

Interferômetro de Sagnac

RAFAEL RUI, MAGNUS K. PEREIRA, RICARDO R. B. CORREIA

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo

O interferômetro de Sagnac é uma montagem que consiste (na sua forma mais simples) em um divisor de feixe e dois espelhos. O feixe incidente é dividido em dois feixes contrapropagantes, em uma configuração em “anel” dos espelhos, sendo recombinados no mesmo ponto no divisor de feixe. Este interferômetro é diferente de outros convencionais, como o de Michelson, pois a fase de caminho adquirida é sempre idêntica, em um sistema isotrópico, para qualquer comprimento de onda dos feixes. Qualquer anisotropia inserida no sistema resultará em uma mudança de fase nos feixes, que será medida após a recombinação dos mesmos.

Introdução

Basicamente, um interferômetro é um aparato experimental que faz com que duas ou mais ondas eletromagnéticas se superponham, interferindo entre si. Tipicamente, em um interferômetro óptico, a amplitude de um único feixe de luz é dividida, resultando em dois feixes idênticos. Cada um desses feixes percorre um caminho até sua recombinação antes da chegada a um detector. A diferença entre os caminhos resulta em uma diferença de fase entre os feixes, criando um padrão de interferência entre os mesmos, dependente do valor dessa fase.

Interferômetro de Michelson

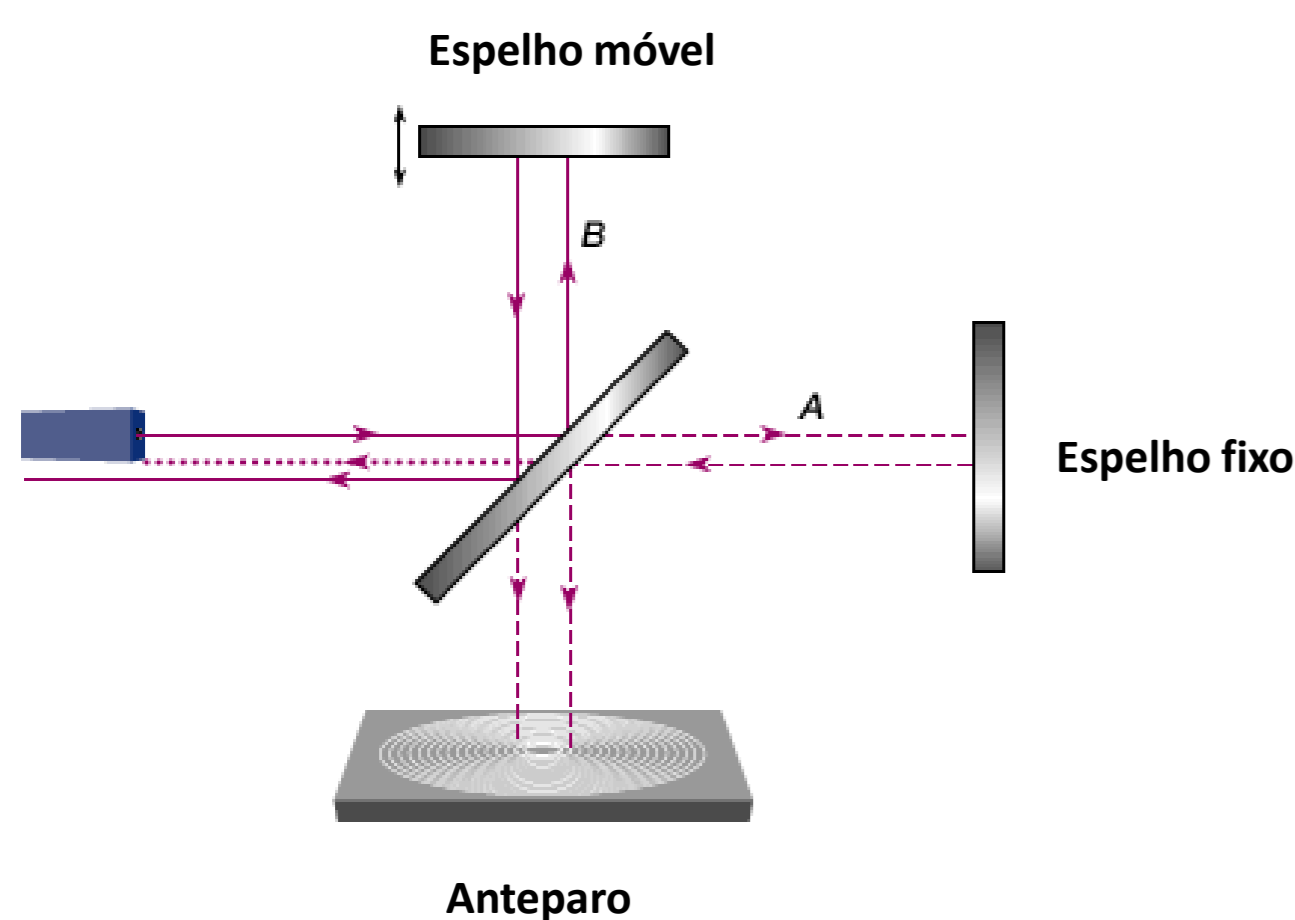


Fig. 1. Caminho da luz no interferômetro de Michelson.

- Braços independentes.
- Instabilidade nas franjas.
- Necessidade de compensação em um dos braços.
- Dependência no comprimento de onda.

Interferômetro de Sagnac

- Configuração em anel.
- Estabilidade frente a vibrações.
- Padrão de interferência independente do tamanho dos braços ou do comprimento de onda da luz incidente.

