



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ANÁLISE PARAMÉTRICA DE UMA ANTENA LOG-PERIÓDICA IMPRESSA PARA REDES WLAN

Arielly Rodrigues

Acadêmica do curso de Engenharia de Telecomunicações pela Universidade Federal do Pampa

ariellyrodrigues22@gmail.com

Marcos V. T. Heckler

Professor do curso de Engenharia de Telecomunicações pela Universidade Federal do Pampa
marcos.heckler@unipampa.edu.br

Resumo. *Este artigo apresenta o projeto e análise paramétrica de uma antena log-periódica linear impressa para uma Rede Local Sem Fio (Wireless Local Area Network- WLAN). A antena foi projetada através do simulador eletromagnético Ansys HFSS® para operar na faixa de frequência de 2,3 GHz a 6 GHz, sendo seus resultados apresentados e discutidos no documento. Especial atenção é dada à otimização do ponto de excitação da antena, o que não é vastamente discutido na literatura.*

Palavras-chave: Antena log-periódica linear. Antenas Impressas, WLAN.

1. INTRODUÇÃO

A antena log-periódica é constituída de um conjunto de dipolos cujos comprimentos são determinados por um ângulo de abertura α e dispostos sobre um eixo. Os dipolos são espaçados em intervalos de acordo com uma periodicidade logarítmica, por isso denomina-se antena log-periódica, Balanis [1]. Escolheu-se trabalhar com esta topologia por apresentar operação em uma grande faixa de frequência, abrangendo as frequências WLAN (2,4 GHz) e WiMAX (5,8 GHz).

Comumente, antenas log-periódicas são projetadas empregando-se tubos metálicos de alumínio. Mais recentemente, tais antenas

vêm sendo implementadas na sua versão impressa. Entretanto, há pouca literatura disponível que descreve os passos para o projeto da log-periódica impressa, em especial quanto ao método de alimentação. Por esta razão este trabalho visa determinar uma metodologia de projeto, baseada em simulações eletromagnéticas, para obter melhores resultados de operação da antena em termos de coeficiente de reflexão, através de uma análise paramétrica e, principalmente, da posição do alimentador na antena.

2. PARÂMETROS DE PROJETO DE UMA ANTENA LOG-PERIÓDICA IMPRESSA

Projetou-se uma antena log-periódica para atuar na faixa de frequências de 2,3 a 6,0 GHz utilizando o simulador eletromagnético Ansys HFSS®. Para o projeto, alguns parâmetros fundamentais foram estabelecidos, sendo considerados aceitáveis valores de coeficiente de reflexão menores que -10 dB na faixa de interesse, diretividade de 8 dBi, polarização linear e impedância de entrada de 50Ω .

Determinaram-se inicialmente, os valores de fator de escala τ e de espaçamento σ como sendo 0,865 e 0,157, respectivamente, de acordo com a

especificação de diretividade de 8 dBi, conforme Ref. [1]. Por meio destes é calculado o ângulo de abertura da rede de dipolos através da Eq. (1), conforme Wildner [2].

$$\alpha = \text{atan} \left[\frac{1-\tau}{4-\sigma} \right] \quad (1)$$

O número de dipolos da rede é determinado pela Eq. (2):

$$N=1+\frac{\ln(B_s)}{\ln(1/\tau)}, \quad (2)$$

onde B_s é a largura de projeto e τ o fator de escala.

O comprimento total da estrutura contendo os dipolos é obtido através da Eq. (3):

$$L = \frac{\lambda_{\text{máx}}}{4} \left(1 - \frac{1}{B_s} \right) \cot \alpha, \quad (3)$$

sendo $\lambda_{\text{máx}}$ o comprimento de onda máximo da rede.

