

XU Congresso
Fluminense
de Iniciação
Científica e Tecnológica

28^o

Encontro de
Iniciação
Científica
da UENF

20^o

Circuito de
Iniciação
Científica do
IFFluminense

16^a

Jornada de
Iniciação
Científica
da UFF



U Congresso
Fluminense de
Pós-Graduação

23^a

Mostra de
Pós-Graduação
da UENF

8^a

Mostra de
Pós-Graduação
do IFFluminense

8^a

Mostra de
Pós-Graduação
da UFF

Otimização de parâmetros geométricos por simulação de um sensor fotoacústico usando o método de elementos finitos

Isaac Jefferson Gardim Couto, André Pelais Oliveira, Guilherme Rodrigues Lima, Leonardo Mota

Um sistema de detecção de gases deve preencher algumas características fundamentais, como por exemplo, elevadas seletividade e sensibilidade, boa resolução temporal, larga faixa dinâmica de operação e tamanho compacto. Em particular, a espectroscopia fotoacústica (FA) preenche, dependendo das configurações, todos esses requisitos. Os espectrômetros FA consistem de uma fonte de radiação sintonizável, um sensor FA e um sistema de processamento de sinais. É no sensor que ocorrem os processos físicos que originam o efeito FA. Estes sensores são construídos via usinagem de precisão em metal e são importados, o que incentiva e justifica a proposta de construí-los em território nacional. Dessa maneira, esse trabalho versa sobre a simulação de um dos parâmetros geométricos de um sensor FA, em particular o raio do *buffer* (aqui entendido como um atenuador acústico). A metodologia consistiu em simular os possíveis modos de ressonância acústica que podem ser excitados no interior de um ressonador cilíndrico usando o Método de Elementos Finitos (MEF) com auxílio do software *COMSOL Multiphysics* (licença n.º. 2103518, versão 6.1), e um módulo adicional de acústica. O MEF resolve um sistema de equações acopladas conhecido como SELNS (Sistema de Equações Linearizadas de Navier-Stokes) para o domínio interno do sensor. O modelo foi baseado em uma célula no formato de halter com comprimento e raio do ressonador de 40 mm e 3,0 mm, respectivamente. O gás considerado nas simulações foi o ar, com os parâmetros fornecidos pela própria biblioteca interna do software. Nesse estudo, o raio do *buffer* foi variado de 10 mm a 20 mm, e passo de 2,5 mm. Para cada valor de raio foi simulado o comprimento dos *buffers* de 10 mm a 30 mm com passo de 0,1 mm. As combinações que resultaram nas maiores variações de pressão acústica na região central do ressonador, ou seja, para o primeiro modo longitudinal de ressonância foram 7,70 Pa e 10,0 mm, 7,89 Pa e 12,5 mm, 8,03 e 15,0 mm, Pa, 8,20 e 17,5 mm Pa e 8,33 Pa e 20,0 mm. A análise desses parâmetros nos levou a observar um comportamento linear entre eles. Além disso, vale aqui salientar que esses resultados foram alcançados para comprimentos muito próximos ao valor máximo de comprimento do *buffer*, i.e., 30 mm. Os próximos passos serão otimizar, também por simulação, o comprimento do *buffer* inserindo outros elementos tais como, a janela óptica, o feixe de radiação (fonte de calor) e o transdutor (microfone).

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Eixo temático: Tecnologia

Fomento da bolsa (quando aplicável): PIBi-UENF

ORGANIZAÇÃO E REALIZAÇÃO:



APOIO:



XU Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica

28^o

Encontro de Iniciação Científica da UENF

20^o

Circuito de Iniciação Científica do IFFluminense

16^a

Jornada de Iniciação Científica da UFF



U III Congresso Fluminense de Pós-Graduação

23^a

Mostra de Pós-Graduação da UENF

8^a

Mostra de Pós-Graduação do IFFluminense

8^a

Mostra de Pós-Graduação da UFF

Optimizing geometric parameters of a photoacoustic sensor through finite element method simulation

Isaac Jefferson Gardim Couto, André Pelais Oliveira, Guilherme Rodrigues Lima, Leonardo Mota

A gas detection system must fulfill several essential characteristics, such as high selectivity and sensitivity, good temporal resolution, wide dynamic operating range, and compact size. Depending on the configuration, the so called photoacoustic (PA) spectroscopy meets all these requirements. PA spectrometers consist of a tunable radiation source, a PA sensor, and a signal processing unit. The physical processes that give rise to the PA effect occur within the sensors. These, in turn, are constructed through precision machining in metal and are imported. Thus, we propose to develop them locally, focusing at this moment on simulating one of the geometric parameters of the PA sensor, namely, its buffer radius. The methodology consisted of simulating the possible acoustic resonance modes that can be excited within a cylindrical resonator using the Finite Element Method (FEM) with the COMSOL Multiphysics software (license no. 2103518, version 6.1), and an additional acoustics module. The FEM solves a system of coupled equations known as the Linearized Navier-Stokes Equations System (LNSES) for the internal domain of the sensor. The model was based on a dumbbell-shaped cell with a resonator length and radius of 40 mm and 3.0 mm, respectively. Air was used as sample gas in the simulations, with parameters provided by the software's internal library. In this study, the buffer radius was varied from 10 mm to 20 mm, with a step of 2.5 mm. For each radius value, buffer lengths were simulated from 10 mm to 30 mm with a step of 0.1 mm. The combinations that resulted in the largest acoustic pressure variations in the central region of the resonator, i.e., for the first longitudinal mode of resonance, were found to be 7.70 Pa and 10.0 mm, 7.89 Pa and 12.5 mm, 8.03 Pa and 15.0 mm, 8.20 Pa and 17.5 mm, and 8.33 Pa and 20.0 mm. A linear behavior was observed between them. Moreover, it is worth noting that these results were achieved for lengths very close to the maximum buffer length of approximately 30.0 mm. The next steps will involve optimizing, also through simulation, the buffer length by introducing other elements such as the optical window, the radiation beam (heat source), and the transducer (microphone).

ORGANIZAÇÃO E REALIZAÇÃO:



APOIO:

