XXV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp

18 a 20 Outubro Campinas | Brasil

Amplificador Paramétrico Óptico (OPA) para Aplicações em Espectroscopia Ultrarrápida

Nícolas de Campos Mello*, Ana Gabriela de Freitas Barbosa

Resumo

Descrevemos um estudo sobre um amplificador óptico paramétrico, OPA. Apresentamos uma descrição dos princípios em que se baseia o seu funcionamento e alguns materiais necessários para sua construção. Por fim, mostra-se um OPA em construção.

Palavras-chave: Laser, ciência ultrarrápida, amplificador óptico.

Introdução

A ciência ótica ultrarrápida, base para construção do OPA, é utilizada em pesquisas que envolve vários campos da ciência, como: a biologia, a física e a química. No caso de espectroscopia ultrarrápida, são usados lasers cujo pulso tem duração da ordem de femtossegundos (10^{-15} s).

Os lasers ultrarrápidos, e amplificados com *chirped pulse amplification* (CPA) possuem um ajuste de frequência de alcance limitado. Então, com o surgimento de novos cristais não-lineares, como o β -barium borate (BBO), com alto coeficiente não-linear, baixa dispersão de velocidade e transparência na região espectral do visível e infravermelho próximo, construiu-se o gerador paramétrico óptico (OPG) o que possibilita o aumento da faixa espectral do laser de femtossegundos. O princípio de funcionamento do OPG é observado na fig.1.

Fig.1: Incidência de um pulso energético e de um sinal em um cristal não-linear, assim amplificando o sinal e gerando uma onda irrelevante (idle)

Essa interação ocorre respeitando a conservação de energia

$$\hbar\omega_p = \hbar\omega_s + \hbar\omega_i \quad (1)$$

e para uma total eficiência na interação respeita-se a condição de conservação de momento (casamento de fase)

$$\hbar\mathbf{k}_p = \hbar\mathbf{k}_s + \hbar\mathbf{k}_i \quad (2)$$

onde $\mathbf{k}_p$, $\mathbf{k}_s$ e $\mathbf{k}_i$ são os vectores do pump, signal e idle, respectivamente. Em outras palavras OPG transfere energia de um pulso de alta frequência (energia) para um sinal de baixa frequência.

O OPG pode ser explorado de duas maneiras, como oscilador paramétrico óptico (OPO) uma cavidade que enclausura a onda na qual os ganhos superam as perdas, ou, como OPA que amplifica um sinal fraco, uma semente (seed), através de um ou mais cristais não-lineares.

Resultados e Discussão

O sistema construído, visa amplificar uma frequência específica da faixa gerada por um cristal de Ti:safira. Observando a fig.2 o pulso é dispersado ao passar pelo cristal, sendo que as frequências maiores são mais rápidas que as menores, logo o local de incidência na figura, representa um comprimento menor que 800 nm.

O ângulo de casamento de fase para aquela frequência é calculado pela equação[1]:

$$\theta_m = \arcsin \left[\frac{n_{ep}}{n_{ep}(\theta_m)} \sqrt{\frac{n_{op}^2 - n_{ep}^2(\theta_m)}{n_{op}^2 - n_{ep}^2}} \right]$$

Fig.2: Escolha do sinal (ω_s) através do atraso

Com estes fundamentos físicos construiu-se o OPA ilustrado na fig.3, um circuito óptico que recebe um pulso gerado por um laser ultrarrápido. O feixe de entrada é separado através de espelhos e lentes em dois, sendo que um passa por um cristal de safira e o outro é usado como pulso de excitação (pump). Junta-se os dois feixes no cristal não-linear (BBO) respeitando o ângulo de casamento de fase, dependendo do sinal desejado. Por fim, separa-se através de uma lente com filtro a onda amplificada do pulso remanescente de 800nm.

Fig.3: Circuito Óptico do OPA em construção

Conclusões

Usou-se um circuito simples, com somente um cristal não-linear e sem geração de segundo harmônico, pois este trabalho teve o foco de desenvolver experiência na construção prática. Além disso, haveria a necessidade de um gasto extra para produção de um OPA mais complexo, e mais tempo para encomendas, o que pode ser abordado em trabalhos futuros.

Referência

[1] Giulio Cerullo and Sandro De Silvestri, "Ultrafast optical parametric amplifiers", *American Institute of Physics, Review of Scientific Instruments* 74, 1 (2003); doi: 10.1063/1.1523642.

DOI: 10.19146/pibic-2017-78319

XXV Congresso de Iniciação Científica da UNICAMP