

3 Sistema de interrogação de múltiplos sensores a rede de Bragg utilizando reflectometria no domínio do tempo e filtros fixos

O sistema proposto dedica-se à interrogação de conjuntos de sensores a rede de Bragg utilizando fonte pulsada de banda larga e redes de Bragg como filtros reflexivos fixos em um módulo de atraso espectral. O sistema se caracteriza, portanto, por uma mistura das técnicas de multiplexação no tempo e na frequência (Apêndice A).

Este sistema pode ser representado em um diagrama de blocos contendo cinco módulos: o módulo de emissão, o módulo de acoplamento, o módulo de atraso espectral e o módulo de detecção que abrange aquisição e processamento de dados. Cada módulo é conectado a outro, bem como ao conjunto de sensores, por fibras ópticas, figura 3.1.

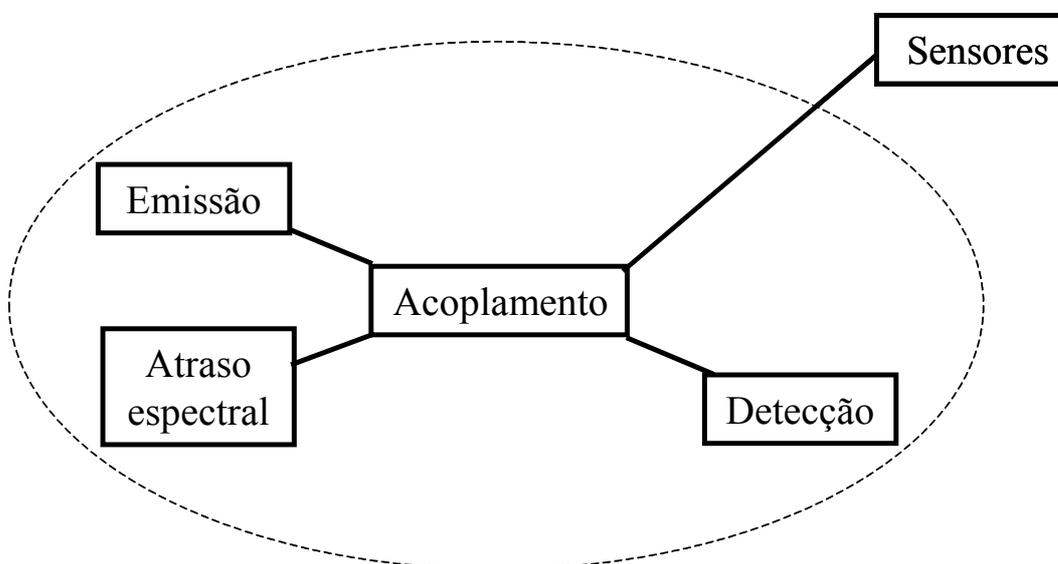


Figura 3.1 Diagrama de blocos do sistema

O módulo de emissão fornece um pulso de luz de banda larga que incide e reflete sobre o conjunto de sensores a rede de Bragg, e a posterior incidência e reflexão desta luz sobre o módulo de atraso espectral para a leitura final por

apenas um fotodetector. A figura 3.2 mostra o percurso deste pulso luminoso ao longo do circuito óptico numa versão mais simples do sistema apresentado.

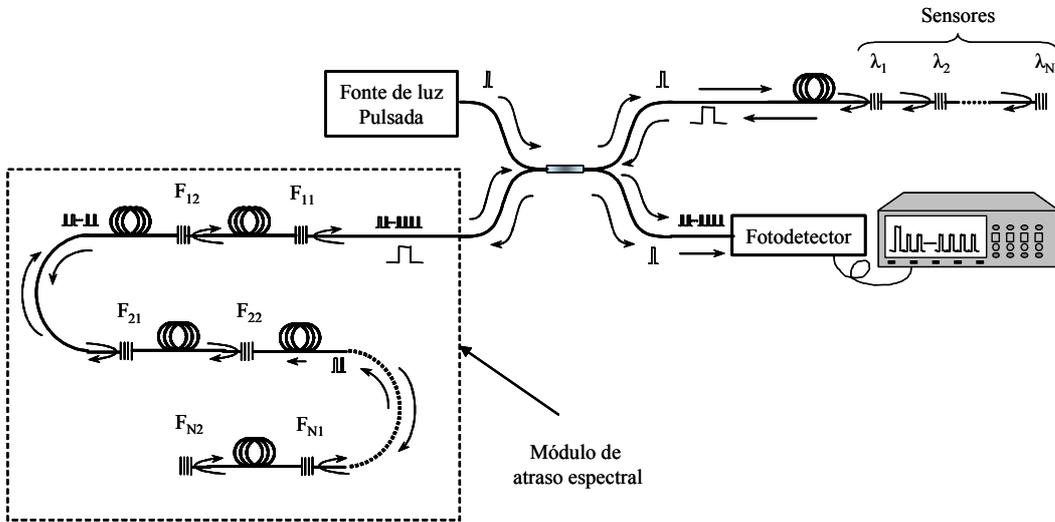


Figura 3.2 Percurso do pulso pelo circuito óptico

Esta fonte deve ser pulsada para permitir a análise da luz refletida por cada um dos filtros separadamente, no domínio do tempo, utilizando apenas um fotodetector para todo o conjunto de sensores, assim como na técnica de multiplexação por divisão de tempo (TDM – Apêndice A). A fonte pulsada traz também a vantagem de permitir que a luz possa ser modulada a uma taxa de repetição a ser definida pelo número de sensores a rede de Bragg do conjunto e sua disposição na fibra óptica.

