



## UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR FEKO PARA ANÁLISE DE GANHO E DIRETIVIDADE DE UMA ANTENA CORNETA OPERANDO EM 6 GHz

Heitor Giatte da Costa<sup>1,2</sup>, Marco Antonio Bernardino Pinto<sup>1,2</sup>, Gustavo Ferreira Vicentine<sup>1,2</sup>, Lucas Paraventi G. C. de Mendeiros<sup>1,2</sup>, Charles Artur Santos de Oliveira<sup>1,2</sup>, Alexandre Maniçoba de Oliveira<sup>1,2</sup>,

<sup>1</sup>Laboratório Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado (LABMAX), <sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP).

{heitor; m.antonio; gustavo; paraventi; charles; amanicoba}@labmax.org

**Resumo** – Este trabalho apresenta o dimensionamento e simulação de uma antena corneta piramidal, operando com frequência centralizada em 6 GHz, utilizando as ferramentas *EWA*, do MATLAB e simulador Altair FEKO. Os resultados obtidos pela simulação apresentaram um alto desempenho da antena de micro-ondas, com valores do coeficiente de reflexão abaixo de -18 dB, ganho centralizado de 15,71 dB e largura de feixe de meia potência em 29.29°.

**Palavras-chave:** Antenas de abertura; Diretividade; FEKO; Micro-ondas; Ultra-wideband.

### INTRODUÇÃO

As antenas cornetas de micro-ondas são dispositivos irradiadores de ondas eletromagnéticas, classificadas como antenas de abertura. Algumas aplicações possíveis são, em *RADAR (Radio Detection And Ranging)* [1], obtenção de imagens médicas por micro-ondas [2], testes de *EMC (Electromagnetic Compatibility)* [3] e elemento padrão para avaliação de diagramas de irradiação de antenas [4]. As principais características dessas antenas, são os altos valores de ganho e diretividade, além de um padrão de irradiação conhecido.

Atualmente, na categoria de antenas cornetas existem diferentes modelos como é apresentado na Fig 1. Na imagem, é possível observar quatro diferentes modelos, dentre essas, 1(a) a antena confeccionada no plano E (campo elétrico), 1(b) confeccionada no plano H (campo magnético), 1(c) piramidal e por fim, 1(d) cônica.

As cornetas setoriais 1(a) e 1 (b), permitem a irradiação em uma única direção, sendo assim, se houver uma abertura gradual na direção do vetor elétrico e paralelismo na direção do campo magnético, será considerada uma corneta Plano E, e quando houver a abertura gradual na direção do campo magnético e paralelismo na direção do campo elétrico, será considerada uma corneta Plano H. A corneta piramidal é caracterizada pela graduação da abertura nas direções dos campos elétricos e magnéticos, possuindo uma aparência de pirâmide. Outro modelo conhecido, é a corneta cônica, que possui uma sessão transversal circular e gradual, usada em conjunto com um guia de ondas circular.

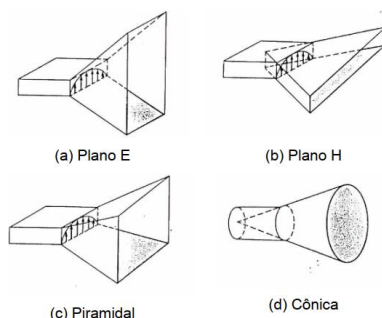


Figura 1 – Diferentes tipos de antena corneta [5].

Este trabalho possui como objetivo, o dimensionamento e simulação de uma antena corneta piramidal, utilizando ferramentas de cálculo numérico e de simulação computacional eletromagnética, para análise dos parâmetros da antena de micro-ondas modelada.

### DESENVOLVIMENTO

A abertura gradativa é utilizada para minimizar os efeitos de atenuação do sinal *RF*, durante a transição da onda eletromagnética conduzida no guia de ondas, para o espaço livre [5]. Ou seja, esta abertura auxilia no casamento de impedância entre os meios, reduzindo a quantidade de reflexões no interior da antena.

Um parâmetro determinante para um bom desempenho nos ganhos e diretividade da antena corneta, corresponde as dimensões do guia de ondas e a abertura piramidal. Sendo assim, foi necessário selecionar o guia de onda mais adequado para a frequência de operação, de maneira que o sinal *RF* fosse propagado corretamente. Logo, conforme a frequência de operação centrada em 6 GHz, as dimensões do guia de ondas, modelo WG-14, foram adotadas neste trabalho, sendo essas,  $a_0 = 35\text{mm}$  e  $b_0 = 16\text{mm}$ , respectivamente.

Em relação a abertura piramidal, as dimensões dos lados, ângulo de abertura e comprimento também são consideradas para os cálculos. Além disso, é de conhecimento comum que o ganho será proporcional ao tamanho de abertura da corneta. Contudo, existe uma dimensão ótima para se obter o ganho máximo, além da necessidade de todos os elementos da antena estarem em fase.

Então, para realizar esse dimensionamento ótimo, foi utilizada uma ferramenta de extensão do MATLAB, a *toolbox EWA (Electromagnetics Wave Antenna)*, elaborada pelo professor Sophocles Orfanidis. Com essa extensão, é possível dimensionar inúmeros parâmetros de dispositivos de micro-ondas, através de funções contidas no pacote. No caso deste trabalho, foi utilizada a função *hopt*, que consiste no uso do método de Newton para se obter as dimensões ótimas da antena. Basicamente, foram inseridos os valores do ganho desejado (em dB), e as dimensões do guia de ondas.

Os valores ótimos obtidos com a ferramenta *EWA*, para uma antena operando com faixa central em 6



GHz, utilizando o guia de ondas WG14 e com desejável ganho de 15 dB, foram as seguintes: lado *A* (horizontal) = 130,1 mm, lado *B* (vertical) = 98,8 mm e comprimento  $L = 78$  mm.

