

Desenvolvimento de Sensores de Gás de baixo custo em Ondas Milimétricas

A. S., Rodrigo; S. C. Fátima; G. Elisabete; Henrique; Sandro

EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Laboratório de Microeletrônica; rodrigo.anjos.souza@usp.br

INTRODUÇÃO

Na última década, houve um crescente interesse pelo estudo de gases e sua composição [1], atrelado a diversas aplicações, tais como controle de emissões industriais, diagnóstico médico [2] entre muitas. De maneira geral, a detecção de gases ocorre por meio de dois processos comcomitantes [7]. Primeiramente um processo sensitivo ocorre quando há interação física/química entre as moléculas de gás e um material sensível. Em um segundo momento, há a transdução da interação mencionada em sinais que possam ser medidos. Diversos tipos de metodologias de detecção de gases são empregadas na construção de sensores de gás, tais como princípios ópticos, eletroquímicos ou até mesmo de medição da massa de moléculas.

Neste trabalho, procurou-se realizar a construção de um dispositivo cuja transdução ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, mais especificamente por ondas milimétricas. Outros resultados apresentados recentemente [3][4][9] mostraram que essa metodologia além de apresentar sensibilidade e acurácia, dispensa a necessidade de contato direto com a amostra, reduzindo possíveis interações com o sensor.

Apesar de serem muito importantes para diversas aplicações modernas, sensores de gás baseados em princípios de microondas ainda são um campo de estudo novo, cujas bases teóricas ainda se encontram em construção [1]. Por esse motivo, se faz extremamente difícil o processo de otimização de sensores, bem como a prospecção da seletividade de tais sensores para espécies químicas específicas.

METODOLOGIA

Como mencionado, o processo de detecção de gases se baseia no processo sensitivo e no processo de transdução. Dentro do contexto de ondas milimétricas, a detecção de moléculas de gás ocorre por meio da variação da constante dielétrica do meio (denominada pela letra ϵ ou D_k). Uma vez que a molécula é adsorvida por algum material sensitivo, seu D_k muda, afetando a maneira como ondas eletromagnéticas se propagam em seu interior [5].

O sensor proposto (Figura 1) se baseia na injeção de gases dentro de uma câmara de adsorção (A), à qual se encontra posicionada acima de uma linha de microfita (B). Para aumentar a sensibilidade do dispositivo a linha foi disposta em meandros, afim de se aumentar a área de interação entre as moléculas adsorvidas e as ondas eletromagnéticas passantes.

