

# Resposta espectral de um interferômetro de Michelson a fibra parcialmente imerso para aplicações em refratometria de líquidos

Tárik Kaiel Machado Cardoso, Gustavo Rafael Collere Possetti, Marcia Muller, José Luís Fabris<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Curitiba, Paraná, Brasil

<sup>1</sup>fabris@utfpr.edu.br

**Resumo**—Neste trabalho é apresentado um estudo das características espectrais de um interferômetro de Michelson a fibra baseado numa rede de período longo, quando parcial e completamente imerso em substâncias com índices de refração igual, menor e maior que o índice de refração da casca da fibra ótica de sílica que contém o dispositivo ótico. Os resultados indicam que a cavidade do interferômetro tem um papel importante na resposta do dispositivo ao índice de refração, potencializando sua aplicação na determinação do índice de refração de líquidos com índices de refração maiores que o da casca da fibra ótica.

**Palavras-chave:** interferômetro de Michelson a fibra; rede de período longo; medida de índice de refração

## I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e/ou o aprimoramento de métodos de determinação do índice de refração de substâncias líquidas despertam o interesse da comunidade científica e industrial, uma vez que possuem elevada aplicabilidade nos setores alimentício, biomédico, químico e petroquímico. Nos últimos anos, o emprego de sensores intrínsecos à fibra ótica para fins refratométricos tem conquistado notoriedade, sobretudo devido às suas características particulares, tais como: o baixo tempo de resposta, a não-reatividade química e as reduzidas dimensões físicas. Dentre esses sensores, devido a sua alta sensibilidade ao índice de refração, destaca-se a rede de período longo (LPG, *long period grating*) [1,2].

A LPG consiste numa modulação periódica induzida no índice de refração de uma fibra ótica ao longo do seu comprimento, que permite que parte da potência guiada pelo modo fundamental de núcleo seja acoplada para modos de casca copropagantes e para modos de radiação [1,2]. Como resultado desse acoplamento, evidenciam-se bandas de atenuação no espectro de transmissão do dispositivo. As propriedades espectrais da LPG são criticamente dependentes do índice de refração da substância com a qual ela está em contato, possibilitando seu emprego como transdutor refratométrico. Entretanto, sua eficiência somente é significativa na avaliação de substâncias cujos índices de

refração efetivos sejam menores que o índice de refração da casca da fibra ótica que contém a LPG. Quando essa condição não é satisfeita, as propriedades espectrais típicas da LPG são modificadas por conta de uma condição de guiamento eletromagnético que propicia a perda da energia, anteriormente confinada na fibra ótica, para o meio externo, de forma não seletiva em comprimento de onda ao longo de toda faixa espectral do dispositivo [3,4]. A intensidade da potência ótica observada no espectro de transmissão da LPG passa a ser função da reflexão de Fresnel que ocorre na interface da casca com o meio externo [3,4], reduzindo a sensibilidade do dispositivo a mudanças no índice de refração do meio externo e limitando seu uso como refratômetro.

Para aumentar a sensibilidade e/ou a resolução da LPG na medição do índice de refração externo pode-se reestruturá-la de maneira a constituir um interferômetro de Michelson ou de Mach-Zehnder [1,3-5]. Nessas configurações, o dispositivo passa a ter uma cavidade ótica, além da(s) LPG(s) que o compõem, e é denominado CLPG (*cascaded long period grating*). Sabe-se que cada uma das partes que estruturam o interferômetro a fibra contribui individualmente para a sensibilidade total da CLPG ao índice de refração [6]. Entretanto, poucos estudos reportam a influência somente da cavidade ótica na resposta do dispositivo. É importante destacar ainda que as limitações verificadas para a LPG inerentes à modificação da condição de guiamento eletromagnético quando o índice de refração efetivo do meio externo é igual ou maior que o da casca da fibra ótica também existem nas CLPGs [1,3]. Contudo, esse problema pode ser contornado quando somente a cavidade desses interferômetros é colocada em contato com o meio externo.

Neste trabalho são avaliadas as características espectrais de uma CLPG quando parcial e completamente imersa em líquidos com índices de refração igual, menor e maior que o índice de refração da casca da fibra ótica de sílica que contém o dispositivo ótico.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O interferômetro de Michelson a fibra (CLPG) empregado neste trabalho consiste de uma LPG produzida em uma fibra