

ANTENAS ESPIRAIS DE FAIXAS LARGAS IMPRESSAS EM MICROFITA E MONTADAS SOBRE PLANOS DE TERRA

JOEL MUNIZ BEZERRA¹, FLAVIO PILLON RICHARDS¹ E CYNTHIA JUNQUEIRA²

¹Mectron Ind. e Com. Ltda.
São José dos Campos - SP
Tel.: 012-3417722, Fax: 012-3415677
e-mail: mectron@mectron.com.br

²Centro Técnico Aeroespacial
Instituto de Aeronáutica e Espaço
Divisão de Eletrônica
São José dos Campos – SP
Tel.: 012-3474937
e-mail: cynthia@iae.cta.br

RESUMO

Neste trabalho são apresentados o projeto e o desenvolvimento de antenas espirais de faixas largas, impressas em microfita e montadas sobre planos de terra. Resultados obtidos para antenas operando entre 2 e 8 GHz e entre 0,8 e 2,5 GHz são também apresentados.

1. INTRODUÇÃO

Antenas espirais são amplamente conhecidas como apropriadas para aplicações que requeiram largas faixas de frequência, principalmente quando associadas a cavidades absorvedoras, além de poderem apresentar polarização circular [1]. Por outro lado, em trabalhos recentes, tais antenas têm sido confeccionadas em microfita e utilizadas sobre planos de terra, apresentando desempenho compatível às anteriores [2, 3].

As antenas do tipo espiral podem ser descritas pelas seguintes expressões parametrizadas, para o caso de dois "braços":

$$x(\phi) = a\phi(\cos\phi + k) \quad (1)$$

$$y(\phi) = a\phi \sin\phi \quad (2)$$

e

$$x(\phi) = -a\phi(\cos\phi - k) \quad (3)$$

$$y(\phi) = -a\phi \sin\phi \quad (4)$$

Onde a é a constante da espiral, k a sua excentricidade e ϕ o ângulo em radianos.

Antenas desse tipo devem ser alimentadas através de linhas balanceadas bifilares, o que torna necessária a integração de *baluns* transformadores de impedância do tipo faixa-larga coaxial/bifilar. Para isto, devem ser dimensionados *baluns* impressos em microfita e blindados por placas metálicas paralelas.

As larguras dos *baluns* são calculadas através de expressões comumente utilizadas para projetos de linhas de transmissão em microfita. Do mesmo modo, é avaliado o efeito da blindagem das

placas metálicas no valor final das impedâncias características dos trechos de linha que os compõem [4].

2. PROJETO E RESULTADOS

Foram projetadas e construídas duas antenas tipo espiral de Arquimedes ($k = 0$), com faixas de operação entre 2 e 8 GHz (antena 1) e entre 0,8 e 2,5 GHz (antena 2), sobre plano de terra, além dos respectivos *baluns*.

Para a **antena 1**, a constante da espiral a foi feita igual a 0,16 mm/rad, $6,31 \text{ rad} \leq \phi \leq 383,30 \text{ rad}$ (diâmetro extremo das espirais de 69 mm), largura do filete condutor das espirais de 0,2 mm e diâmetro total da placa de 83 mm. Os dois pontos de alimentação, conectados à saída bifilar do *balun* e localizados no centro das espirais, estão distantes entre si de 0,79 mm e unidos aos inícios dos filetes por segmentos de reta de 0,62 mm, aproximadamente. O substrato utilizado foi o GX0300-55 da 3MTM ($\epsilon_r = 2,55$), de 0,79 mm de espessura. Entre esse substrato e o plano de terra, foi acrescentada uma camada de espuma de PVC de 14 mm de espessura, de modo que a permissividade relativa equivalente do conjunto resultou em cerca de 1,5. O *balun* utilizado, do tipo *taper* [5], foi construído sobre o mesmo tipo de substrato, com entrada coaxial de 50 Ω e saída bifilar de 190 Ω . Acima e abaixo dos planos do *balun* foram justapostas placas do mesmo material dielétrico com superfície externa metálica, para efeito de blindagem. Todo o conjunto foi montado sobre um disco de alumínio de 200 mm de diâmetro. A Fig. 1 mostra o conjunto construído.

Os resultados para essa antena mostraram que o VSWR máximo entre 2 e 8 GHz foi 2,9 e os diagramas de irradiação para três valores de frequência são mostrados nas Fig. 2 a 4. As razões axiais medidas em 0° foram 2,0, 0,30 e 1,5 dB, nas frequências de 2, 4 e 8 GHz, respectivamente. Para ângulos de até 75°, as razões axiais foram inferiores a 6 dB. A antena apresentou alta eficiência de irradiação, baixa diretividade e ganhos médios da ordem de 4 dBi na faixa de operação de projeto.