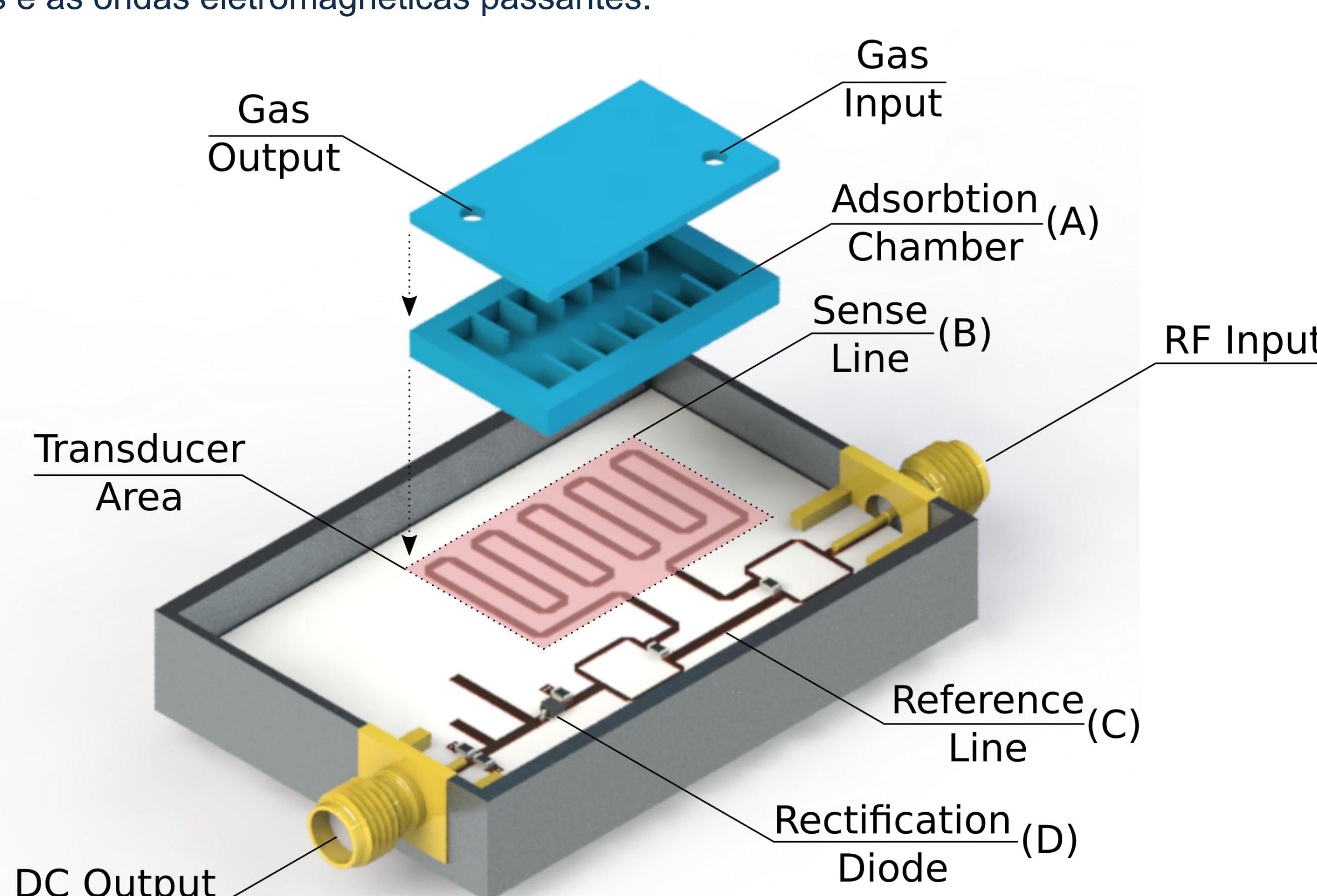


Figura 1 - Dispositivo Proposto
Figura do Autor

Devido à mudança do D_k , há uma alteração na velocidade de propagação do campo eletromagnético na região de interação, o que pode ser medido como uma alteração na impedância característica da linha (B). Desta forma, tanto a amplitude, quanto a fase do sinal passante são alteradas (Figura 2). Por meio da soma entre um sinal de referência (C) e o sinal (B), a variação de amplitude e fase do sinal (B) é transformado em uma variação na amplitude da soma, que será retificada e detectada pelo diodo (D).

