

Melhora da resposta de antenas miniaturizadas com polarização circular á direita

J. A. Nascimento, L. R. Silva, J. M. Gurgel Neto, A. A. P. Silva, R. M. Lima Neta, A. Neves Rocha

Resumo—O objetivo do artigo é aumentar a resposta de uma antena miniaturizada de microfita com polarização circular á direita, que foi utilizada em trabalhos anteriores para validar uma técnica de obtenção da polarização eletromagnética utilizando uma adaptação do método da componente linear. Foram mudados parâmetros como tipo de condutor utilizado, substrato e posição da via de alimentação e os resultados obtidos nas combinações realizadas foram melhores que o apresentado em trabalhos anteriores. O trabalho é essencialmente obtido de simulações realizadas no CST®.

Palavras-chave—polarização, microfita, circular.

Abstract— The goal of the paper is to increase the response of a miniaturized circularly polarized microfiber antenna, which has been used in previous works to validate a technique for obtaining electromagnetic polarization using an adaptation of the linear component method. Parameters were changed as the type of conductor used, substrate and position of the feed path and the results obtained in the combinations performed were better than that presented in previous works. The work is essentially obtained from simulations carried out in the CST®.

keywords—polarization, microstrip, circular.

I. INTRODUÇÃO

A utilização de antenas que ocupem cada vez mais menos espaço físico nos equipamentos vem sendo ampla, devido às vantagens da utilização das antenas miniaturizadas. Dentre as vantagens pode – se que elas são de baixo custo, pouco peso, são fáceis de fabricar, têm conformabilidade, e são versáteis em termos de frequência de ressonância e polarização [1]-[2]. A maioria das aplicações em sistemas de identificação, RFID utilizam antenas miniaturizadas, pois utilizam chips com tamanhos reduzidos e o espaço físico reservado para as antenas torna – se reduzido [3]. A extração da polarização de dispositivos passa a não ser uma tarefa tão óbvia, pois as dimensões das antenas são muito menores que o comprimento de onda, situação bastante comum. A aplicação em sistemas RFID é um exemplo, pois nestes dispositivos, sejam eles ativos ou passivos, uma estrutura irradiante está acoplada e pode ter dimensões reduzidas frente ao comprimento de onda. Sua integração com outros dispositivos pode modificar substancialmente seu desempenho em termos de polarização. É previsível a complexidade que pode assumir estas estruturas quando se almeja o conhecimento de suas características de polarização.

A importância de conhecer a polarização da onda EM nessas antenas se faz necessária por que, elas podem estar prejudicando o processo de funcionamento de determinados equipamentos pelo processo de interferência eletromagnética, ou mesmo estar gerando interferência EM.

É de bastante valia o conhecimento da polarização na recepção de sinais, em antenas portáteis ou não, para melhorar a eficiência de recepção pelo aumento do acoplamento (redução da perda de polarização), tendo em vista que ao saber das características de polarização, teremos acesso à informação sobre o módulo e fase do campo elétrico do sistema de transmissão, com isso pode – se orientar o sistema receptor de modo a obter a maior eficiência na recepção.

O uso de antenas de microfita com polarização configurável aumenta o desempenho das comunicações móveis, reduzindo o desvanecimento do sinal em ambientes com multipercurso como descrito em [4].

A miniaturização das antenas em muitos casos dificulta a localização do sistema emissor, que por ventura esteja causando a interferência EM. Posto que muitas vezes a antena está embutida nos equipamentos. Portanto o conhecimento da direção de propagação da onda EM, emitida por estas antenas ou elementos emissores de campo EM, facilitará a descoberta da(s) fonte(s) de interferência EM e a determinação das possíveis sugestões que ajudem atenuar a mesma.

O estudo de técnicas que visam diminuir os danos causados pela interferência EM, entre equipamentos eletroeletrônicos, têm aumentado nos últimos anos. Através de um estudo da polarização de ondas eletromagnéticas, pode – se identificar o comportamento do campo elétrico irradiado. O conhecimento da amplitude e fase do campo elétrico [4], permite identificar o padrão de polarização da onda. Existem técnicas para a obtenção da polarização, como o método da componente linear, da polarização padrão dentre outros que serão discutidos no texto. A informação da fase do campo elétrico na região de campos distantes (RCD) é de bastante valia para a descoberta e sugestões de melhoria de problemas causados pela interferência EM.

