

Otimização da Largura de Banda de uma Antena Monopolo Dobrado Compacto (BFMA)

D. R. de Mélo, V. A. Dmitriev, K. Q. da Costa e M. T. Reis

Resumo -- Este trabalho analisa uma antena Monopolo Dobrado Compacto (*Built-in Folded Monopole Antenna - BFMA*) de banda larga. Nesta análise, as dimensões da antena foram otimizadas com o objetivo de se obter maiores larguras de banda de casada com a impedância de entrada. A análise numérica foi realizada por meio de um programa usando o Método dos Momentos (MoM) desenvolvido no Matlab. Alguns resultados também foram calculados com auxílio do software IE3D. Resultados de até 56% de largura de banda (nível de -10dB) foram obtidos.

Palavras-chave -- Antena monopolo dobrado, antena de banda larga, antena de volume pequeno, BFMA, MoM.

I. INTRODUÇÃO

NOS últimos anos, devido ao surgimento de novos sistemas de comunicações móveis que possuem maiores larguras de banda de operação, o desenvolvimento de novas antenas de banda larga se tornou um dos principais temas de pesquisas em antenas. Um exemplo de antena de banda larga é a BFMA [1]. Esta antena é uma versão com geometria modificada da antena FLA (Folded loop Antenna) [1]. A FLA é uma antena típica de alimentação balanceada que tem a função de reduzir a degradação do sinal [2]-[3].

A partir do reposicionamento do perfil da antena FLA no plano de terra, desenvolveu-se a antena BFDA (Built-in Folded Dipole Antenna) que teve a altura reduzida. A antena BFMA foi derivada da antena BFDA pela redução de suas dimensões em aproximadamente 40%, tendo a estrutura de monopolo. Essa antena possui desempenho em termos de casamento de entrada próximo da antena PIFA (Planar Inverted F Antenna). A antena PIFA é muito usada comercialmente em aparelhos portáteis para transmissão e recepção de sinal (aparelhos handsets), como são os celulares, por exemplo [3]-[4].

Neste trabalho é apresentada uma análise numérica de uma antena BFMA de banda larga. Nesta análise otimizaram-se as

dimensões da antena com o objetivo de se obter maiores larguras de banda. Os valores da linha de alimentação utilizados nesta análise são 50, 75, 150 e 300Ω. Um programa computacional escrito em Matlab e baseado no Método dos Momentos (MoM) foi desenvolvido para a análise [5]. Com esse programa é possível calcular as seguintes características: impedância de entrada, coeficiente de reflexão e diagramas de radiação. Alguns resultados obtidos são comparados com aqueles calculados pelo software IE3D. O Software Zeland IE3D é um programa comercial também baseado no MoM que tem sido muito usado na solução de problemas de eletromagnetismo. Grande parte dos artigos científicos atualmente publicados nesta área usa esse programa para simulações.

II. GEOMETRIA DA ANTENA

A geometria da antena BFMA analisada neste trabalho é mostrada na Fig. 1. O comprimento $H+B$ é a altura da antena em relação ao plano de terra infinito. As dimensões L_1 , L_2 e L_3 , são os principais parâmetros que foram otimizados para aumentar a largura de banda. O plano de terra foi considerado infinito e sem perdas no modelo matemático utilizado para análise (MoM). Os condutores da antena foram considerados ideais.

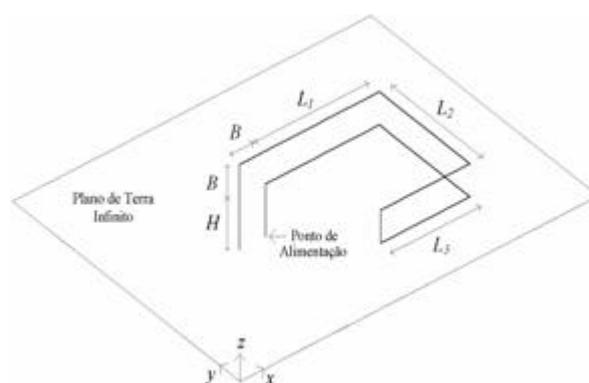


Fig. 1. Geometria da antena BFMA

III. RESULTADOS NUMÉRICOS

O processo de otimização da largura de banda foi feito pelo método de tentativa e erro (método empírico), ou seja, para cada impedância da linha de alimentação escolhida (50, 75, 150 e 300Ω), modificou-se um dos seguintes parâmetros

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), através do programa RH-POSGRAD.