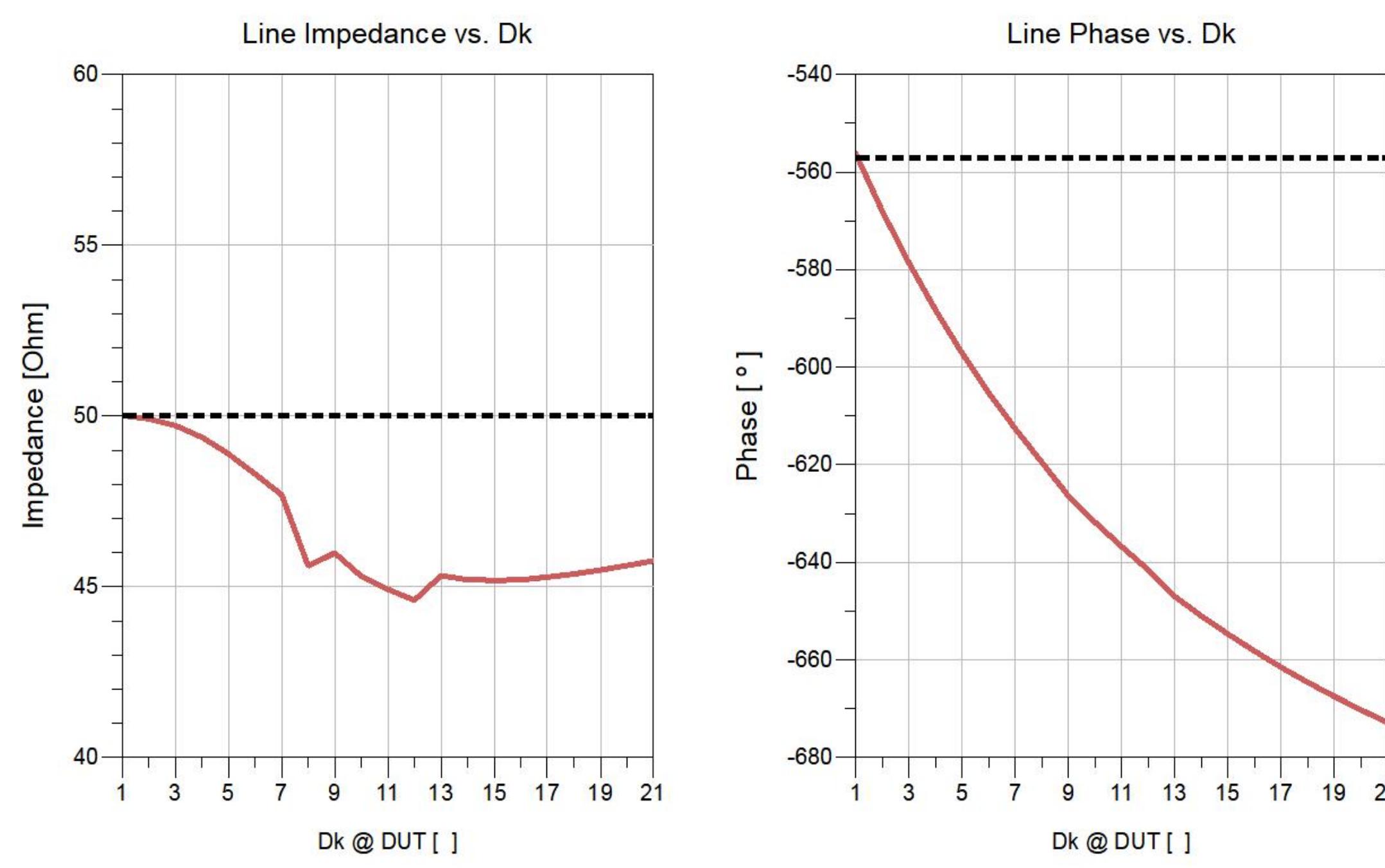


Figura 2 - Variação de Impedância e Fase da linha de sensoriamento
Figura do Autor

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo proposto ainda não foi finalizado, e prevê a construção e avaliação de um protótipo funcional. Apesar disso, diversas simulações realizadas no ambiente de programação ADS da Keysight apontam para o funcionamento correto do dispositivo (Figura 3), em que obteve-se uma tensão DC proporcional ao D_k do material sensitivo.