As dimensões dos dipolos que compõem a rede são determinados por meio da equação de recorrência, sendo esta a Eq. (4). Através desta equação, obtêm-se as larguras, os comprimentos e os espaçamentos entre os dipolos da rede.

$$\tau = \frac{l_{n-1}}{l_n} = \frac{S_{n-1}}{S_n} = \frac{W_{n-1}}{W_n}. \quad (4)$$

Para o cálculo da largura da linha de transmissão da antena W , uma série de expressões são necessárias, a fim de se obter uma equação mais simplificada, conforme Welke [3]. Após efetuada as manipulações obteve-se a Eq. (5) para o cálculo da largura da linha.

$$W = \frac{Uh}{2}, \quad (5)$$

onde o parâmetro U é calculado através da Eq. (6) e h como sendo a espessura do

substrato de aproximadamente $h = 1,524$ mm. Utiliza-se Eq. (7) para obter-se o parâmetro U , sendo $\epsilon_r = 3,3$ a constante dielétrica do substrato.

$$U = \left(\frac{2}{\pi} \right) (B-1-\log(2B-1)) + \left(\frac{\epsilon_r-1}{2\epsilon_r} \right) \left(\log(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \quad (6)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\epsilon_r^{0,5}} \quad (7)$$

A Fig. 1 apresenta as principais dimensões de projeto de uma antena log-periódica impressa, sendo estas obtidas através do equacionamento apresentado anteriormente.

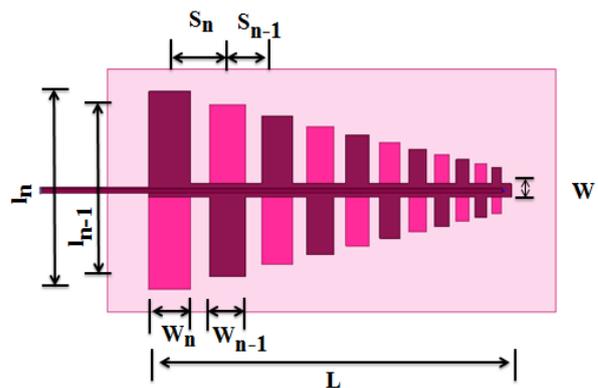


Figura 1. Dimensões de projeto de uma antena log-periódica.

3. PROJETO E ANÁLISE PARAMÉTRICA DA ANTENA LOG-PERIÓDICA IMPRESSA

Após apresentado o equacionamento necessário para o projeto de uma antena log-periódica impressa, foram obtidos os parâmetros construtivos da antena:

- $\alpha = 12,13^\circ$
- $L = 118,5165$ mm
- $S_n = 20,478$ mm
- $W_n = 14,236$ mm
- $N = 11$

Definidos todos os parâmetros construtivos, a antena foi modelada no simulador eletromagnético Ansys HFSS[®].

Alimentou-se a antena através de um cabo coaxial semi-rígido com o pino central atravessando o substrato e estabelecendo contato elétrico com uma linha paralelas. A alimentação é feita na parte frontal da antena, a qual apresenta uma região de maior concentração de campo irradiado, tornando-se, assim, o ponto mais crítico do projeto, pois com a inserção do conector pode ocasionar distorções no diagrama desejado, conforme relatado em Ref. [3].

A antena foi otimizada através da variação dos parâmetros definidos na Fig. 2, sendo efetuada uma análise paramétrica variando-se a posição do conector L_c , raio de corte e demais comprimentos da linha de alimentação.

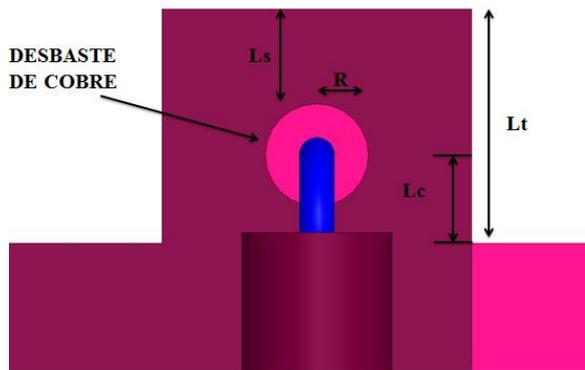


Figura 2. Posição do cabo coaxial na antena.

