



REVISITANDO UM MULTIRESSONADOR INÉDITO PROPOSTO NA FACULDADE DE TECNOLOGIA PARA CONTINUAR SEU DESENVOLVIMENTO

Palavras-Chave: MUTIRESSONADOR, ETIQUETA *CHIPLESS*, SISTEMA DE RFID.

Autora: Isabella Foregato da Silva, FT – Unicamp

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Lorenzo Bravo Roger, FT – Unicamp

Co-orientador: Alexandre Pereira Silva, FT - Unicamp

INTRODUÇÃO:

Os multiressonadores são a base da codificação binária das etiquetas *chipless* utilizadas em sistemas de RFID. Cada bit é codificado fazendo ressonar ou não cada elemento de um multiressonador que ocupa uma ampla zona do espectro eletromagnético para configurar a assinatura espectral da etiqueta. Nas primeiras versões de multiressonadores introduzidas em [1] utilizam-se ressonadores em espiral para codificar cada bit [2-3], sendo que cada um desses ressonadores em espiral tem uma única frequência de ressonância na banda ocupada pela etiqueta. A ideia inovadora desta pesquisa é introduzir, tomando como base uma tese de doutorado desenvolvida na Faculdade de Tecnologia, uma nova configuração em que cada elemento do multiressonador possua duas frequências de ressonâncias, o que permite aumentar ao dobro a capacidade de codificação binária da etiqueta, otimizar o espectro a ser utilizado, além de miniaturizar o tamanho da etiqueta *chipless*.

METODOLOGIA:

Inicialmente o novo e inédito multiressonador foi projetado no software de simulação HFSS, sendo necessário vários ajustes para se obter as dimensões geométricas apropriadas que garantam seu adequado funcionamento eletromagnético. Uma vez ajustado o projeto, passa-se a fase de construção do protótipo, para tal, é preciso exportar o arquivo .dxf para que seja possível imprimir a geometria do multiressonador em um papel transfer PCI, próprio para confecção de protótipos em placas de circuito impresso (PCB, sigla em inglês). O protótipo foi construído pelo método de corrosão e seu desempenho foi avaliado na prática, utilizando um Analisador Vetorial de Redes (VNA).



RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Fig. 1 a) mostra o projeto do multirressonador realizado no HFSS e a Fig.1b) mostra o protótipo construído, sobre uma placa PCB, com constante dielétrica igual a 3,535, tangente de perda igual a 0,016 e altura do substrato igual a 0,8mm.

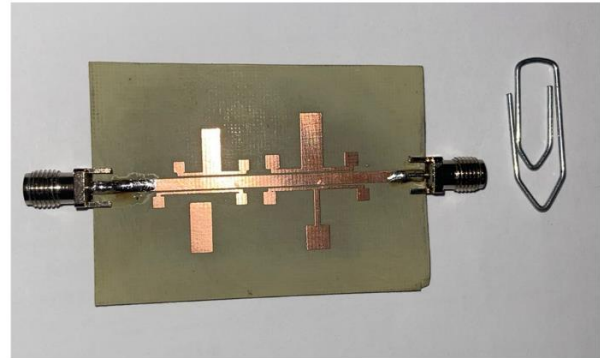
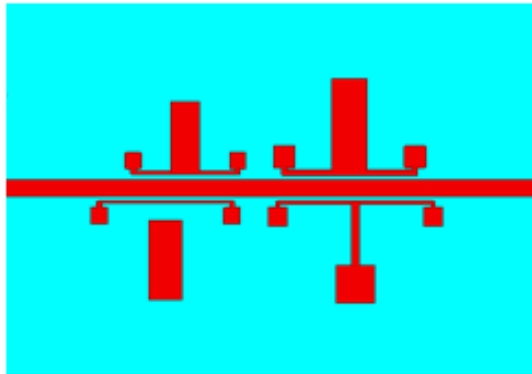


Fig. 1 a) Projeto do multirressonador realizado no software de simulação eletromagnética, HFSS. 1b) Protótipo construído em uma placa PCB.

O multirressonador foi projetado para ter uma resposta em frequência com sete ressonâncias e uma “ausência de ressonância”, isto significa que podem se acomodar 8 bits em sua assinatura espectral, correspondentes a palavra código: 00000100. Como mostra a resposta teórica obtida na simulação, Fig. 2.