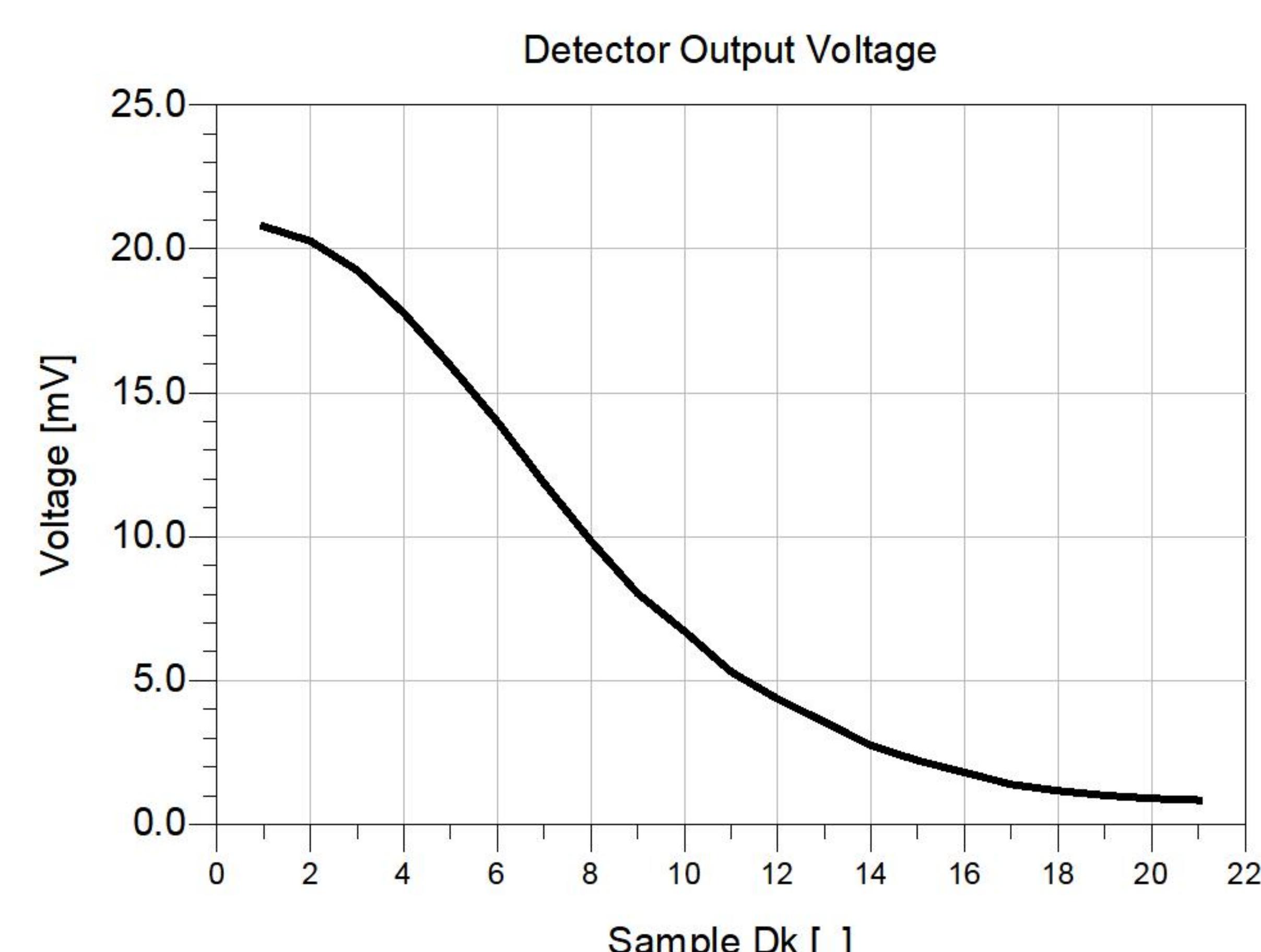


Figura 3 - Tensão detectada na saída do dispositivo simulado
Figura do Autor

CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foi abordada de maneira simplificada a metodologia de detecção de gases por meio de microondas. A utilização de tal princípio de transdução ainda se encontra em sua infância e diversas publicações com aplicações práticas e explicações teóricas buscam levar a área à sua maturidade. No presente momento, ainda não se sabe ao certo como se dá o processo de adsorção e de alteração da constante dielétrica do material sensitivo [1], nem como realizar sua otimização para certas espécies químicas [6], contudo existem algumas teorias que buscam explicar tais interações [8].

Devido à sua habilidade de sensoriamento completamente remoto, a transdução por microondas se mostra uma área promissora na detecção de compostos altamente reativos ou tóxicos, mostrando-se de grande importância para a indústria. É importante lembrar também que apesar de a transdução de gases ser um tópico de poucas bases teóricas, a detecção de compostos líquidos [11][10] ou até mesmo sólidos [10] é bem desenvolvida e apresenta resultados promissores.

REFERÊNCIAS

- [1] - "Gas Sensing by Microwave Transduction: Review of Progress and Challenges", Li F., Zheng Y., Hua C., Jian J., 2019, DOI: 10.3389/fmats.2019.00101
- [2] - "Handbook of Gas Sensor Material Properties, Advantages and Shortcomings for Applications Volume 1: Conventional Approaches", Korotcenkov G., 2012, DOI: 10.1007/978-1-4614-7165-3
- [3] - "Six-port microwave system for volatile organic compounds detection", Staszek K., et al., 2017, DOI: 10.1016/j.snb.2017.01.194
- [4] - "Sensors for Enhanced Detection of Acetone as a Potential Tool for Noninvasive Diabetes Monitoring", Rydosz A., 2018, DOI: 10.3390/s18072298
- [5] - "Microwave Engineering", Pozar, D. M., 2011, ISBN: 9781118213636
- [6] - "Microwave signature for gas sensing: 2005 to present", de Fonseca B., Rossignol J., Stuerga D. Pribetich P., 2015, DOI: 10.1016/j.ultrm.2014.10.010
- [7] - "New perspectives of gas sensor technology", Yamazoe N., Shimane K., 2009, DOI: 10.1016/j.snb.2009.01.023
- [8] - "Equations of the effective permittivity of particle-filled composites for material design applications", Jylhä L., Sihvola A., 2007, DOI: 10.1088/0022-3727/40/16/032
- [9] - "Phase-Shift Transmission Line Method for Permittivity Measurement and Its Potential in Sensor Applications", Radonic V., et al., 2018, DOI: 10.5772/intechopen.81790
- [10] - "Microwave sensors for the non-invasive monitoring of industrial and medical applications", Korostynska O., Mason A., Al-Shamma'a A., 2014, DOI: 10.1108/SR-11-2012-725
- [11] - "Desenvolvimento de Sensores em Frequências de Micro-Ondas para caracterização de Etanol Combustível", Becari W., Correra F. S., 2017, DOI: 10.11606/T.3.2017.tde-28062017-144309