

# Projeto de um Arranjo de Antena de Microfita com Sobrestrato Caracterizado por Estrutura Fotônica

Rita Rocha, Bruno Ricardo S. Mello, Paulo Eduardo Jr, José Felipe Almeida, e Carlos Leonidas da S.S. Sobrinho

**Resumo**— Neste trabalho é apresentado um projeto envolvendo um arranjo de antenas de microfita. Para o estudo deste sistema de irradiadores, usaram-se 2 *patches* montados com um sobrestrato Fotônico. Os resultados foram obtidos por simulação, usando-se o método FDTD.

**Palavras-Chave**—Arranjo de antenas de microfita, estrutura fotônica, método FDTD.

**Abstract**— This work presents a microstrip antenna array in project. To study this radiator system 2 *patches* are mounted by a photonic structure on its homogeneous substrate. This analysis is implemented by the FDTD method.

**Index Terms**—Microstrip antenna array, photonic structure, FDTD method.

## I. INTRODUÇÃO

As MSA (*microstrip/stripline antennas*) desempenham um papel importante na tecnologia moderna de antenas. Quando esse tipo de antena é usado em atividade num sistema de *arrays*, a antena *patch* opera ao mesmo tempo como sendo um elemento irradiador e ressoador do oscilador integrado [1]. Para este uso, os harmônicos fora da faixa de frequências de interesse podem causar sérios problemas ao sistema irradiador.

Este trabalho apresenta um projeto, feito por uma análise usando método das diferenças finitas no domínio do tempo FDTD [2-5], de um arranjo composto de duas antenas de microfita. Este arranjo leva em conta o sistema irradiador acrescido de um sobrestrato composto de PBG (*Photonic Band Gap*) [6-9]. Os efeitos da utilização de PBG nesse tipo de projeto serão, portanto, aqui analisadas numericamente. O que se espera com esse projeto é manter a frequência de operação do sistema e suprimir os outros possíveis modos de ressonância (*stopband*).

R. C. Rocha, B. R. S. Mello e P. E. G. M. Jr, J. F. Almeida, Instituto de Estudos Superiores da Amazônia- IESAM, Belém do Pará, E-mails: ritafloren@ig.com.br, bruno\_Ricardo@hotmail.com, paulopjk@yahoo.com.br, felipe@prof.iesam-pa.edu.br

C. L. da S.S. Sobrinho, Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação/PPGEE-UFPa, E-mail: leonidas@ufpa.br,

Este trabalho foi financiado pela FUNADESP com a participação da Ericsson do Brasil e o CNPq.

## II. PROJETO DE UM ARRANJO DE MICROFITA COM PBG

Nesta Seção é apresentado um projeto de um arranjo antenas de microfita. Esse arranjo, composto de duas microfita, foi projetado usando-se um sobrestrato modelado para conter elementos dielétricos organizados periodicamente na estrutura dielétrica homogênea do sistema.

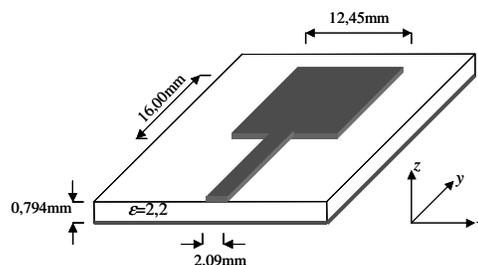


Fig.2 – Dimensões da antena de microfita e sua linha de alimentação.

A forma convencional das antenas, mostrada na Fig.1, traz um substrato homogêneo de permissividade relativa  $\epsilon_r=2,2$  [3]. O sobrestrato contendo estruturas PBG é feito desse mesmo material, porém no seu interior são incluídos elementos de alta permissividade elétrica ( $\epsilon_r=10,2$ ), usando-se blocos cilíndricos de base quadrada. Estes blocos são dispostos em forma de uma rede PBG (na forma de uma rede Cristalina) arrumados de tal maneira que são usados apenas dois planos paralelos de simetria dispostos nos arredores acima do *patch*. (Fig. 2(b)).