Para a **antena 2**, foi alterada apenas a altura da camada de espuma. Como o ganho da antena é aumentado em situações onde essa altura se aproxima de $\lambda/4$ em relação a uma antena sem

plano de terra [6], e considerando uma faixa de operação inferior à da antena 1, essa altura foi aumentada para cerca de 22 mm.

Para esta antena os resultados mostraram que o VSWR máximo entre 0,8 e 2,6 GHz foi 2, e os diagramas de irradiação para três valores de frequência são mostrados nas Fig. 5 a 7. As razões axiais medidas em 0° foram 2,7, 0,9 e 2,0 dB, nas frequências de 11,8 , 1,7 e 2,5 GHz respectivamente. Os ganhos médios medidos em 1,7 e 2,5 GHz foram, nessa ordem, 2,4 e 4,2 dBi.

3. DISCUSSÕES E COMENTÁRIOS

Os resultados obtidos mostram que antenas espirais de dois braços sobre plano de terra podem operar em faixas largas com polarização circular e relativo ganho. A distância entre o plano das espirais e o plano de terra altera o ganho da antena, devendo ser otimizado. O projeto exige também a construção de *baluns* apropriados para conversão do sistema de alimentação de coaxial para bifilar. Algumas deformações nos diagramas de irradiação se devem, principalmente, a erros de apontamento durante o processo de medição. A alteração do parâmetro *k* (excentricidade) para valores diferentes de zero, mantém a possibilidade de polarização circular, mas dirige o feixe principal de irradiação para um ângulo inclinado em relação à normal ao plano da antena [7]. As características apresentadas por tais antenas, como a possibilidade de "manipulação" do seu diagrama de irradiação no sentido de reduzir ou aumentar sua diretividade, mantendo sua eficiência, ampliam a sua gama de aplicações tornando-as adequadas onde se requerem diagramas com ampla cobertura como nos enlaces com satélites. Outra característica de destaque é a possibilidade de se construir antenas com mais de dois braços que, associadas a circuitos especiais, como híbridas, permitem sua operação em qualquer polarização.

Destaque-se também o fato de que, sendo o *balun* do tipo impresso em microfita, a integração dessas antenas com outros circuitos, como filtros, amplificadores e detectores, permite uma compactação simples e eficiente de um sistema transmissor ou receptor, requisitos normais de sistemas móveis. Ressaltem-se também características como robustez, reprodutibilidade, compacidade e facilidade de conformação em superfícies curvas.

São, portanto, adequadas em aplicações como sistemas GPS, telemetria bandas L e S, comunicações por satélite nas bandas S e C, sistemas de trajetografia por radar na banda C, etc.

4. CONCLUSÕES

Foram projetadas e construídas duas antenas em microlinha tipo espiral de Arquimedes com dois braços e sobre plano de terra para operar nas faixas de 2 a 8 GHz e de 0,8 a 2,5 GHz. Os resultados experimentais mostraram perdas de retorno inferiores a 25% ganhos de até 4,2 dBi, eficiência de irradiação maiores que 50% e razões axiais melhores que 2,7 dB em 0°.

Os resultados obtidos, mesmo sendo de antenas-protótipo, sem otimização de seus parâmetros fundamentais para aplicações específicas, já indicam importantes vantagens quando comparadas a outras antenas para uso similar, como espirais sobre cavidade, espirais cônicas e hélice quadrifilar.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BALANIS, C. A. - *Antenna Theory - Analysis and design* (2nd, ed.). John Wiley, N.Y., 1997.
- [2] NAKANO, H, et al. - A low profile Archimedean spiral antenna. *Proc. of the IEEE APS Int. Symp.*, pp. 450-453, 1993.
- [3] HIROSE, K. & NAKANO, H. - An eccentric spiral antenna printed on a dielectric substrate. *Proc. of the IEEE APS Int. Symp.*, pp. 190-193, 1995.
- [4] EDWARDS, T. C. - *Foundations for microstrip circuit design* (2nd. ed.). John Wiley, Chichester, 1992.
- [5] HOFER, D. A. & TRIPP, V. K. - A low-profile, broadband balun feed. *Proc. of the IEEE APS Int. Symp.*, pp. 458-461, 1993.
- [6] NAKANO, H. et al. - Spiral antenna backed by a conducting plane reflector. *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*. vol.AP-34, no. 6, pp. 791-796, June 1986.
- [7] HIROSE, K. & NAKANO, H. - An eccentric spiral antenna printed on a dielectric substrate. *Proc. of the IEEE APS Int. Symp.*, pp. 190-193, 1995.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos técnicos Ricardo Ramalho de Campos Ramos (Mectron) e José de Souza Melo (IAE/CTA) na construção e testes das antenas. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq (Programa RHAIE - Processo 610057/99-5).