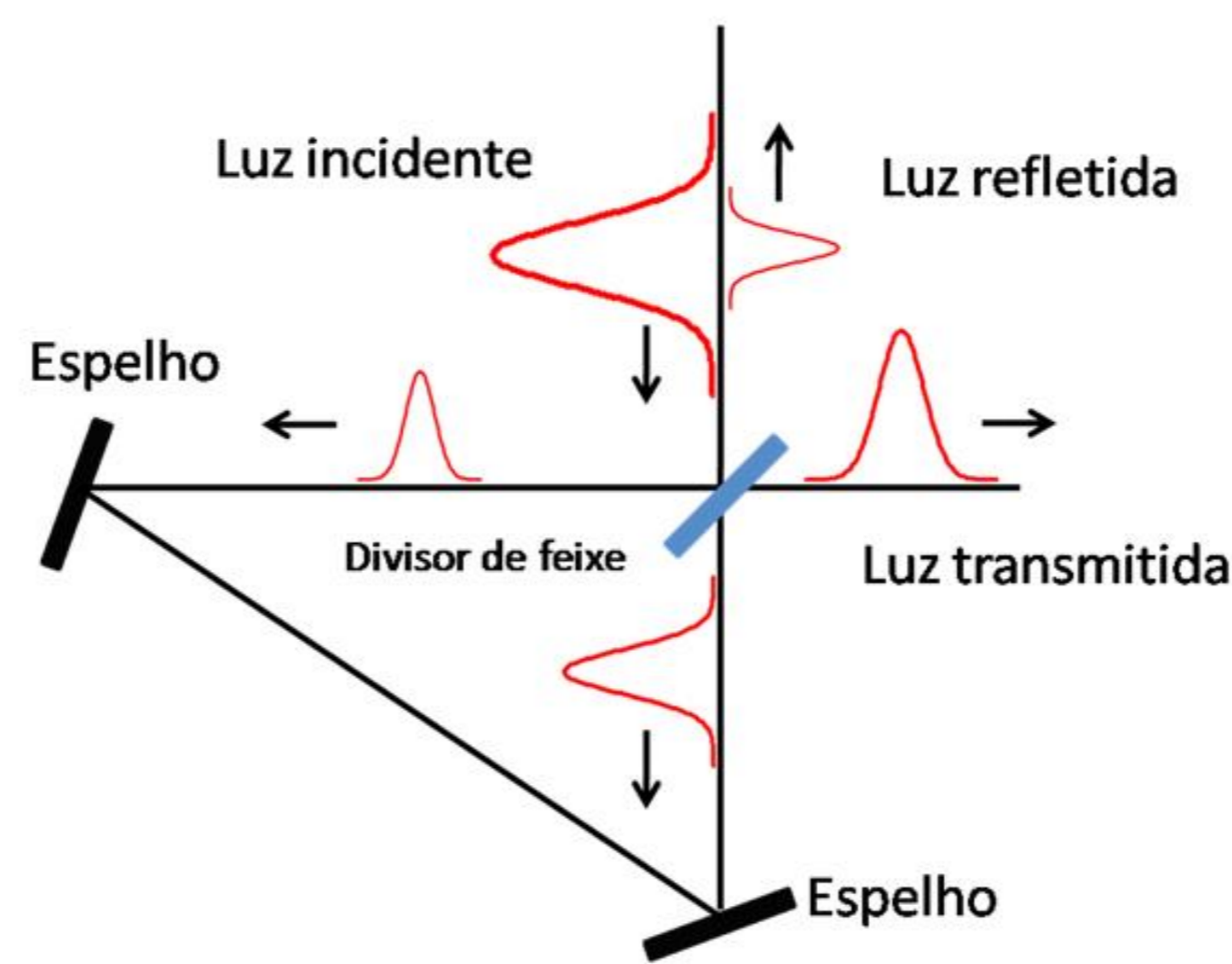


Fig. 2. Interferômetro de Sagnac em sua forma mais simples, dois espelhos e um divisor de feixe.

Desenvolvimento

Denominando r e t , respectivamente, os coeficientes de reflexão e transmissão do divisor de feixe, mostra-se que a intensidade da luz refletida, I_{ref} , e da luz transmitida, I_{trans} , será proporcional a:

$$I_{ref} \propto (2rt)^2 \quad I_{trans} \propto |t^2 - r^2|^2$$

No caso:

$$t = r = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

A intensidade da luz transmitida será nula independentemente do comprimento de onda do feixe incidente ou do comprimento dos braços internos do interferômetro.