Obtidas as dimensões, o passo seguinte baseou-se na modelagem da antena no software de simulação Altair FEKO. As etapas de modelagem desta antena consistiram na elaboração do guia de ondas, com as mesmas dimensões do modelo WG14. O comprimento do guia de ondas adotado foi de 4 lambdas ( $\lambda$ ) guiado, equivalente à 200 mm, (sendo o comprimento de onda  $\lambda$ , em 6 GHz, correspondente a 50 mm). Posteriormente, a próxima etapa consistiu na modelagem do elemento, utilizando os valores encontrados com a *toolbox EWA*. Por fim, foi adicionado uma porta na entrada do guia de ondas, simulando a alimentação de sinal RF no dispositivo.

Na Fig. 2, é apresentada a antena proposta, projetada no software FEKO.

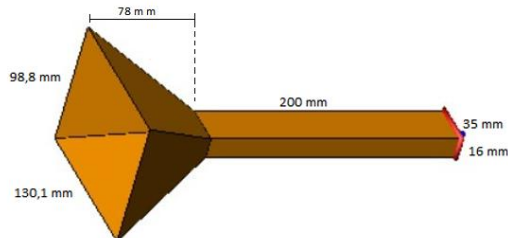


Figura 2 – Antena corneta piramidal, projetada no software Altair FEKO.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A simulação deste elemento abrangeu o intervalo de frequência entre 5 e 7 GHz, adotando o método dos momentos (*MoM*). Os parâmetros solicitados para a análise, consistiram nos valores do coeficiente de reflexão (conhecido como parâmetro  $S_{11}$ ), além do diagrama de irradiação de campo distante, através do gráfico polar, correspondente ao ganho e diretividade da antena.

Os resultados da simulação apresentaram uma antena corneta diretiva, sendo possível observar na Fig 3., uma ótima irradiação do dispositivo (tendo em vista que, para todo o intervalo de frequência selecionado, o coeficiente de reflexão esteve abaixo de -18 dB), e frequência central de 6 GHz, em aproximadamente -22,34 dB. Na Fig. 4, é apresentada a região de campo distante, mostrando que a antena simulada se comportou com elevado ganho, equivalente a 15,71 dB. Outra característica analisada, levou em consideração a largura do feixe de meia potência (*HPBW*), com abertura correspondente a 29,29°, mostrando ser uma antena altamente diretiva.

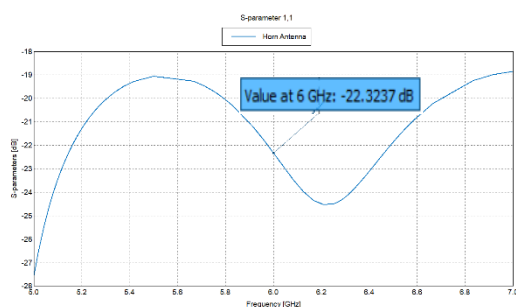


Figura 3 – Parâmetro  $S_{11}$  da antena, entre 5 e 7 GHz.

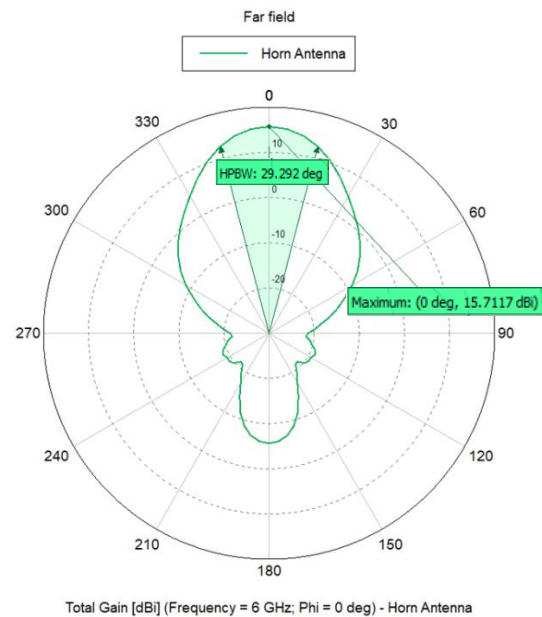


Figura 4 – Região de campo distante da antena com os valores de ganho e HPBW.

## CONCLUSÕES

Com base no projeto desenvolvido, os autores concluem que, através do uso da ferramenta EWA e o simulador FEKO, a antena simulada apresentou altos níveis de ganho (15,71 dB) e diretividade (HPBW com abertura de 29,29°), em 6 GHz. Sendo assim, para a continuidade deste trabalho, terá como objetivo a simulação de um alimentador por conexão SMA, que viabilizará a futura prototipação da antena física.

## REFERÊNCIAS

- [1] KEZIAH, J.; MUTHUKURAMAN, N. "Design of K Band Transmitting Antenna for Harbor Surveillance Radar Application". International Journal on Applications in Electrical and Electronics Engineering, v. 2, n. 5, p. 16-20, 2016.
- [2] OTHMAN, M. A. *et al.* "Development of ultra-wideband (UWB) horn antenna using approximation method". IEEE Symposium on Wireless Technology and Applications (ISWTA). IEEE, 2012. p. 276-279.
- [3] PURI, M. *et al.* "Design and simulation of double ridged horn antenna operating for UWB applications". Annual IEEE India Conference (INDICON). IEEE, 2013. p. 1-6.
- [4] ABHIGNYA, G. *et al.* "Design, fabrication and testing of pyramidal horn antenna". International Journal of Engineering and Applied Sciences, v. 2, n. 4, 2015.
- [5] ALÍPIO, R. S. "Modelagem eletromagnética de antenas corneta piramidais". Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG, 2007.