Com o objetivo de validar uma técnica para a obtenção da polarização eletromagnética, foi utilizada uma antena miniaturizada impressa em FR4, com polarização circular á direita em [5]. Porém com o objetivo de aumentar a confiabilidade e convergência do método, bem como a resposta da antena. Foram realizadas simulações alterando os condutores utilizados no plano de terra e fita e a característica do substrato e ainda a posição da via de alimentação da antena.

A antena de microfita foi, projetadas de acordo com a literatura [6],[7], simuladas no CAD CST®. No CST® é utilizado como critério de convergência o Método das diferenças finitas no domínio do tempo(FDTD). O FDTD é um método fundamentado na discretização das equações de Maxwell no domínio do tempo e do espaço. Esse método

J. A. Nascimento, L. R. Silva, J. M. Gurgel Neto, A. A. P. Silva, R. M. Lima Neta, A. Neves Rocha Csmac, Maceió-AL, Brazil. E-mails: job.nascimento@gmail.com, lucassilva.ribeiro@hotmail.com, neto.gurgel.moraes@gmail.com, alexandroaleixo@yahoo.com.br, regina.mlmeta@gmail.com, adieletrica@gmail.com

permite analisar estruturas com geometrias não convencionais [7].

Em cada um dos componentes da discretização, com base nas propriedades do elemento, a equação diferencial é convertida em uma equação de diferenças. Quanto maior a malha de discretização, ou seja, quanto menor for o elemento da discretização, os resultados serão alcançados com maior precisão. Em contrapartida, o tempo de processamento computacional será maior. À medida que a fonte se desloca ao longo da estrutura discretizada, o método FDTD atualiza as amplitudes dos elementos vizinhos [7,8].

No trabalho foram realizados vários testes no CST® mudando os materiais, condutor e substrato, visando a melhoria dos resultados obtidos.

As linhas de transmissão funcionam como circuitos defasadores em alta frequência. No trabalho os sinais foram analisados tomando como parâmetro a frequência central de 1,8 GHz.

II. METODOLOGIA

Na Figura 1 pode-se observar um exemplo de estrutura planar que pode funcionar como linha de transmissão de modo a proporcionar um atraso de fase no sinal recebido por uma fonte.

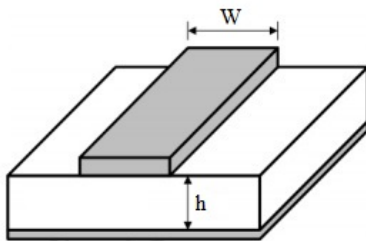


Fig. 1. Exemplo de uma linha de microfita que possui a função de atrasar a fase de um sinal em alta frequência[9].

O trabalho foi realizado, considerando a relação entre a largura(W) da fita e a altura do substrato(h) como:

$$a = \frac{W}{h} > 1 \tag{1}$$

Em que a largura da fita é de 2,86 mm e a altura do substrato FR4 é de 1,6 mm. Para este caso a impedância de saída é dada pela relação:

$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{ef}}} \cdot \frac{1}{a + 1,393 + 0,667 \cdot \ln(a + 1,444)} \tag{2}$$

A frequência de trabalho(f) das linhas é da ordem de 1,80 GHz, o que nos dará um comprimento de onda igual a:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1,8 \times 10^9} \cong 0,167m \tag{3}$$

Considerando que a impedância de saída é casada para 50Ω temos que a permissividade efetiva é dada por:

$$\epsilon_{ef} = \left(\frac{120\pi}{50} \cdot \frac{1}{a + 1,393 + 0,667 \cdot \ln(a + 1,444)} \right)^2 \tag{4}$$

A antena miniaturizada com polarização circular à direita escolhida para simulação pode ser ilustrada na Fig. 2

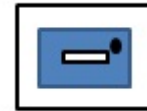


Fig. 2 Esboço da antena de microfita planar com polarização circular à direita.

A polarização da antena foi confirmada através do método da componente linear adaptado proposto em [5]. Na referência foi construída a antena e realizados os teste para a validação da polarização da antena.

No próximo tópico serão discutidos como foram obtidos os resultados.

III. RESULTADOS E MEDIÇÕES

Os condutores possuem como características as listadas na Tab. 1, observada a seguir.