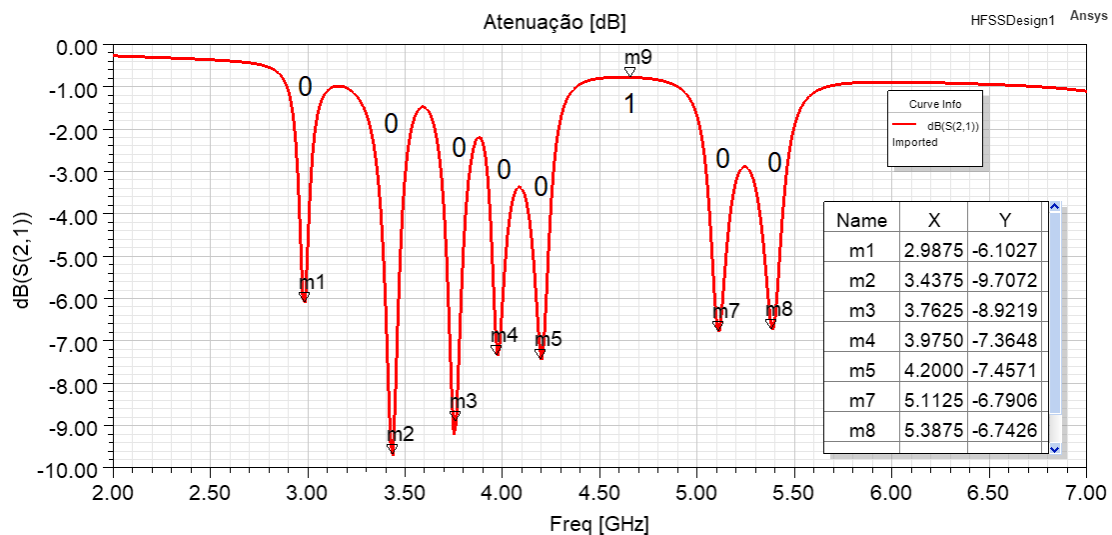


Fig. 2. Resposta em frequência teórica do multirressonador projetado no HFSS para codificar a palavra código 00000100.

A resposta em frequência medida (assinatura espectral) do protótipo construído do multiressonador é mostrado na Fig. 3 a seguir.

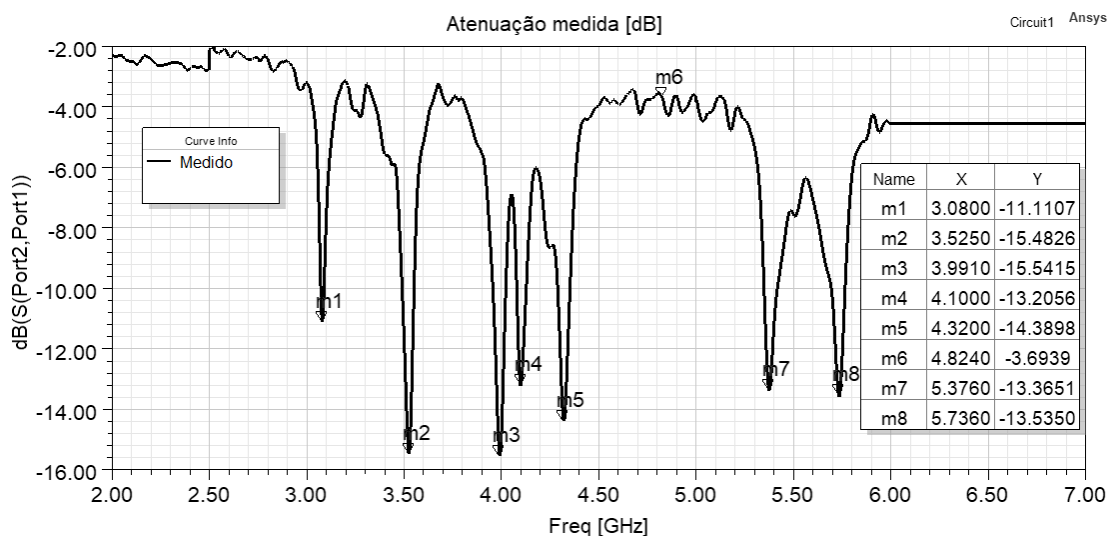


Fig. 3. Resposta em frequência experimental do multiressonador medida no Analisador de Redes, VNA.

Para melhor comparar a resposta teórica, obtida na simulação do HFSS, com a resposta experimental medida, é conveniente sobrepor ambas as curvas em um único gráfico como se mostra na Fig. 4.