No caso da posição do cabo coaxial à linha de alimentação, demonstrada na Fig. 2, foi considerado inicialmente o raio de corte de $R = 0,75$ mm, posição do conector após o último dipolo da rede de $L_c = 1,13$ mm e comprimento da linha após o desbaste de $L_s = 0,3835$ mm.

A fim de melhorar o casamento de impedância da antena, foi variada a posição do cabo coaxial L_c à linha de transmissão. A Fig. 3 apresenta o coeficiente de reflexão da antena após a variação do posicionamento do cabo à linha. Percebe-se que, ao distanciar a posição do cabo ao último dipolo da rede o coeficiente de reflexão ficou abaixo de -10 dB, como especificado

inicialmente. Assim, o novo posicionamento do cabo à antena foi de $L_c = 8,13$ mm, apresentado pela curva em azul na Fig. 3.

Posteriormente, variou-se o comprimento da linha após o desbaste do cobre L_s . Ao aumentar o comprimento da linha, o coeficiente de reflexão ficou acima de -10 dB, como apresentado na Fig. 4. Assim, preferiu-se permanecer com o distanciamento inicial de $L_s = 0,3835$ mm. Optou-se em não reduzir esta distância, pois a mesma já fora reduzida ao máximo, tornando-a próxima à região de desbaste. Desse modo, foi utilizada esta distância como critério de projeto.

O raio de desbaste da linha de alimentação permaneceu em $R = 0,75$ mm. Foram aplicados distintos raio na estrutura. No entanto o raio com melhor resultado de coeficiente de reflexão permaneceu o valor determinado inicialmente.

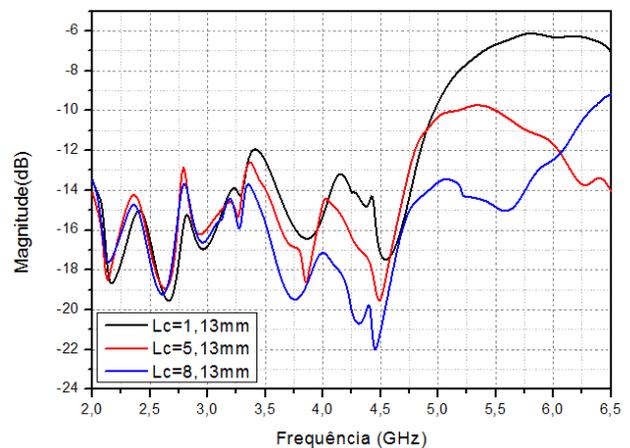


Figura 3. Coeficiente de reflexão referente à variação da posição do cabo coaxial.

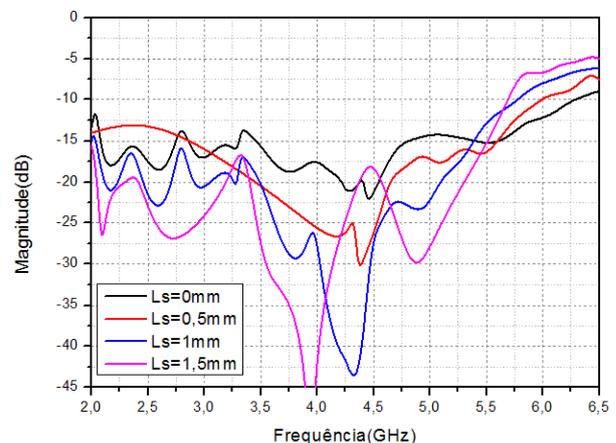


Figura 4. Coeficiente de reflexão referente ao aumento da linha de alimentação após o desbaste.