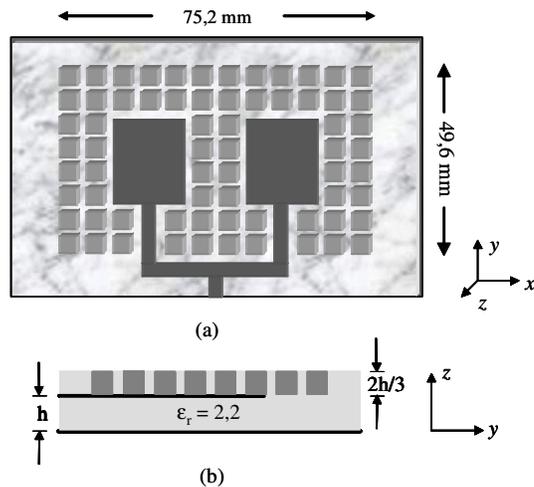


Fig.2 – a) Arranjo de Antena de Microfita com um sobrestrato Fotônico e b) Geometria transversal da estrutura no plano-yz.

O modelo da MSA usado nesse trabalho foi baseado em [3]. Entretanto sua linha de alimentação foi arrastada até o centro do *patch* como, está mostrado na Fig.1. A partir dessa forma, a antena é modelada com um substrato PBG (Fig.2) cujas dimensões de seus elementos são cubos de 1,60 mm de aresta, a constante de rede igual a 4,80 mm e a geometria de seus planos de simetria assim como os valores elétricos estão mostrados na Fig.2. As medidas requeridas para os incrementos espaciais, usados para o método FDTD, foram  $\Delta x=0,20\text{mm}$ ,  $\Delta y=0,20\text{mm}$  e  $\Delta z=0,1588\text{mm}$ . Dessa forma, as dimensões do *patch* da antena são projetadas para serem  $64\Delta x$  por  $80\Delta y$ . A menor dimensão do aparato – considerando as estruturas PBGs – é, portanto, 75,2 mm por 49,6 mm. Em termos de células FDTD, a espessura do substrato homogêneo do arranjo é igual a  $h = 5\Delta z$  (Fig.2 (a)). A impedância característica da linha de fita é igual a  $50\Omega$ . A porta elétrica para o cálculo do coeficiente de perdas por reflexão ( $|S_{11}|$ ), ficou localizada a  $5\Delta x$  da junção central das linhas. Em todos os casos, esses blocos foram afastados do *patch* por  $8\Delta x$  ao longo da direção do eixo- $x$  e por  $12\Delta y$  ao longo direção do eixo- $y$ . A espessura do substrato PBG é igual a  $2/3$  do valor da estrutura homogênea mantida abaixo do *patch*. Com o intuito de manter a condição de Courant, para a discretização temporal, foi usado  $\Delta t=0,43691$  ps. Para a fonte de excitação foi considerado um pulso Gaussiano cuja largura de Banda foi mantida em 22,00 GHz com duração de  $T= 22,0$  ns. O estado estacionário foi obtido com 10452 passos no tempo. As condições de fronteiras absorventes (ABCs), utilizadas neste trabalho, foram implementadas através da técnica conhecida como UPML [5].

### III. RESULTADOS NUMÉRICOS

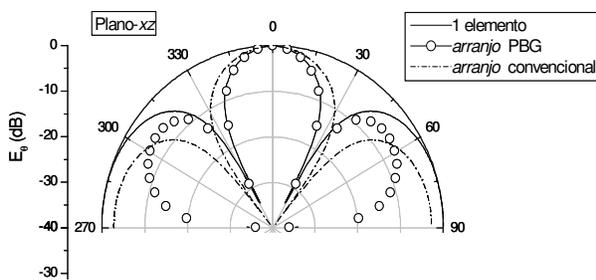


Fig.3 – Diagrama de irradiação de campo distante para a componente  $E_\theta$  (Plano- $xz$  em  $\phi=0$ ) para 11,89 GHz. Sendo: — 1 elemento (PBG), ooo arranjo com PBG e --- arranjo sem PBG.

