

SIMULAÇÃO DE UM SENSOR DE PRESSÃO MICROELETROMECHANICAL

Hebert Dan Shingaki Yabiku ¹;
Marcelo Bariatto Andrade Fontes ²

Aluno da FATEC-SP; e-mail: hdanyabiku@gmail.com ¹
Professor da FATEC-SP; e-mail: bariatto@fatecsp.br ²

Área do Conhecimento: Microeletrônica

Palavras-chave: sensor de pressão, MEMS, microfabricação

INTRODUÇÃO

A tecnologia *MEMS* (Sistemas Microeletromecânicos) consiste na fabricação de sensores, atuadores e transdutores na escala micrométrica. Nos sensores essa tecnologia possibilita medir grandezas físicas com um baixo tempo de resposta, alta sensibilidade e baixo custo de fabricação [RAMOS, 2009]. Um exemplo de aplicação é o acelerômetro utilizado em *air-bags*, que detecta a aceleração ou a frenagem abrupta do automóvel e envia um sinal elétrico para acionar os *air-bags*. O microsensor de pressão é aplicado amplamente em automóveis, aplicações bio-médicas e eletrodomésticos. Sua aplicação varia de calibrar um pneu de carro até medir a pressão sanguínea de pacientes. O microsensor de pressão funciona baseado no efeito piezoresistivo do silício monocristalino. Esse efeito ocorre quando o material sofre um estresse mecânico e varia a sua resistência elétrica. Para haver esse estresse mecânico o silício precisa se-deformar, por isso é necessário que haja um diafragma [MADOU, 2011]. Para otimizar o microsensor ele foi circuitado em uma ponte de *wheatstone*. O material piezoresistivo é o silício monocristalino dopado tipo n e o restante do microsensor é de silício monocristalino dopado tipo p.

OBJETIVOS

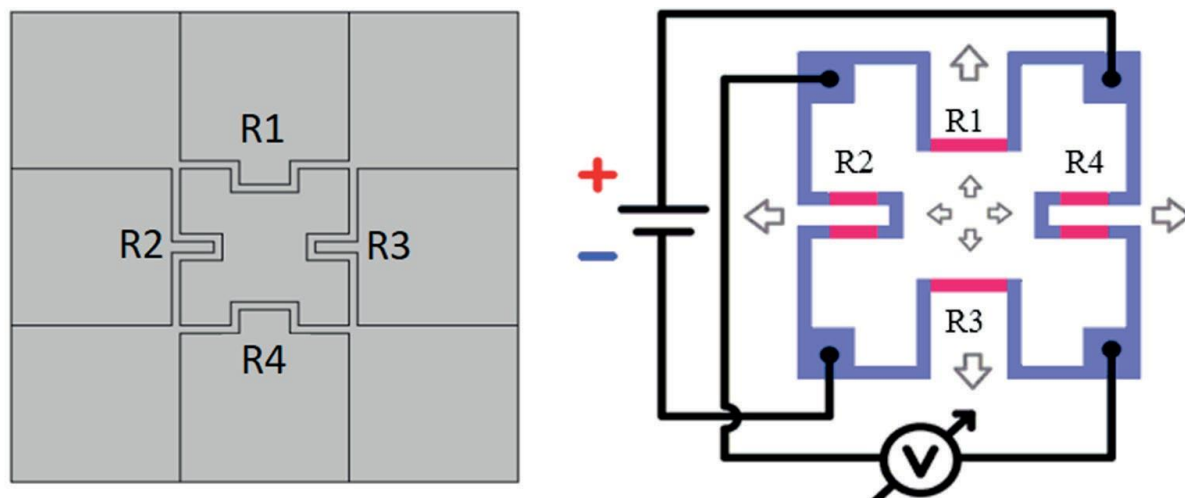
O objetivo do trabalho é simular um microsensor de pressão utilizando o *software* COMSOL[®] versão 5.2. O microsensor simulado é baseado em um Trabalho de Conclusão de Curso -TCC [SANCHES, 2017]., que construiu o microsensor. Com a simulação, propor uma geometria otimizada para o microsensor de pressão.

