



## UTILIZAÇÃO DE MICRO-LINHA DE TRANSMISSÃO STRIPLINE DE 0.1 A 5 GHz APLICADA COMO SENSOR DE GÁS NATURAL

Danillo Santos Silva<sup>1</sup>, Claudenor da Silva<sup>1</sup>, Raimundo Eider Figueredo Sobrinho<sup>2</sup>, Alexandre Maniçoba de Oliveira<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, IFSP Campus Cubatão – Brasil, nillos1987@gmail.com, claudenor@terra.com.br

<sup>2</sup>Laboratório James Clerck Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado (Labmax), IFSP Campus Cubatão, [amanicoba, Raimundo]@labmax.org

**Resumo**–Neste artigo é apresentado um novo conceito de sensor de gás natural utilizando uma micro-linha de transmissão na forma *stripline* operando de 100 MHz à 5 GHz. Para esse desenvolvimento foi utilizado a metodologia de análise numérica por simulação eletromagnética utilizando o programa QucsStudio. Os resultados apontaram que para a constante dielétrica do gás natural, de 6,5, surge no diagrama de perda por retorno ressonâncias nas frequências de 1,18 GHz, 2,36 GHz, 3,52 GHz, 4,7 GHz, enquanto que para uma atmosfera livre de gases contaminantes, o mesmo diagrama apresenta uma ressonância em 3,01 GHz.

**Palavras-chave:** Constante dielétrica, Sensor de Micro-ondas e Frequência.

### INTRODUÇÃO

Tendo em vista que o gás natural é hoje considerado um importante recurso energético[1], almeja-se através deste trabalho, propor um modelo conceitual de sensor de gás natural, através do uso de microlinha de transmissão em geometria *stripline*, operando em um intervalo de frequência de micro-ondas, que vai de 100MHz à 5 GHz, de maneira a determinar a presença do gás pela interação dos campos elétricos no interior da *stripline*.

### DESENVOLVIMENTO

O presente estudo tem início com a seleção de materiais adequados a serem utilizados no desenvolvimento da microlinha do tipo *stripline* que é um meio de linha de transmissão transversal eletromagnética (Quase-TEM) [3]. No circuito da Fig. 1 construído por uma fita metálica imerso em meio dielétrico entre dois condutores é importante considerar a frequência de operação, o substrato a ser utilizado, a espessura da metalização e altura do mesmo. Utilizou o *QucsStudio*, que é um simulador numérico de circuito micro-ondas, capaz de configurar um circuito com uma interface gráfica de usuário e simular o comportamento de sinais e ruídos que podem ser visualizados em uma janela de apresentação [3], e com isso tem-se uma aproximação dos efeitos reais. A placa de circuito impresso, substrato e microlinha de transmissão também são reproduzidos no *QucsStudio*, utilizando-se todos os parâmetros reais de medidas para uso no projeto.

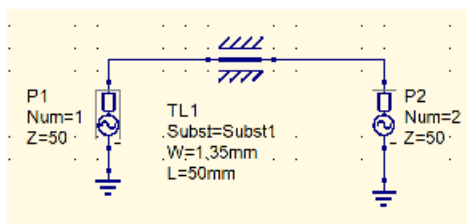


Figura 1 – Interface do QucsStudio com o circuito proposto.

Inicialmente leva-se em consideração uma importante variável, neste caso a constante dielétrica, como trata-se de um circuito de micro-ondas que opera

na faixa de frequência de 300 MHz à 300 GHz [2] e com isso é necessário determinar um substrato com as medidas adequadas para a leitura da constante dielétrica. As medidas consideradas para a *stripline* foram largura  $W=1,35\text{mm}$ , comprimento  $L=50\text{mm}$  e altura  $T=0,020\text{mm}$ .

Para a detecção do gás considerou-se a constante dielétrica do metano ( $\text{CH}_4$ ) que é aproximadamente 6,5, por sua maior proporção na mistura dos componentes que formam o gás natural [1].

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como cada substância tem sua propriedade dielétrica, no  $\text{CH}_4$ , há uma interação do gás com as *striplines* o que provoca uma resposta no parâmetro  $S_{11}$  para cada constante, que pode ser análogo a uma assinatura ou impressão digital. A Fig. 2 apresenta o sinal provocado pela interação do  $\text{CH}_4$  e do ar com o circuito, em que é possível observar sinais diferentes para ambos, o gás apresenta uma perda de sinal a 1,18; 2,36; 3,52 e 4,70 GHz, já o ar, com constante dielétrica de 1,0, em 3,01 GHz na faixa de frequência analisada.

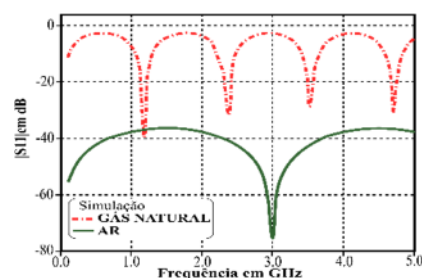


Figura 2 – Resposta dos sinais do parâmetro  $S_{11}$  do gás natural e do ar.

### CONCLUSÃO

Pode-se concluir que através das propriedades dielétricas dos gases é possível desenvolver sensores com simples microlinhas para detectar gases com uma solução de baixo custo, além de um único sensor ter capacidade de detectar diferentes tipos de gases.

### REFERÊNCIAS

- [1] A. H. Harvey, and E. W. Lemmon, Method for Estimating the Dielectric Constant of Natural Gas Mixtures.



- [2] SOUZA, Jorge Angelo Mitrone. **Efeitos do Uso de Substrato de Alta Permissividade Dielétrica em Diversos Tipos de Antenas de Micro-ondas.** 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 15 de setembro de 2014.
- [3] Valencia, Carmona Augusto<sup>1</sup>, Bispo, Matheus Carvalho<sup>2</sup>, Bernal, Jose Inácio Marulanda<sup>3</sup>, Migliano, Carlos da Cunha<sup>4</sup>. **Análise de simulações eletromagnéticas em linhas de transmissão na faixa de micro-onda da banda-x.**