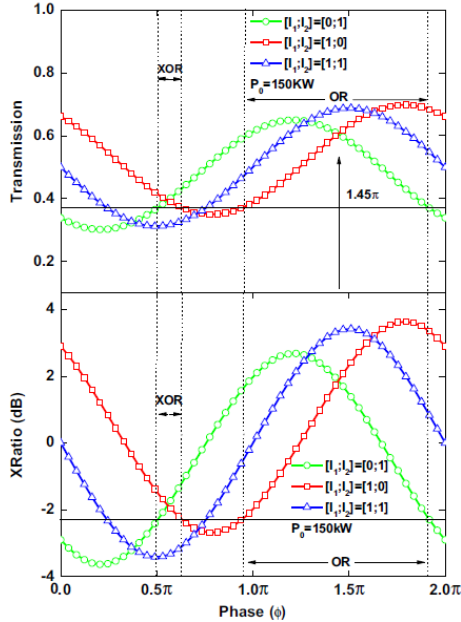


Figura 2: (a) Transmissão e (b) relação da extinção em função da fase, através da potência de 150 kW, operação das portas XOR e OR

As figuras 3 e 4 mostram os mesmos parâmetros que a figura 2, Alterando-se a potência de bombeamento, teremos 177kW para as portas XOR e OR, e potência de 196kW para a porta OR e NOT, respectivamente.

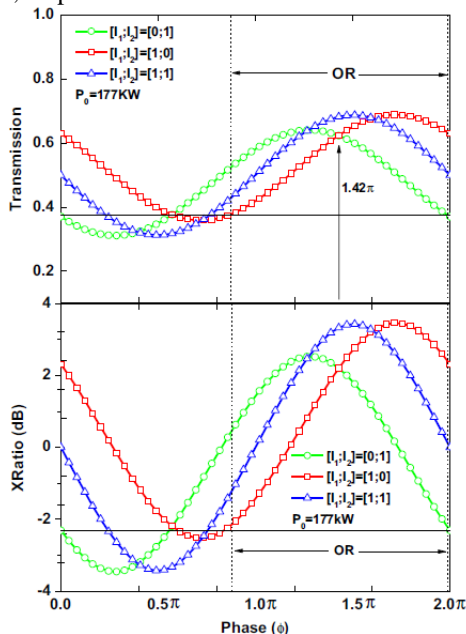


Figura 3: (a) Transmissão e (b) relação da extinção em função do defasamento usando-se potência de 177 kW

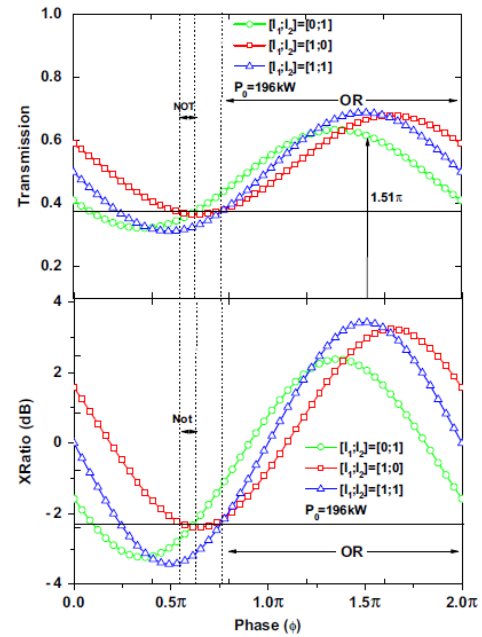


Figura 4: (a) Transmissão e (b) relação da extinção em função do defasamento aplicando-se potência de 196 kW

Através das três situações obtidas nos gráficos, podemos dizer que é possível obter portas lógicas OR, XOR e NOT, injetando três diferentes potências para excitar o dispositivo óptico.

### IV. CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentamos uma investigação numérica da propagação e comutação de sinais pulsados utilizando interferômetro de Michelson. O dispositivo foi excitado com três valores de potência, foi possível identificar diferentes defasamentos nas portas OR e XOR. Portanto, o MI com base em PCF torna-se um candidato potencial para o desenvolvimento de portas lógicas ópticas.

### REFERÊNCIAS

- [1] J.W.M. Menezes, J.R.R. Sousa, M.B.C. Costa, A.C. Ferreira, F.T. Lima, C.S. Sobrinho, M.L. Lyra, A.S.B. Sombra, J. Nonlinear Opt. Phys. Mater. 21 (2012) (1250037-1250037-23).
- [2] G.P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, San Diego, 1989
- [3] X. He, K. Xie, A. Xiang, Optik—Int. J. Light Electron. Opt. 122 (14) (2011) 1222
- [4] M. Liu, K.S. Chiang, Appl. Phys. B 815 (2010) 98.
- [5] Acton, F.S. 1970, Numerical Methods That Work; 1990, corrected edition (Washington: Mathematical Association of America), Chapter 5