Tab.2. Características dos condutores utilizados.

Material	Resistividade $\times 10^{-8}(\Omega.m)$	Condutividade $\times 10^7 (S/m)$
Prata(Ag)	1,587	6,30
Cobre(Cu)	1,678	5,96
Ouro(Au)	2,193	4,56
Alumínio(Al)	2,809	3,56
Molibdênio(Mb)	5,494	1,82
Zinco(Zn)	5,917	1,69
Latão 65%	6,289	1,59
Níquel(Ni)	6,944	1,44

Os substratos utilizados possuem as características listadas na Tab. 2.

Tab. 2. Características dos substratos.(CSTmaterial library).

Substratos	ϵ_r	altura (mm)	δ	F(GHz)
FR4	4,3	1,6	0,092	0-10

Arlon Cu 250 Gx		2,5	1,524	0,003	0-10
Rogers TMM 3		3,27	0,635-1,905	0,002	0-10
Rogers TMM 4		4,5	0,635-1,905	0,0022	0-10
Rogers TMM 6		6,0	0,635-1,905	0,0023	0-10
Rogers TMM 10i		9,8	0,635-1,905	0,0022	0-10
Rogers RT6010		10,2	0,635-2,4	0,0023	0-10

Os resultados obtidos, serão expostos de acordo com as etapas descritas, com as combinações realizadas a partir de um parâmetro de referência que foi a antena de microfita simulada com o condutor sendo PEC e o substrato FR4, as combinações realizadas foram:

- Variação do Condutor Utilizado + Substrato FR4;
- Variação da Espessura do Condutor + Substrato FR4;
- Variação do Substrato + Condutor PEC;
- Variação do Condutor + Variação do Substrato;
- Variação da Via de Alimentação + Substrato FR4 + Condutor PEC;
- Variação da Via de Alimentação + Variação do Substrato + Condutor PEC
- Variação da Via de Alimentação + Variação do Condutor + Substrato FR4.

A primeira combinação que é a variação dos condutores utilizados, mantendo o substrato e a posição da via de alimentação fixas, teve como resultado o observado na Figura 3.

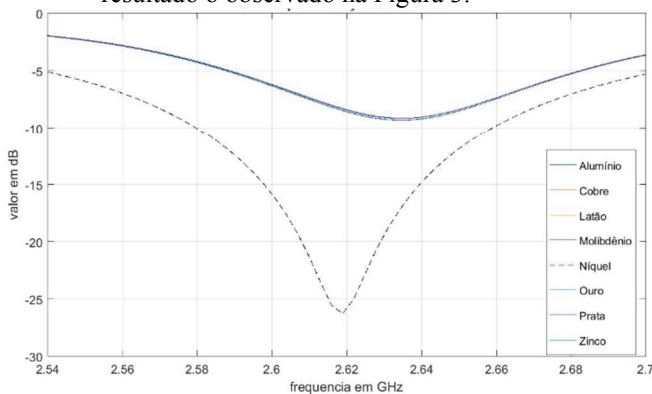


Fig.3 Perda de retorno para a antena com polarização circular, ao variar os condutores.

Como pode ser observado na Fig. 3, a variação dos condutores em sua maioria, pioram os resultados da antena, porém houve destaque em um condutor, que foi o do níquel.

Também foi realizado uma combinação que foi variada no software a espessura do condutor para 0,015 mm e não houve praticamente mudança nos resultados quando

comparados com os da Fig. 3. Na Fig. 4 pode-se observar estes resultados.

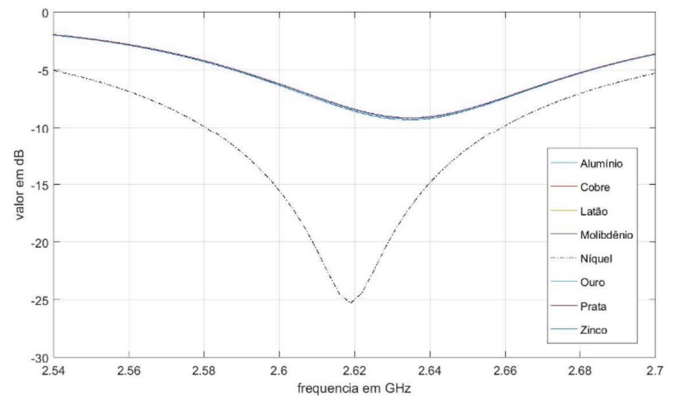


Fig. 4 Perda de retorno para a antena com polarização circular, ao variar a espessura dos condutores.