Efeito Sagnac

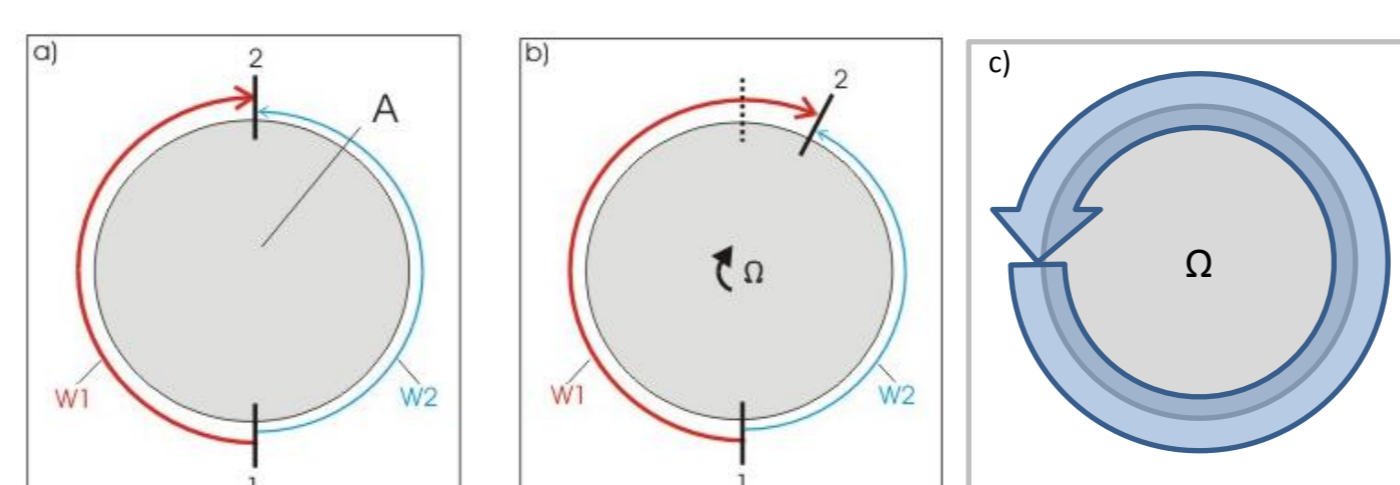


Fig. 3. Giroscópio a) e b); medidor de fluxo c).

A introdução de uma anisotropia devido a um referencial acelerado (Fig. 3a - 3b) ou devido ao fluxo de um fluido (Fig. 3c) resulta em uma diferença de fase $\Delta\Phi$ entre os pulsos, dada por:

$$\Delta\phi = \frac{8\pi A\Omega}{c\lambda}$$

onde: A é a área do círculo, Ω é a velocidade angular de rotação do interferômetro, c é velocidade da luz, λ é o comprimento de onda.

No caso de uma espectroscopia transiente, um feixe de alta intensidade (B) passa através do meio modificando suas propriedades. Após um intervalo de tempo τ controlado, um feixe de prova (P) de baixa intensidade testa a dinâmica da modificação.