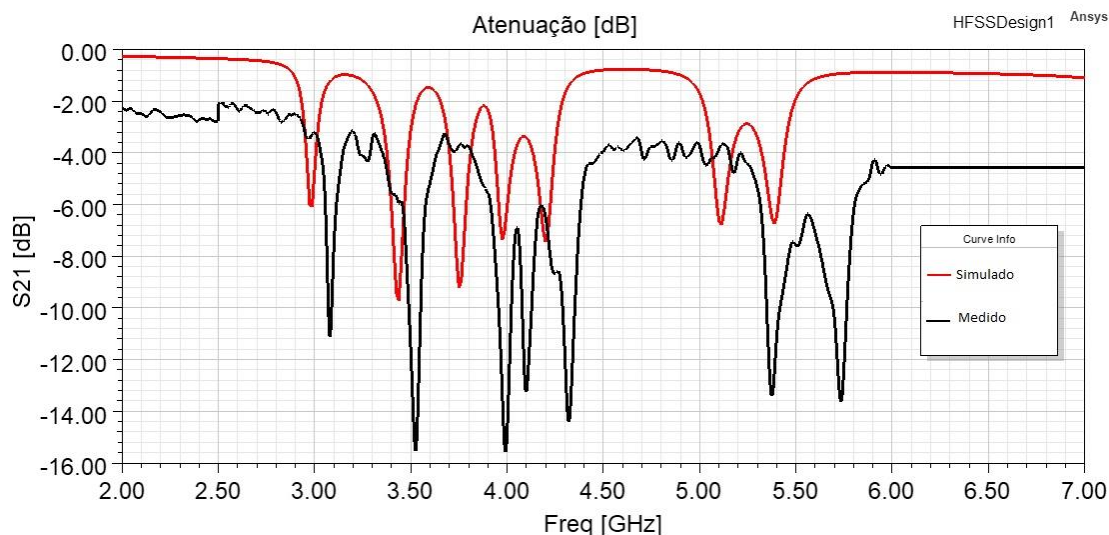


Fig. 4. Comparação das respostas em frequência simulada e experimental do multiressonador, medida no Analisador de Redes, VNA. Na cor vermelha a resposta simulada no HFSS e na cor preta a resposta medida no VNA.

Na Fig. 4 se observam diferenças entre a resposta teórica e a medida, tanto na magnitude quanto nas frequências de ressonância. As causas dessas diferenças são as seguintes: o projeto foi desenvolvido a partir de um modelo teórico no HFSS, utilizando condutores perfeitamente elétricos, ou seja, com condutores ideais sem perdas, obviamente com um comportamento diferente aos reais condutores de cobre, utilizados na construção do protótipo, os quais apresentam perdas na interação

da onda eletromagnética com o material. Outra causa de diferenças entre a resposta teórica simulada e a medida é a utilização de portas ideais do tipo *lumped port* no HFSS, que também são isentas de perdas, o que na prática não é possível evitar, pois os conectores SMA utilizados no protótipo não somente apresentam perdas, como também apresentam indutâncias e capacitâncias parasitas que alteram as frequências de ressonância medidas com respeito as simuladas.

Para uma maior aproximação dos resultados entre as curvas, seria necessário aprimorar ainda mais o modelo de simulação no HFSS, levando em conta a espessura dos condutores de cobre, o efeito dos conectores com perdas próximas do real, entre outras medidas. Obviamente isso implica uma demanda de maiores recursos de hardware na realização das simulações, em termos de memória RAM e capacidade de processamento computacional. Esse grau de precisão não é realmente necessário em um projeto de *tags chipless*, onde a largura de banda de trabalho não está regulada por normas estritas de frequências de operação.

CONCLUSÕES:

O trabalho tinha como objetivo projetar e construir um protótipo de uma nova configuração de multirressonador para etiquetas *chipless* que operasse em uma banda ampla de micro-ondas comportando a banda S e parte da banda C, capaz de codificar uma palavra código de 8 bits, apenas com 4 ressonadores. A partir dos resultados obtidos, nota-se que esse objetivo foi totalmente cumprido. O multirressonador opera na banda projetada com os valores de frequências de ressonâncias e valores de atenuações dentro do que é esperado para o funcionamento eletromagnético adequado para uma etiqueta *chipless* de 8 bits.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Y. Lee, J. Lim, C. Kim, D. Ahn, S. Nam, “A compact-size microstrip spiral resonator and its application to microwave resonator”, *IEEE Microwave and Wireless Components Letters* , vol. 12, no. 10, pp: 375–377, Oct. 2002.

- [2] 114. H. Lim, J. Lee, S. Lim, D. Shin, N. Myung, “A novel compact microstrip bandstop filter based on spiral resonators”, *Asia-Pacific Microwave Conference APMC 2007*, pp: 1–4, Bangkok, Thailand, Dec. 2007.

- [3] K. Ma, K. Yeo, J. Ma, M. Do, “An ultra-compact planar bandpass filter with open-ground spiral for wireless application”, *IEEE Transactions on Advanced Packaging* , vol. 31, no. 2, pp: 285–291, May 2008.