Após a otimização da antena foram obtidos os diagramas de irradiação para as principais frequências de operação de WLAN (2,4 GHz) e WiMAX (5,8 GHz). A Fig. 5 apresenta o diagrama de ganho da antena para a frequência de 2,4 GHz, sendo que obteve-se ganho de 8,2527 dBi, superior ao valor desejado inicialmente para o projeto.

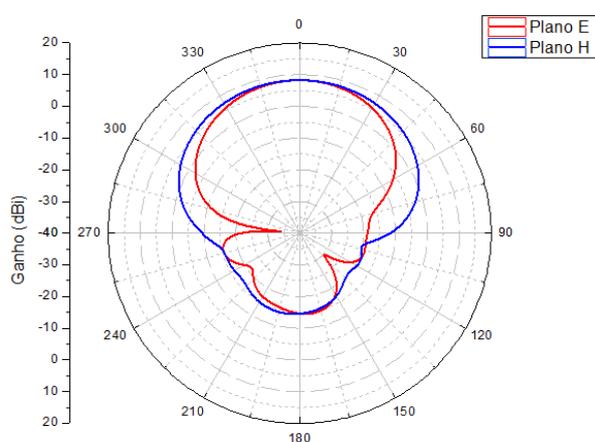


Figura 5. Diagrama de Irradiação para a frequência de 2,4 GHz.

A Fig. 6 apresenta o diagrama de ganho da antena para a frequência de 5,8 GHz. Nesta frequência obteve-se o ganho de 8,0447 dBi.

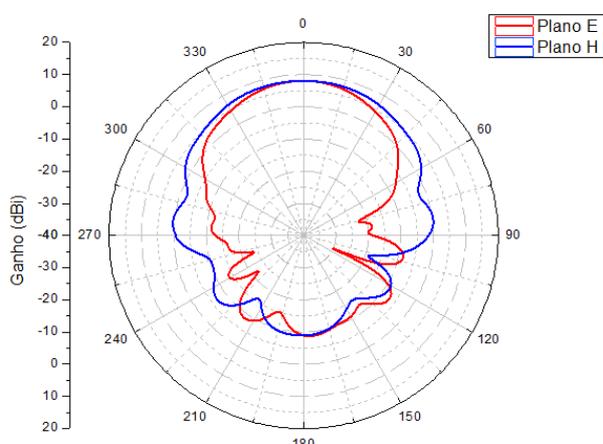


Figura 6. Diagrama de Irradiação para a frequência de 5,8 GHz.

2. REFERÊNCIAS

- [1] C.A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design, 3ed, New Jersey: John Wiley and Sons, 2005, p. 960.
- [2] V. S. Wildner, Desenvolvimento de Antena Dipolos de Koch Fractais e da Antena Log-Periódica de Koch Fractal para TV Digital: Simulação e Medições, Dissertação de Mestrado, Universidade Regional de Blumenau, 2015, p. 46-47, 78.
- [3] F. Welke, Antena Dupla-Faixa para Telefonia Móvel Celular, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pampa, 2014, p. 67-71.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta uma análise paramétrica de uma antena log-periódica, sendo o ponto de alimentação de primordial relevância para o casamento de impedância da antena. Por meio das modificações da posição do conector, raio de corte e demais comprimentos da linha de alimentação, atingiu-se coeficiente de reflexão abaixo de -10 dB e ganho superior a 8 dBi para as frequências de WLAN (2,4 GHz) e WIMAX (5,8 GHz).

Para operação nas frequências mais altas, conseguiu-se um menor coeficiente quando comparado a geometria inicial (não otimizada), garantindo uma maior faixa de operação e maior probabilidade de sucesso na validação experimental dos resultados.

Agradecimentos

Agradeço ao espaço físico disponibilizado pelo Laboratório de Eletromagnetismo, Micro-ondas e Antenas - LEMA para a realização do meu trabalho e ao colega do LEMA Daniel Lemes pela ajuda e correção do mesmo.