A utilização de apenas um fotodetector para a leitura dos pulsos minimiza os erros de flutuações da eletrônica, pois mantém a mesma característica para todos os pulsos.

A fonte de luz do módulo de emissão deve ter uma banda larga para que cada sensor reflita uma parte o seu espectro. O emprego de redes de Bragg como sensores permite a aplicação da técnica de multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM – Apêndice A). No sistema aqui proposto, tanto os sensores quanto os filtros devem ter alta refletividade para garantir uma boa intensidade na recepção exigindo que os sensores tenham comprimentos de onda centrais diferentes. A Fig. 3.3 exemplifica dois perfis espectrais ideais para os

filtros e sensor, assim como, duas situações diferentes de deformação para o mesmo sensor.

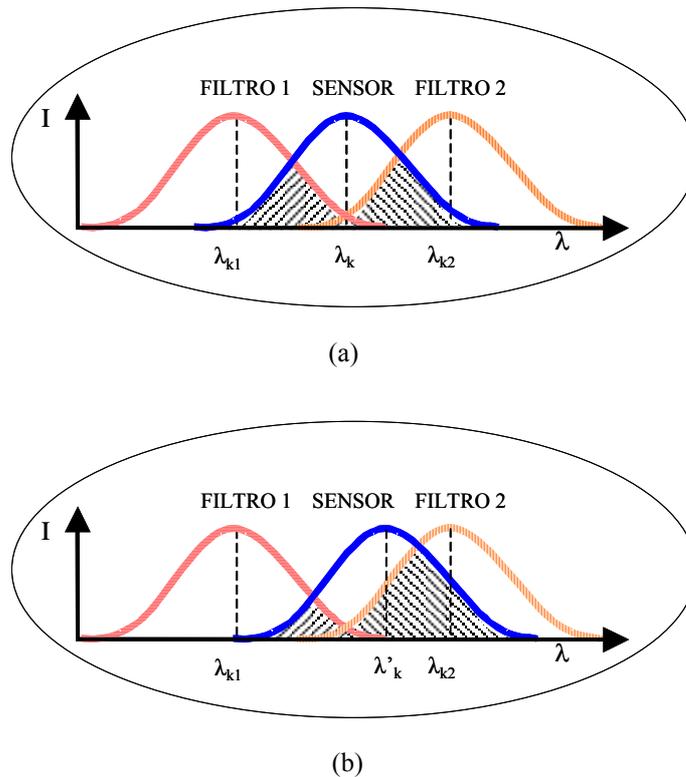


Figura 3.3 Duas situações, (a) e (b), de variação espectral de um sensor

A quantidade de sensores e os valores dos comprimentos de onda e as larguras das redes de Bragg vão variar de acordo com o espectro da fonte utilizada e o emprego dos sensores. O sistema de interrogação pode ser multiplicado aumentando o número de fontes no módulo de emissão, desde que elas sejam de banda larga e não haja conflito espectral.

A variação do comprimento de onda de cada rede está relacionada com variações de temperatura e deformação nas redes de Bragg através da equação (2.2).

A intensidade de um pulso detectado pelo fotodetector é proporcional à integral da sobreposição do espectro refletido pelo sensor e posteriormente pelo filtro (área hachurada na figura 3.3). Com a variação do comprimento de onda do sensor, a interseção dos espectros muda, causando a variação da potência do pulso detectado. Como os filtros encontram-se separados espacialmente, seus respectivos sinais serão detectados em instantes diferentes, onde a separação temporal dos sinais está diretamente relacionada com a localização espacial dos

filtros e sensores de maneira única. A figura 3.4 mostra o sinal detectado pelo fotodetector nas duas situações correspondentes ao exemplo da figura 3.3, onde a intensidade de luz refletida pelos seus respectivos filtros depende da posição espectral do sensor.

