

Simulação de um Sensor Ótico Baseado em Microcavidade Ressonante para Medição de Índice de Refração

F. Freitas¹, M. Facão¹, M. S. Ferreira¹

¹i3N e Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal
email: marta.ferreira@ua.pt

Neste trabalho, foi desenvolvido um algoritmo para simular a propagação do campo eletromagnético num tubo capilar quando acoplado com uma microfibra ótica, com recurso à teoria de dispersão de Mie, determinando os seus modos ressonantes. A utilização de um tubo capilar permite não só o acoplamento de luz, como também a circulação de fluidos no seu interior, apresentando vantagens como elemento sensor. Devido às suas reduzidas dimensões, com diâmetro interno de 96 μm , serão necessários pequenos volumes de analito para provocar alterações no comprimento de onda de ressonância. Além disso, este tipo de microcavidades apresenta fatores de qualidade muito elevados, o que permite obter sensores com elevada resolução. As simulações efetuadas consideraram a propagação de modos com diferentes ordens angulares e radiais e tubos capilares com diferentes espessuras. Observou-se que quanto menor a espessura, maior será o campo evanescente no interior do tubo capilar, o que leva a uma maior interação luz-fluido. Considerando fluidos com índices de refração a variar entre 1.33 e 1.40, os quais representam misturas de água e glucose ou água e frutose (açúcares tipicamente encontrados no vinho da Madeira), verificou-se uma sensibilidade não linear (Fig. 1). Assim, consideraram-se dois intervalos distintos, para índices de refração baixos (1,33 – 1,36) e índices de refração altos (1,36 – 1,40). Para o primeiro intervalo, obteve-se uma sensibilidade máxima de 524,21 nm/UIR (unidade de índice de refração) enquanto para o segundo esta foi de 702,47 nm/UIR, para um modo com polarização TE, ordem radial $n = 3$ e capilar com espessura de 2,5 μm .

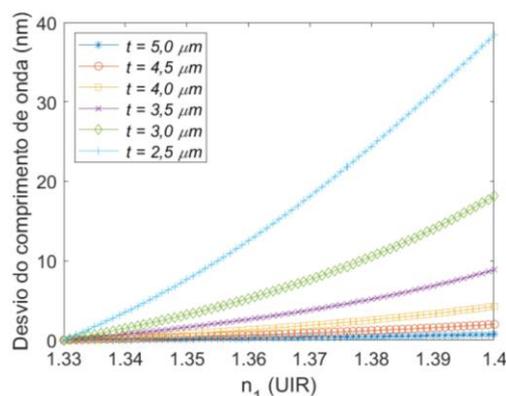


Figura 1. Desvio do comprimento de onda (em torno de $\lambda = 1,55 \mu\text{m}$) em função do índice de refração do interior do capilar para diferentes espessuras ($t = 5,0 \mu\text{m}$, $l = 292$; $t = 4,5 \mu\text{m}$, $l = 290$; $t = 4,0 \mu\text{m}$, $l = 288$; $t = 3,5 \mu\text{m}$, $l = 284$; $t = 3,0 \mu\text{m}$, $l = 282$; e $t = 2,5 \mu\text{m}$, $l = 279$) para um modo TE com $n = 3$ e ordem angular l como indicado acima.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo projeto AROMA (CENTRO-01-0145-FEDER-031568), por fundos FEDER, através do CENTRO2020 - Programa Operacional Regional do Centro, e por fundos nacionais (OE), através FCT/MCTES e pelo projeto i3N, UIDB/50025/2020 & UIDP/50025/2020, financiado por fundos nacionais através de FCT/MEC.