No gráfico da Fig.3, é mostrado o diagrama de irradiação comparativo, obtido por simulação, entre a antena de um único elemento e o arranjo montado com duas microfitas – com e sem PBG sobre seu substrato homogêneo. Com essa configuração, observa-se no gráfico que o arranjo com PBG, para a frequência de 11,89 GHz, é mais diretivo que nos outros casos. Além disso, esse gráfico ainda mostra que existe uma proteção às pessoas posicionadas próximas a esse sistema, devido à redução dos lóbulos laterais – como no caso de utilizações em painéis de ERB (Estação Rádio Base) instalados em faces laterais de prédios residenciais.

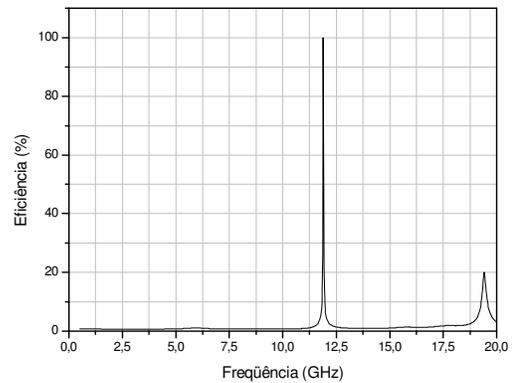


Fig.4 – Percentagem da eficiência (de casamento de impedância) do arranjo da Fig.2 (a).

A Fig.4 mostra o valor encontrado para a eficiência da antena (relacionada com o casamento de impedância), na faixa de 11,89 GHz. É observado ainda no gráfico que esse modelo produz um largo *stopband* nas frequências de ressonância da antena. Praticamente a antena opera com um único modo de ressonância.

### IV. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi proposto um projeto para um arranjo de antenas do tipo MSA com PBG. A partir dos resultados obtidos, para o diagrama de campo distante, fez-se uma comparação entre o desempenho da antena com e sem o uso de PBG. Além do quê, para essa antena é mostrado um largo *stopband*, nas suas frequências de ressonância. O código computacional aqui desenvolvido foi escrito em linguagem FORTRAN e rodou em um *Cluster* com arquitetura *Beowulf* composto de oito nós, sendo gerenciado pelo gerenciador de nós MPI para Linux. Com esse aparato, o tempo de execução para esse tipo de problema foi de aproximadamente 25 minutos. A partir desse trabalho se pretende fazer um estudo mais detalhado sobre esse modelo de antena.

### V. REFERÊNCIAS

- [1] L. C. Kretly, and A. Tavora, "A PBG-Photonic Band Gap-Static Phase-Shifter for Steerable Antenna Array," Int. Microwave and Optoelectronics Conf., Brazil, 2003.
- [2] K. S. Yee, "Numerical Solution of Initial Boundary Value Problems Involving Maxwell's Equations in Isotropic Media," *IEEE Trans. Antennas and Propagat.*, vol. 14, pp. 302-307, 1966.
- [3] D. M. Sheen, S. M. Ali, and M. D. Abouzahra, and J. A. Kong, "Application of the Three-Dimensional Finite Difference Time-Domain Method to the Analysis of Planar Microstrip Circuits," *IEEE, Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 38, pp. 849-857, 1990.
- [4] A. Taflov, *Finite Difference Time Domain Methods for eletrodynamic Analysis*. New York: Artech, 1998.
- [5] S. D. Gedney, "An Anisotropic Perfectly Matched Layer-Absorbing Medium for the Truncation of FDTD Lattices," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 44, pp. 1631-1639, Dec. 1996.
- [6] H. Mosallael, and Y. Rahmat-Samii, "Photonic-Band Gap (PBG) versus Effective Index: A Case Study of Dielectric Nanocavities," *IEEE Press*, 2000.
- [7] D. M. Pozar, and D. H. Schaubert, *Mirostrip Antennas*. Piscataway: *IEEE Press*, 1995.
- [8] E. Yablonovitch, "Photonic band-gap structures," *J. Opt. Soc. Amer B*, vol. 10, pp. 283-294, 1993.
- [9] Y. Horii, and M. Tsutsumi, "Hamonic Control by Photonic Bangap on Microstrip patch Antenna," *IEEE Microwave Guided Wave Lett.*, vol. 9, pp. 13-15, 1999.