METODOLOGIA

Para iniciar a simulação é preciso importar a geometria do microsensor para o *software*, com as medidas correspondente do dispositivo construído. como mostra a figura 1. Após a geometria estar pronta foi indicado o seu material. Para o circuito com os contatos e os piezoresistores foi escolhido silício tipo n monocristalino. Para a estrutura do dispositivo silício tipo p monocristalino. Para a física foi utilizado duas funções uma para definir a base de apoio do microsensor de pressão *Fixed constraint* e outra simulando a pressão no diafragma do microsensor *Boundary load*. A alimentação de 5V do circuito foi posicionada no contato superior esquerdo e a referência do circuito no lado oposto, contato inferior direito, também indicada na figura 1, constituindo um circuito em Ponte de *Wheatstone*. A malha escolhida foi uma predefinida pelo simulador, calibrada para dispositivos semicondutores, já com os parâmetros prontos. A simulação realizada foi o *Parametric Sweep*, onde o *software* realiza a mesma simulação alterando uma variável, no caso desse trabalho a pressão aplicada no diafragma experimental de 200mm de espessura. A fim de descobrir outras geometrias otimizadas foram realizadas simulações alterando-a. Neste caso apenas o comprimento do material piezoresistor foi alterado e fixou-se a espessura da membrana em 40mm. Para isso foi utilizado duas variáveis, um simbolizando o comprimento do material piezoresistor R1 e R4, e outro simbolizando o comprimento dos piezoresistores R2 e R3. Os resistores R1, R2, R3 e R4 estão localizados na figura 1. A geometria

otimizada possui uma distância de 600 μm entre a borda do diafragma e os piezoresistores R1 e R4, já para os resistores R2 e R3 eles se posicionam na borda do diafragma.

Figura 1 - Geometria do microsensor no software e conexões da medida elétrica

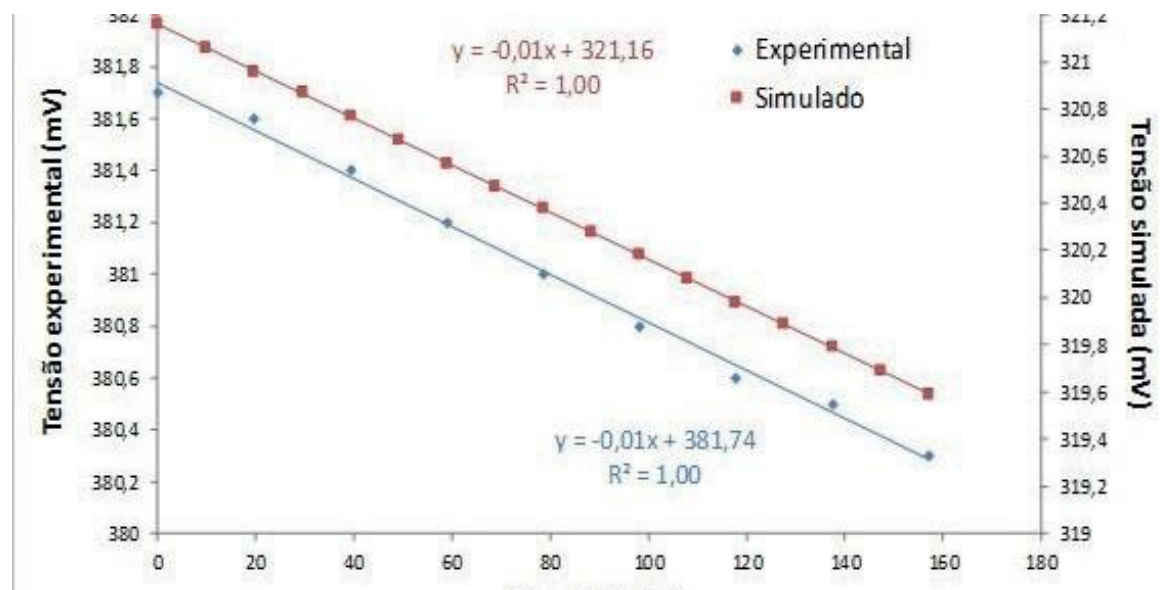


Fonte: O próprio autor e adaptado de [Sanches, 2017].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 apresenta a comparação entre diferenças de potencial experimentais e simuladas, em função da pressão aplicada em relação à pressão atmosférica. Nota-se uma resposta linear, cujas inclinações foram semelhantes nos dois casos, com sensibilidade de 10mV/Pa. Observa-se também uma diferença de 60 mV entre seus valores. Uma possível explicação para esta diferença está no fato dos piezoresistores serem obtidos pelo processo de difusão, ocasionando em dimensões diferentes da definida na máscara fotolitográfica.