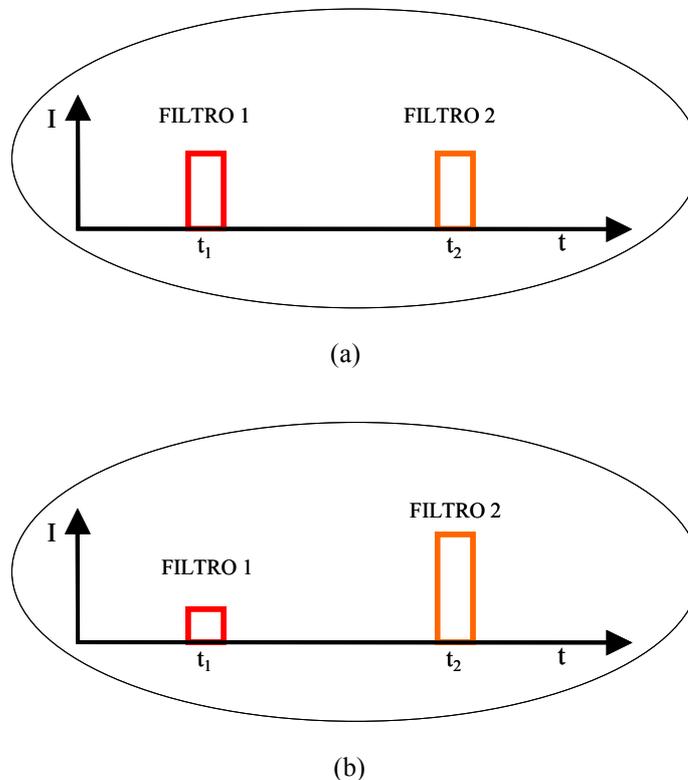


Figura 3.4 Pulsos luminosos detectados, relacionados às reflexões mostradas nas figuras 3.3a e 3.3b

Com isso a posição espectral do sensor é relacionada à razão da intensidade dos pulsos, tornando a detecção independente de variações ou perdas de intensidade no percurso até o fotodetector. Deve-se observar que variações de potência entre os filtros podem afetar a medida, sendo necessária uma estabilização mecânica das fibras de atraso temporal.

A variação dos comprimentos de onda dos filtros afeta o sistema da mesma forma que os sensores, uma vez que a interseção entre os espectros muda alterando a intensidade detectada. Para que os filtros possam balizar o deslocamento do espectro do sensor correspondente e de modo a garantir reprodutibilidade nas medidas realizadas, eles devem ter sua temperatura controlada ou medida e depois compensada através de software. A estabilidade do controle de temperatura vai depender da exatidão que o sistema de sensoriamento

requer, podendo chegar a uma estabilidade de 0.1 °C, o que equivale a aproximadamente 1pm. Esta estabilização pode ser melhorada utilizando encapsulamentos especiais atérmicos que podem reduzir em uma ordem de grandeza a sensibilidade à temperatura das redes de Bragg usadas como filtros.

A figura 3.5 ilustra um exemplo da razão entre as intensidades dos dois pulsos luminosos mostrados na figura 3.4 em função da variação do comprimento de onda de um sensor.

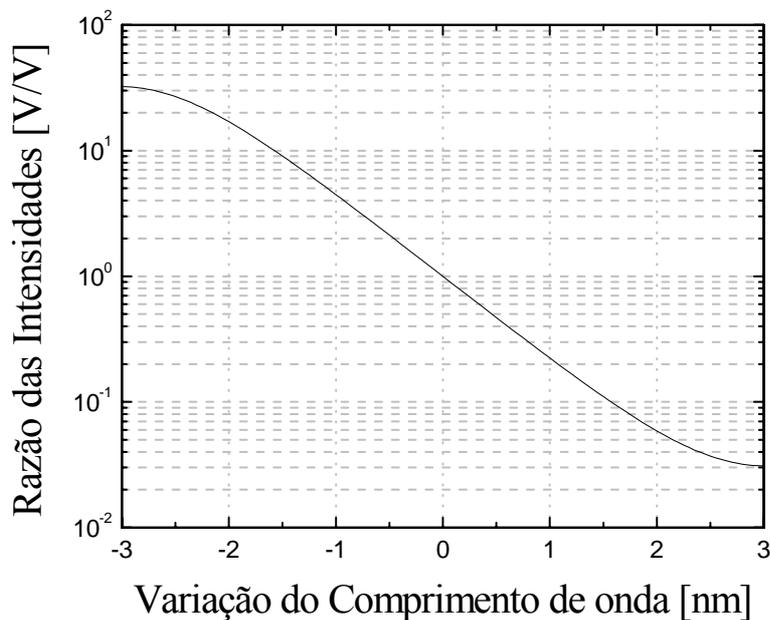


Figura 3.5 Exemplo de curva de calibração da variação do comprimento de onda do sensor em função da razão de intensidades medida pelo Fotodetector

Uma vez conhecido λ_k , através da equação (2.2), este gráfico, pode ser considerado uma curva de calibração teórica, normalizada, para um sensor, onde os perfis dos espectros de reflexão das redes foram considerados como sendo gaussianas. Com base em tais informações, as leituras espectrais realizadas pelo sistema permitem monitorar variações espectrais, e indiretamente deformações e variações de temperatura, sofridas por cada um dos vários sensores.