

**Desenvolvimento de um sensor de umidade *chipless* baseado no atraso de grupo.**

Julio Cesar A. da Silva\*, Gilberto T. Santos-Souza e Prof. Dr. Leonardo L. Bravo-Roger

**Resumo**

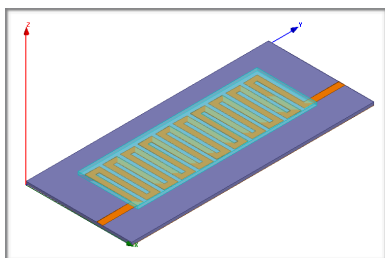
Neste projeto implementou-se um sensor de radiofrequência que opera no domínio do tempo, capaz de monitorar a umidade do ambiente. O dispositivo implementado apresenta como vantagens o fato de não precisar de bateria nem de nenhum circuito integrado para funcionar. Com isso, pode ser integrado facilmente a uma etiqueta passiva de sistemas de RFID. Seu princípio de funcionamento baseia-se na medição da variação do atraso de grupo introduzido pelo hardware da etiqueta sensora sobre o sinal retro-dispersado pela antena da *tag*, o que traz mais uma vantagem: a medição pode ser realizada à distância.

**Palavras-chave:**tag *chipless*, sensores de RF e RFID time domain**Introdução**

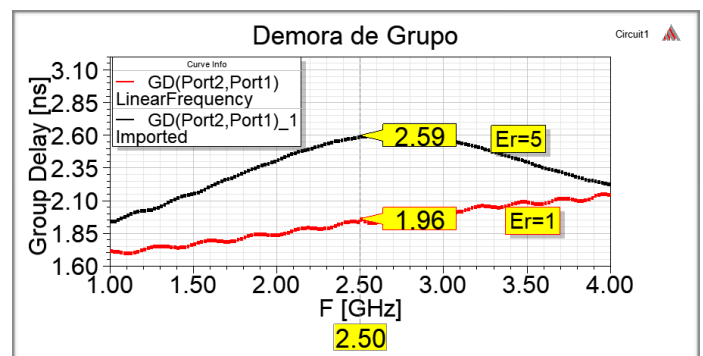
O sensor proposto opera no domínio do tempo e seu funcionamento baseia-se em uma cascata de seções de linha de transmissão (seções C) capazes de produzir picos de atraso de grupo em uma determinada frequência. As seções C permitem produzir um ID exclusivo para a etiqueta. Para incorporar na tag a possibilidade de fazer o sensoriamento da umidade do ambiente é depositado na sua estrutura o Polyvinil Alcohol, (PVA), especificamente a deposição é colocada nas seções C. Além das seções C, a etiqueta comporta uma antena monopolo circular acoplada a linha de demora em "zig-zag".

**Resultados e Discussão**

O ponto de partida do projeto foi escolher uma estrutura planar ressonante, onde fosse possível depositar um material sensível a umidade, que no caso, foi o PVA (*Polyvinil Alcohol*) [1]. O primeiro resultado foi realizar no HFSS, a simulação da linha de demora, Fig. 1, o que foi realizado com sucesso. Primeiramente a linha de demora foi simulada exposta ao ar, colocando-se uma camada de material com  $\epsilon_r=1$  (Ar) acima dela. Posteriormente, essa camada de ar foi substituída por um valor típico da permissividade relativa  $\epsilon_r=5$  (Polímero umedecido) do polímero utilizado como material sensível à umidade. Na verdade, o valor da permissividade do polímero variará em função da umidade [2]. Essa camada acima dos ressonadores da linha de demora mostrada na Fig. 1, representa, na prática, o polímero depositado acima da estrutura. Atualmente, realiza-se a fase experimental. Espera-se que os resultados experimentais estejam de acordo com as simulações.



**Figura 1.** Estrutura zig-zag junto com a camada de polímero



**Figura 2.** Demora de Grupo

A Fig.2, apresenta os valores da demora de grupo para  $\epsilon_r=1$  (Ar) com 1,96ns e  $\epsilon_r=5$  (Polímero umedecido) com demora de grupo de 2,59ns. Mostrando, portanto o princípio de um sensor de umidade *chipless* baseado na medição do atraso de grupo.

**Conclusões**

Verificou-se que a estrutura proposta possui uma sensibilidade baixa, devido a pouca diferença do atraso de propagação e a demora de grupo entre uma umidade e outra (décimos de nanosegundos), isso exige equipamentos de altíssima precisão para o funcionamento na prática dessa estrutura sensora.

**Agradecimentos**

Agradeço ao meu orientador Leonardo L. Bravo-Roger, ao meu co-orientador Gilberto T. Santos-Souza, à Unicamp e ao CNPq.

[1] E. M. Amin N. C. Karmakar "Development of a low cost printable humidity sensor for chipless RFID technology" <em>Proc. IEEE RFID-TA</em> pp. 165-170 2012.

[2] E. M. Amin, N. C. Karmakar, B. Winther-Jensen, "Polyvinyl-alcohol (PVA)-based RF humidity sensor in microwave frequency", *Prog. Electromagn. Res. B*, vol. 54, pp. 149-166, 2013.