Nas próximas etapas, foram realizadas diversas simulações para combinações de variações de condutores e substratos e a melhor resposta obtida, ao variar os substratos e manter fixo o condutor, melhor resposta foi com o Ni, que já era observado nas combinações anteriores que apresentava a melhor resposta. O resultado da melhor combinação pode ser vista na Fig. 5.

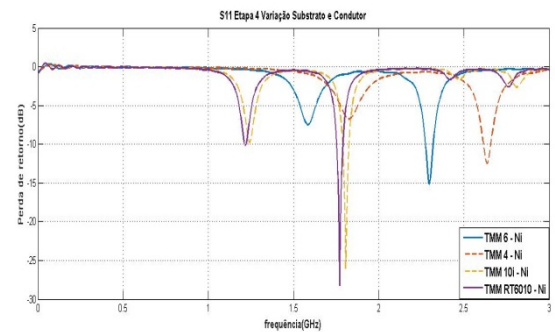


Fig. 5. Perda de retorno ao variar os substratos utilizados mantendo fixo o condutor Ni.

Outra combinação realizada foi realizada mantendo fixo o condutor como PEC e o substrato FR4 e variando a posição da via de alimentação com o intuito de se ter uma melhor resposta. Apesar de serem realizados diversos testes a variação da posição da via, de forma a não comprometer a polarização da antena, levou a ter como melhores resultados os observados na Fig. 6.

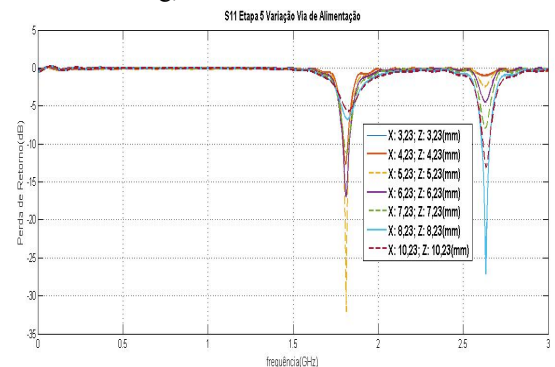


Fig. 6. Perda de retorno ao variar a posição da via de alimentação.

IV. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na pesquisa foram satisfatórios, tanto em relação a mudança dos condutores, como o do substrato. Ao comparar com o resultado observado em [5], as contribuições foram muito relevantes. Como trabalhos futuros serão propostas a construção das simulações com os melhores resultados apresentados no artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] N. A. Zakaria, A. A. Sulaiman and A. A. Latip, “Design of Circular Microstrip Antenna”, IEEE International RF and Microwave Conference Proceedings, pp. 289 -292, Dec. 2008.
- [2] C. Y. Huang, “Designs for an aperture – coupled compact circularly polarized microstrip antenna”, IEE Proc. – Microw. Antennas Propag, Vol. 146, n° 1, pp. 13 – 16, February 1999.
- [3] C. Y. Huang, “Designs for an aperture – coupled compact circularly polarized microstrip antenna”, IEE Proc. – Microw. Antennas Propag, Vol. 146, n° 1, pp. 13 – 16, February 1999.
- [4] Rui – Hung Chen and Jeen – Sheen Row, “Single Microstrip Patch Antenna With Switchable Polarization”, IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Vol. 56, n° 4, pp. 922 – 926, April 2008.
- [5] NASCIMENTO, J. DE A. “Determinação da polarização da onda eletromagnética de fontes desconhecidas pelo método da componente linear”. Campina Grande, 2011. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.
- [6] John D. Kraus, Antennas, 1ª ed. McGraw – Hill book Company, 1950.
- [7] ShibanKoul, Barathi. Microwave and millimeter wave phase shifters, vol. 2 Boston, Ed. Artech House, 1992.
- [8] A. Taflove, Advances in Computacional Electromagnetics – The Finite Difference Time Domain Method, Artech House Publishers, Boston, 1998.
- [9] SOUSA FILHO, P. N. de “Redução das dimensões de linhas de transmissão, acopladores e filtros utilizando Microstrip Comblines em microondas” Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Recife, 2006.