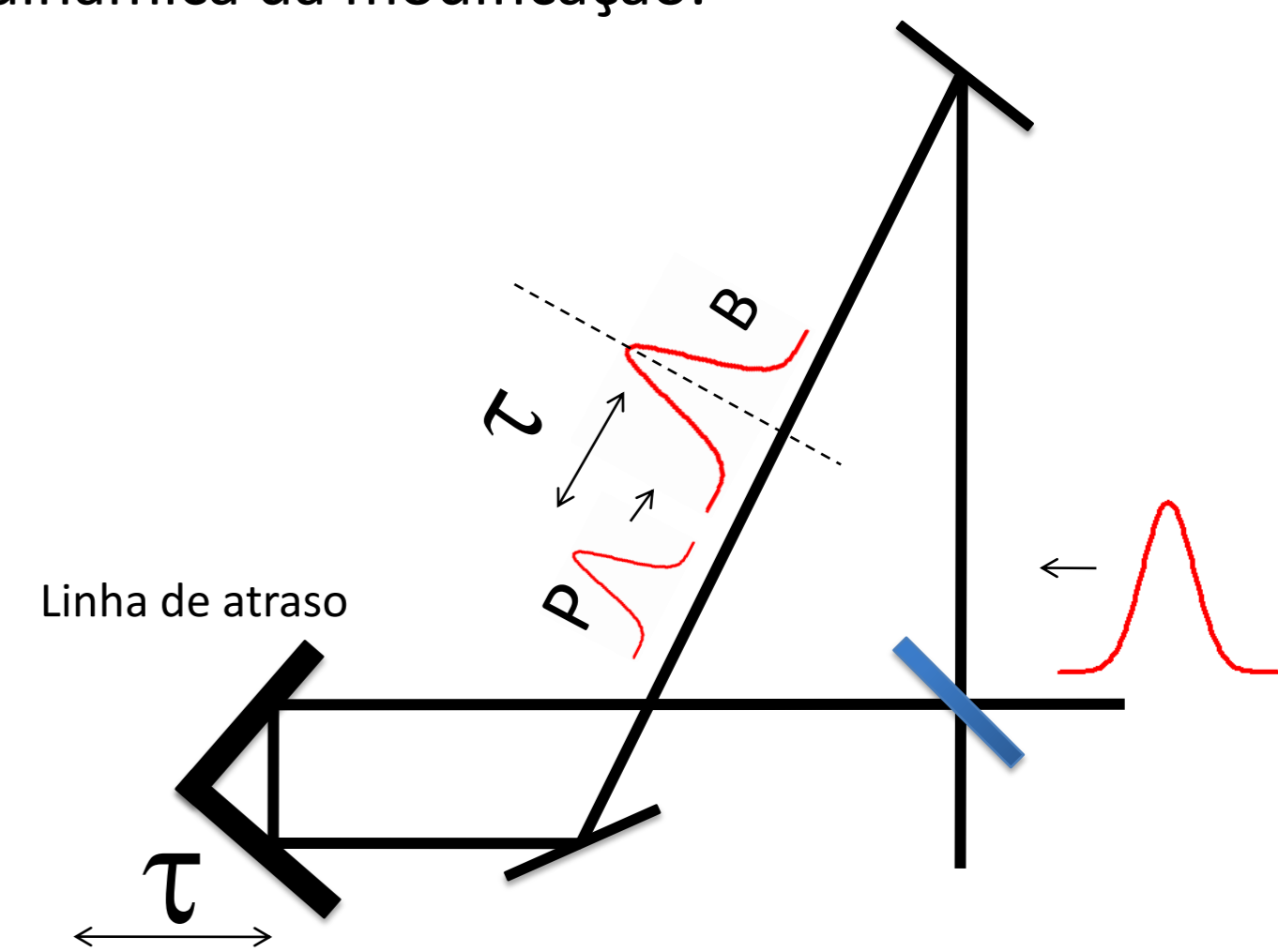


Fig. 4. Interferômetro de Sagnac com linha de atraso.

Resultados e Perspectivas

A montagem óptica está concluída e o astigmatismo devido à curvatura do divisor de feixe foi eliminado (Fig. 5). Foi desenvolvido um programa de aquisição onde a varredura temporal está automatizada.

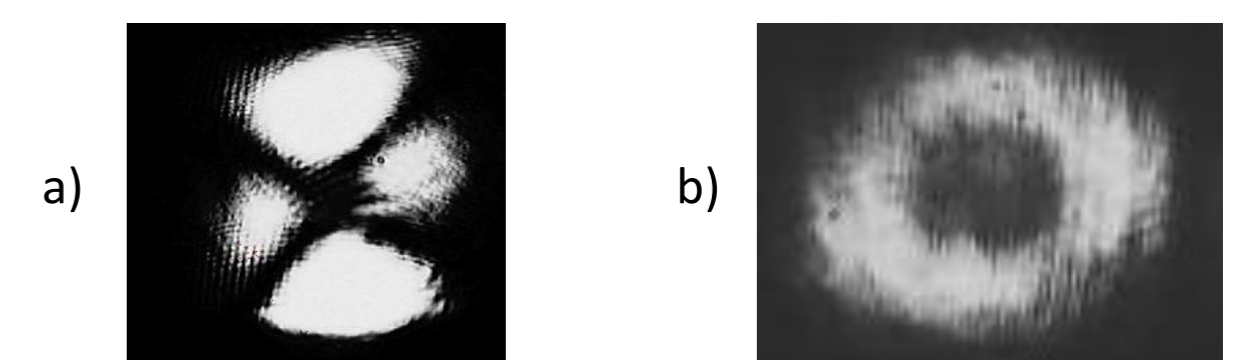


Fig. 5. a) padrão de interferência com astigmatismo. b) astigmatismo corrigido.

Como sistema modelo, o corante Coumarina 47 em solução esta sendo investigado, onde pretendemos observar a dinâmica de absorção de dois fótons.

Referências

- [1] A. E. Siegman, IEEE J. Quantum Electron. QE-9, 247(1973).
- [2] Kenju Otsuka, OPTICS LETTERS, Nonlinear antiresonant ring interferometer. Vol. 8, No.9, 471 (1983)