D. R. de Melo (e-mail: dilermendo@ufpa.br), V. A. Dmitriev (e-mail: victor@ufpa.br), K. Q. da Costa (e-mail: karlo@ufpa.br), e M. T. Reis (e-mail: m.t.reis@uol.com.br). Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal do Pará (UFPA), Av. Augusto Corrêa no 1, CEP 66075-900, Belém-PA, Brasil

geométricos da antena H , L_1 , L_2 , L_3 , B e a , onde a é o raio dos condutores cilíndricos da antena, para maior ou menor, mantendo-se os demais fixos, até que se obtivesse a maior largura de banda de frequência influenciada pelo parâmetro. O processo foi repetido até a otimização de todos os parâmetros. Após o término do último parâmetro, o processo foi refeito com o objetivo de se melhorar ainda mais os resultados.

Na Tabela 1 estão os melhores resultados do processo de otimização.

TABELA I
VALORES MÁXIMOS DE BW EM FUNÇÃO DA IMPEDÂNCIA Z_0

Z_0 (?)	L_2	L_3	H	B	a	BW %
50	$0,2L_1$	$0,45L_1$	$0,7L_1$	$0,2L_1$	$L_1/200$	8,7
75	$0,805L_1$	$0,331L_1$	$0,565L_1$	$0,33L_1$	$L_1/60$	13,35
150	$0,34L_1$	$0,745L_1$	$0,3L_1$	$0,28L_1$	$L_1/60,3$	56
300	$0,46L_1$	$0,75L_1$	$0,32L_1$	$0,23L_1$	$L_1/200$	29,25

Em seguida são apresentados os resultados da impedância de entrada, do coeficiente de reflexão, da diretividade e do diagrama de radiação. Estes resultados foram obtidos pelo programa desenvolvido. A impedância característica da linha de alimentação utilizada foi $Z_0=150\Omega$. Resultados obtidos pelo software IE3D são também apresentados para comparação.

A. Impedância de Entrada

A Fig. 2 mostra a impedância de entrada (Z_{in}) da antena da Tabela 1 que apresentou maior largura de banda da (56%). O eixo horizontal desta figura é o comprimento normalizado L_1/λ (λ é o comprimento de onda no espaço livre).

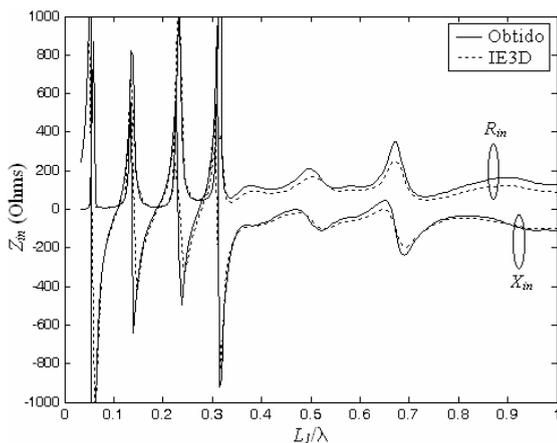


Fig. 2. Impedância de entrada da antena BFMA com maior largura de banda obtida (BW=56%).

Observa-se desta figura que na faixa $0,35 < L_1/\lambda < 0,65$, a parte real de Z_{in} (R_{in}) está entorno de 150Ω , enquanto que a parte imaginária (X_{in}) está entorno de zero. Isto quer dizer que esta

antena pode ser casada nessa faixa com uma linha de impedância de 150Ω .

B. Coeficiente de Reflexão

A Fig. 3 mostra o módulo do coeficiente de reflexão da antena da Tabela com $BW=56\%$. A linha de alimentação utilizada nos resultados apresentados nesta figura possui valor $Z_0=150\Omega$.

Neste gráfico observa-se a faixa de casamento abaixo de -10dB em $0,35 < L_1/\lambda < 0,65$, conforme já mencionado.

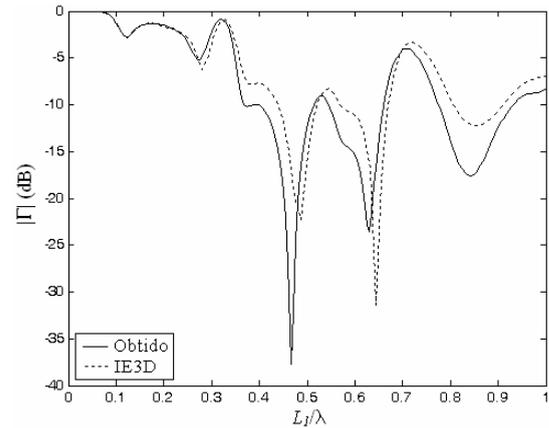


Fig. 3. Coeficiente de reflexão da antena BFMA com maior largura de banda obtida (BW=56%).

C. Diretividade

São apresentados nas Figs. 4 e 5 os resultados obtidos de diretividade em função da frequência para a antena com $BW=56\%$. Estas diretvidades foram calculadas na direção normal ao plano de terra (+z). As componentes de polarização D_x e D_y estão nas direções x e y respectivamente (Fig. 1.)