Gráfico 1 - Resultado primeira simulação

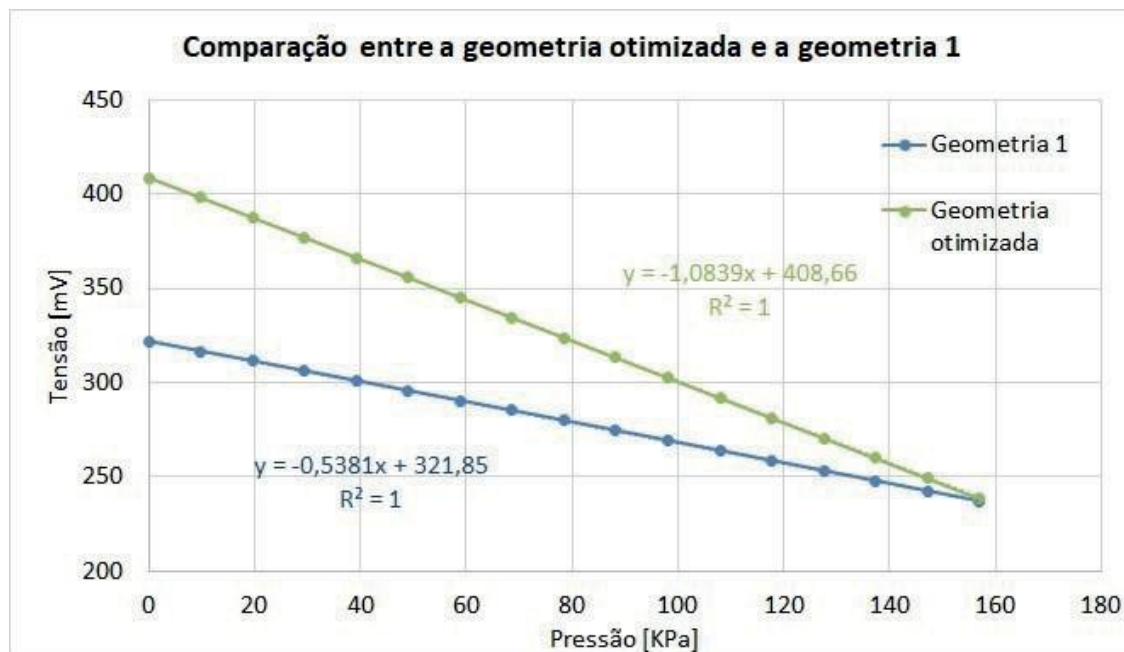


Fonte: O próprio autor

Foram necessárias diversas simulações para otimizar a geometria do microsensor de pressão. O gráfico 2 compara a geometria que obteve a melhor sensibilidade com a geometria 1, fabricada anteriormente. Conforme citado anteriormente a geometria otimizada possui uma distância

de 600 µm entre a borda do diafragma e os piezoresistores R1 e R4, já para os resistores R2 e R3 eles se posicionam na borda do diafragma.

Gráfico 2 - Comparação entre as geometrias



Fonte: O próprio autor

CONCLUSÕES

O trabalho apresentou a simulação do microssensor de pressão MEMS, como também a comparação com o experimental, onde os dados foram coerentes. Graças a simulação foi possível descobrir uma nova geometria para o microssensor de pressão, com o dobro da sensibilidade da antiga. Com os dados obtidos confirmou a veracidade da simulação e uma geometria otimizada, que poderá servir como referência para futuros trabalhos de construção do microssensor de pressão.

REFERÊNCIAS

MADOU, M.; **Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology**, Third Edition, Volume One, Two and Three, CRC Press, 2011.

RAMOS JR, D.; **O que são Mems?**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/nanotecnologia/3254-o-que-sao-mems-.htm>, 17/12/2009. Acesso em: 16/09/2019.

SANCHES. Kaique Figueiredo. **Projeto e construção de microssensor de pressão com tecnologia MEMS para fins didáticos**. Páginas: 93. Microeletrônica – Fatec São Paulo. São Paulo. 2017.