

TÉCNICA DE REFERENCIAÇÃO PARA SENSORES DE INTENSIDADE UTILIZANDO REDES DE DIFRAÇÃO EM FIBRA ÓPTICA

P.M. Cavaleiro^a, A.B. Lobo Ribeiro^a e J.L. Santos^{b,a}

^a Centro de Optoelectrónica, INESC, Rua José Falcão 110, 4000 Porto, Portugal.

^b Laboratório de Física U. Porto, Rua do Campo Alegre 687, 4150 Porto, Portugal

Neste artigo é apresentada uma nova técnica de referenciação para sensores de intensidade em fibra óptica baseada na utilização de redes de difracção em fibra (RDF). Esta técnica é demonstrada para um sensor de deslocamento com uma topologia reflectiva.

Os sensores de fibra óptica baseados na modulação de intensidade são, por concepção, simples, robustos, versáteis e não necessitam de complicados sistemas de processamento. Para aplicações que envolvam medições rigorosas, é necessário implementar um mecanismo de referenciação que garanta o máximo de insensibilidade a possíveis flutuações de intensidade alheias à acção do parâmetro físico cujo comportamento se pretende monitorar (flutuações de intensidade luminosa da fonte óptica, perdas variáveis em acopladores, conectores, fibra, etc) [1].

Na figura 1 está representado o esquemático da montagem realizada. Para fonte óptica utilizamos um ELED com "pigtail" (Epitaxx, ETX - 1550 FJS) com o pico espectral em 1523 nm. As duas redes de difracção em fibra foram fabricadas localmente com características semelhantes, (comprimento de onda de Bragg : 1524 nm (a 25 °C); largura espectral : 0.44 nm; reflectividade : 90%). Para se obter duas RDF perfeitamente sintonizadas, colocamos um analisador de espectros óptico na saída 1 do esquema representado na figura 1. De seguida foi aplicada uma tensão mecânica axial a RDF_R utilizando para tal um piezoeléctrico (PZT). Quando o pico A desaparece (Figura 2) isso significa que as duas RDF estão sintonizadas, isto é, têm o mesmo comprimento de onda de Bragg. A potência óptica associada ao comprimento de onda de Bragg reflectido pela RDF_S (não afectada pelo deslocamento do espelho E na cabeça do sensor) é, agora, o sinal de referência no ponto 2 (sinal V₂). Assim, apenas o sinal transmitido pela RDF_R contém informação relativa ao deslocamento do espelho (sinal V₁).

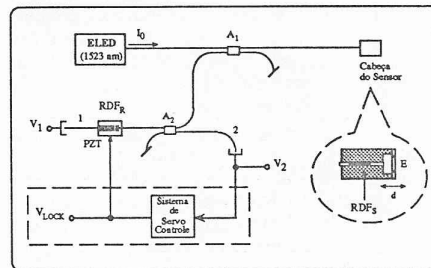


Figura 1 : Esquema da experiência realizada.

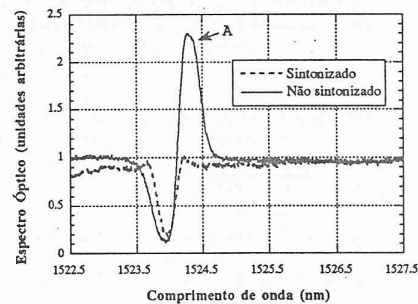


Figura 2 : Espectro óptico obtido na saída 1 da Figura 1 em função do estado de sintonização das duas RDF.

A razão entre os sinais "V1" e "V2" (respectivamente o sinal que contém informação do mensurando e o sinal referência) vem:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{G}{K_2 \alpha_2 (1-G)} S(d) \quad (1)$$

Onde G é a transmissividade das RDF, K₂ é a razão de acoplamento do acoplador direccional A₂, α₂ representa o factor de perda de potência introduzida por este acoplador e S(d) é a fracção da potência reinjectada na fibra de iluminação depois de ser reflectida pelo espelho à distância "d" do topo da mesma.

Esta expressão é independente da potência óptica I₀ injectada na fibra, assim como das flutuações de potência ao longo do caminho comum dos sinais de referência e proveniente

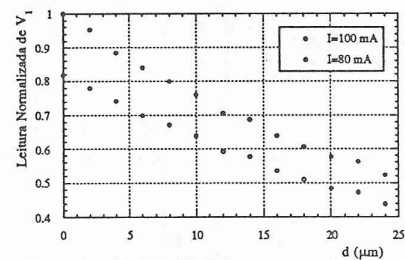
da cabeça do sensor. As flutuações da transmissividade "G" das RDF não é problemática pois este parâmetro é extremamente estável ao longo do tempo [2]. Por outro lado, as flutuações de parâmetros como " K_2 " e " α_2 " pode ser minimizada, colocando o acoplador A_2 num meio de ambiente controlado.

É importante levar em linha de conta que as variações de certas grandezas físicas, particularmente a temperatura, provocam um desvio no comprimento de onda de Bragg da RDF_S. A sensibilidade à temperatura de uma RDF é tipicamente 13 pm/°C para operação a 1550 nm [3]. Assim, e como exemplo, para uma variação de temperatura de 30°C na cabeça do sensor, o sinal de referência desvia-se em comprimento de onda de cerca de 0.39 nm, ficando, desta forma, não sintonizado com o comprimento de onda de Bragg da RDF_R. Como resultado disso o sinal de referência " V_2 " degradar-se-á de tal forma que impossibilitará uma correcta operação do conceito proposto. Esta contrariedade pode, no entanto, ser superada implementando um sistema de servo controle (caixa tracejada na figura 1) que assegure a sintonia dos comprimento de onda de Bragg das RDF [3]. Este sistema de servo controle, para além de resolver o problema acima mencionado, possibilita a medição da temperatura da cabeça do sensor (o sinal de realimentação, " V_{LOCK} ", na figura 1 é directamente proporcional à temperatura da RDF na cabeça do sensor).

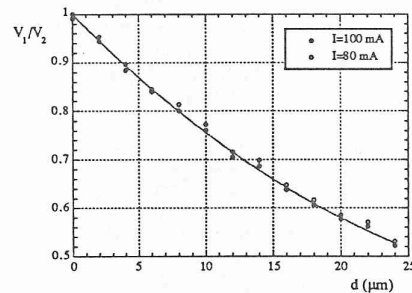
Um aspecto importante relacionado com as flutuações de temperatura consiste no desvio do comprimento de onda de Bragg da RDF colocada na cabeça do sensor relativamente ao espectro de emissão da fonte óptica. Como o espectro da fonte não é plano, este desvio irá provocar uma variação no sinal de referência. No entanto, esta variação poderá ser desprezada pois a largura espectral do ELED em causa é elevada (≈ 80 nm) e o desvio em comprimento de onda da RDF é relativamente pequeno (para 30°C de variação de temperatura o comprimento de onda de Bragg desvia-se de ≈ 0.4 nm). A figura 3 mostra os resultados experimentais. De forma a demonstrar o conceito de referenciação proposto, o sinal " V_1 " em função da distância "d" (distância do espelho ao topo da fibra de iluminação) é representado para duas correntes de operação do ELED (100 mA e 80 mA), a que corresponde dois níveis diferentes da potência óptica injectada no sistema. As correspondentes funções de transferência do sensor são claramente distintas, o que é obviamente indesejável. Em contraste, o

gráfico em que se representa a razão V_1/V_2 (Figura 3-b) mostra duas curvas praticamente coincidentes (o desvio máximo é de $\approx 1.6\%$), demonstrando a eficácia deste mecanismo de referenciação.

Concluindo, descreveu-se aqui um conceito de referenciação aplicável a qualquer tipo de sensor de intensidade de fibra óptica desde que opere em reflexão. Esse conceito foi demonstrado para o caso de um sensor de deslocamentos.



(a)



(b)

Figura 3: (a) " V_1 " em função da distância "d" para dois níveis de potência óptica injectada no sistema. (b) Razão V_1/V_2 em função de "d".

Agradecimentos: A.B. Lobo Ribeiro, aluno de doutoramento da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, agradece o suporte financeiro da JNICT (Programa PRÁXIS XXI).

Referências

- [1] Culshaw, B., e Dakin, J.: *Optical fibre sensors - systems and applications*, vol. II, Artech House, London, 1989
- [2] Erdogan, T., Mizrahi, V., Lemaire, P.J., Monroe, D., *J.Appl. Phys.*, 76, 73, (1994)
- [3] Brady, G.P., Hope, S., Lobo Ribeiro, A.B., Webb, D.J., Reekie, L., Archambault, J.L. e Jackson D.A., *Opt. Commun.*, 111, 51 (1994).