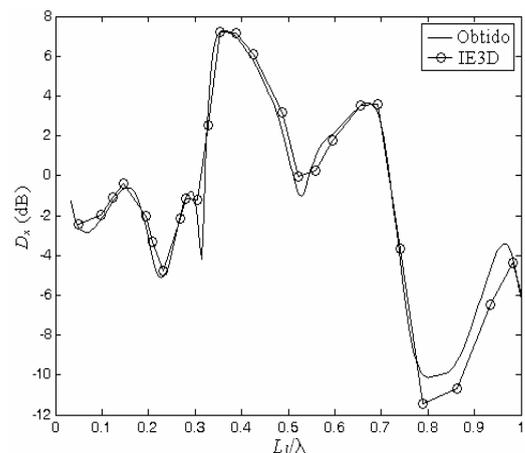


Fig. 4. Diretividade da polarização em x versus comprimento normalizado.

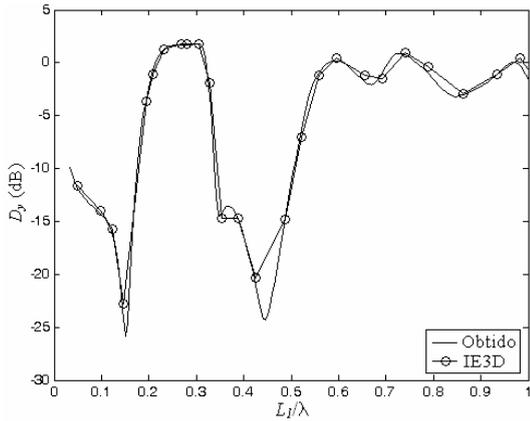


Fig. 5. Diretividade da polarização em y versus comprimento normalizado.

D. Diagrama de Radiação

Os diagramas de radiação da antena BFMA com BW=56% são apresentados nas Figs. 6 e 7. Estes diagramas foram calculados na frequência central da banda correspondente ao comprimento normalizado de $L_1/\lambda=0,52$. Observa-se destes diagramas que a antena possui valores significativos das duas componentes de polarização (E_θ e E_ϕ), isto quer dizer que esta antena possui polarização elíptica ou circular dependendo da fase e amplitude das polarizações.

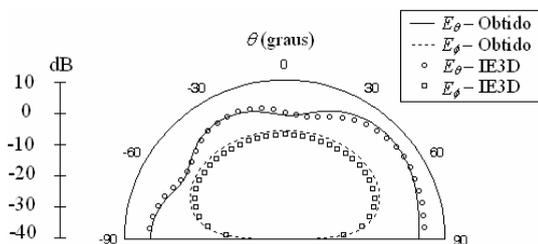


Fig. 6. Diagrama de radiação da antena BFMA com BW=56% no plano $\phi=0$.

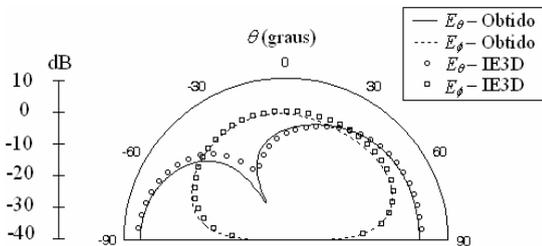


Fig. 7. Diagrama de radiação da antena BFMA com BW=56% no plano $\phi=90^\circ$.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a análise e otimização da largura de banda de uma antena BFMA. Um programa em MoM codificado em Matlab foi desenvolvido. Os resultados obtidos por este programa mostraram boa concordância com aqueles obtidos pelo software comercial IE3D. A maior largura de banda obtida para esta antena é aproximadamente 56%, sendo que esta foi casada com uma linha de alimentação de 150Ω . Observou-se que o casamento das antenas pode ser melhorado com ajustes nas dimensões L_2 , L_3 , H , B , e a com relação a L_1 . Uma proposta para trabalhos futuros é a utilização de algoritmos genéticos para otimizar a largura de banda da antena analisada.

V. REFERÊNCIAS

- [1] S. Hayashida, T. Tanaka, H. Morishita and K. Fujimoto, "Built-in folded monopole antenna for handsets", *Electronics Letters*, vol. 40, Nov. 2004.
- [2] S. Hayashida, T. Tanaka, H. Morishita, Y. Koyanagi, and K. Fujimoto, "Built-in half size of folded dipole antenna for handsets", *IEEE* 2004.
- [3] D. Sasaki, S. Hayashida, K. Imamura, H. Morishita, and M. Usami, "A Planar Folded Dipole Antenna for Handset", *IEEE International Workshop on Antenna Technology*. *IEEE* 2005.
- [4] H. Morishita, Y. Kim I, Y. Koyanagi, and K. Fujimoto, "A Folded Loop Antenna System for Handsets", *IEEE* 2001;
- [5] R. F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods*, New York: Macmillan, 1968.