

SISTEMA DE COMPENSAÇÃO PARA INTERFERÓMETROS EM FIBRA ÓPTICA

L. A. Ferreira*, A. L. Ribeiro*, J. L. Santos*, A. P. Leite

Centro de Física Univ. do Porto
Praça Gomes Teixeira
4000 PORTO

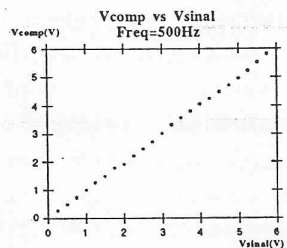
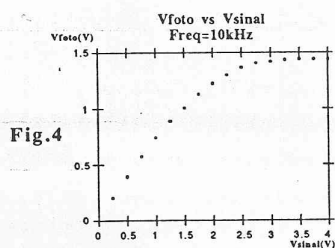
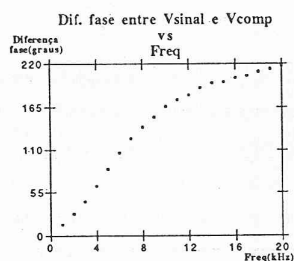
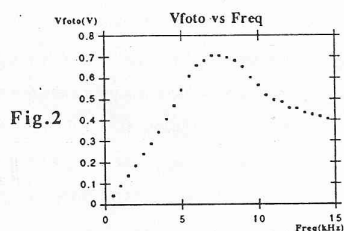
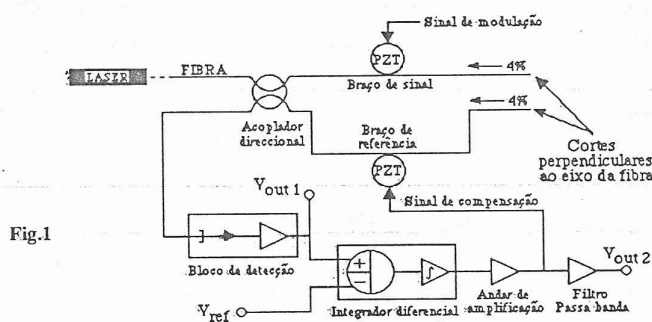
* e INESC PORTO
Largo Mompilher, 22
4000 PORTO

Aos interferómetros ópticos convencionais estão associadas grande sensibilidade e precisão de medição. No entanto, este tipo de interferómetros desalinha facilmente e exige, por isso, grande estabilidade ambiental. Estes e outros problemas foram ultrapassados com a utilização da fibra óptica que, além de permitir ligações flexíveis aos instrumentos de medição, proporciona a construção de configurações capazes de processar a radiação, mantendo-a guiada, o que permite reduzir ao mínimo os componentes ópticos tradicionais. Tornou-se atractiva, deste modo, a determinação remota de grandezas físicas por Sensores de Fibra Óptica. As vantagens deste tipo de sensores são várias, nomeadamente, isolamento eléctrico, "imunidade" a interferência electromagnética, volume e pesos reduzidos, operação "segura" em atmosferas menos favoráveis, baixa reactividade química, baixa atenuação de sinais, etc. Tirando partido das sensibilidades primárias da fibra óptica, estes sensores permitem a medição de grandezas tão diversas como temperatura, microdeslocamento, pressão, corrente eléctrica, etc., por alteração das características da luz que se propaga na fibra, nomeadamente a fase (que é lida com interferómetros). No entanto, as funções de transferência dos interferómetros de duas ondas (Michelson e Mach-Zehnder) mostram uma dependência (óbvia) no não-balanceamento dos interferómetros que, no caso dos sensores de fibra óptica, varia constantemente devido à acção do meio ambiente na fibra, o que dificulta a recuperação do sinal a medir. Torna-se, por isso, necessário um sistema de realimentação que compense estas acções, de forma a estabilizar o não-balanceamento num ponto que coloque o interferómetro em quadratura, permitindo obter máximas sensibilidade e linearidade.

A Fig.1 mostra a implementação dum sensor de fibra óptica (monomodo) baseado no interferómetro de Michelson com processamento Homodino-Activo. Radiação de um laser de He-Ne é injectada num acoplador direccional (50:50) que divide o feixe em dois outros que são reflectidos (4%) nas extremidades das fibras. Estes são de novo divididos no acoplador, incidindo no fotodetector um padrão de interferência. A intensidade correspondente à quadratura (ponto médio entre intensidade máxima e mínima) origina no detector uma determinada tensão à qual é igualada V_{ref} . Assim, sempre que o interferómetro se afasta da quadratura, surge um sinal de erro que é integrado, amplificado e aplicado a um PZT à volta do qual foi enrolada fibra. Desta forma, actua-se na fibra de modo a alterar o caminho óptico da radiação e obter $V_{out1} = V_{ref}$, ou seja, quadratura. O sinal de modulação (que simula o mensurando) é aplicado utilizando outro PZT com fibra enrolada do mesmo modo (transdutor electro-óptico). Este sinal pode ser recuperado de duas maneiras diferentes, dependendo da frequência de modulação. Se a frequência de modulação cair dentro da largura de banda do sistema de compensação, o próprio sinal de modulação será compensado e poderá ser recuperado a partir do sinal de compensação. Para isso será necessário utilizar um filtro passa-banda que elimine a componente do sinal correspondente à compensação do ruído ambiental (de baixa frequência). Se a frequência de modulação estiver fora da largura de banda do sistema, pode-se recuperar o sinal à saída do fotodetector, uma vez que este sinal não é compensado e se encontra limpo de ruídos. Na prática, é preferível trabalhar dentro da largura de banda do sistema, porque o sinal de compensação é proporcional ao sinal de modulação, qualquer que seja a amplitude deste. Isto não acontece à saída do fotodetector, onde o sinal é linear com o sinal de modulação apenas para baixas amplitudes, por imposição da própria função de transferência do interferómetro.

O andar de amplificação foi especialmente desenhado para permitir a aplicação de tensões elevadas (até 300V) a piezoeléctricos que exigem correntes significativas nas comutações.

Nas Figs.2-5 apresentam-se alguns resultados obtidos. Nas Fig.2,3 encontram-se os gráficos referentes à largura de banda do sistema e à diferença de fase entre os sinais de modulação e de compensação (esta diferença de fase explica a não compensação para frequências "altas"); nas Figs.4,5 encontram-se os gráficos referentes à linearidade do sinal no fotodetector (apenas para pequenos sinais de modulação) e à linearidade do sinal de compensação. Convém referir que, apesar de se terem feito medições até 6V, verifica-se que o sistema é estável para tensões muito superiores, devido à grande gama dinâmica conseguida com o andar de amplificação de alta tensão. Este andar é também responsável pela grande estabilidade de todo o sistema, mesmo em condições desfavoráveis, o que permitiu a obtenção de sensibilidades da ordem de alguns $\mu\text{rad}/\sqrt{\text{Hz}}$. Desta forma, tornou-se evidente que o conjunto interferómetro+sistema de compensação (sensor) pode ser aplicado à medição de diversas grandezas físicas utilizando transdutores adequados.



Referências: John Dakin and Brian Culshaw-"Optical Fiber Sensors-Vols. I e II", Artech House, 1988 e 1989
 Brian Culshaw-"Optical Fibre Sensing and Signal Processing", Peter Peregrinus Ltd., 1984
 Klaus Fritsch and Grigory Adamovsky-"Simple Circuit for Feedback Stabilization of a Single-Mode Optical Fiber Interferometer", Rev. Sci. Instrum., Vol. 52 (1981), pág. 996