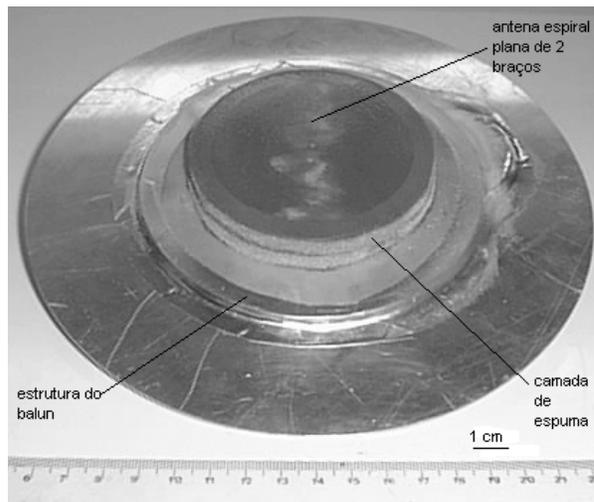


Figura 1. Vista da montagem da Antena 1 com *balun* e suporte

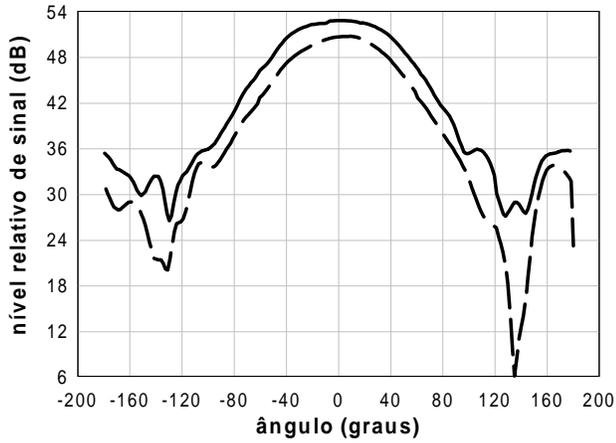


Figura 2. Diagrama de irradiação da antena 1 na frequência de 2 GHz para dois planos ortogonais de polarização.

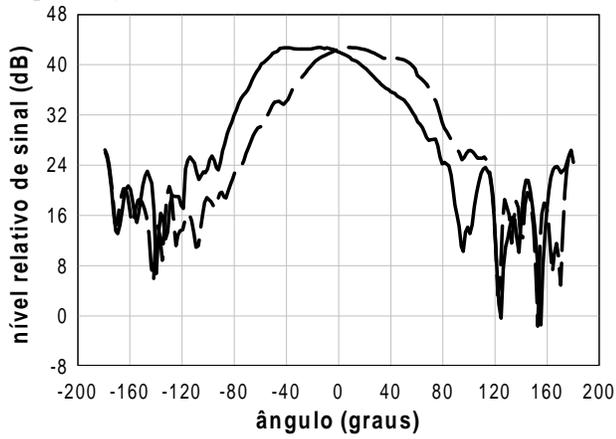


Figura 3. Diagrama de irradiação da antena 1 na frequência de 4 GHz para dois planos ortogonais de polarização.

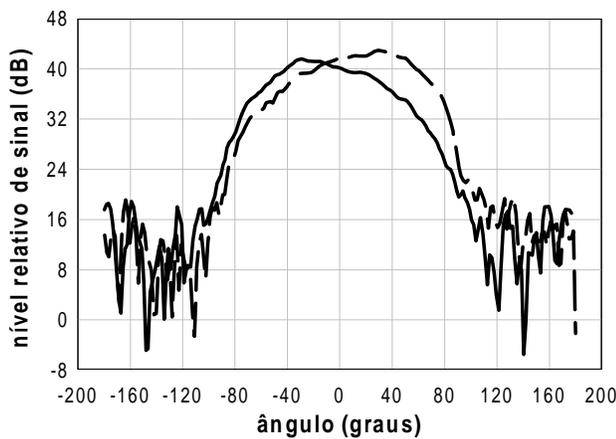


Figura 4. Diagrama de irradiação da antena 1 na frequência de 8 GHz para dois planos ortogonais de polarização.

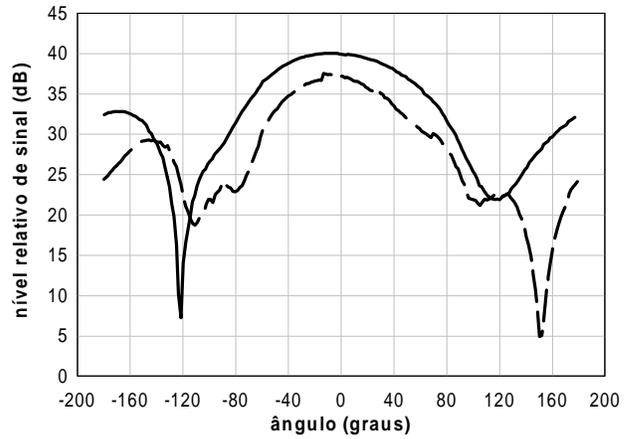


Figura 5. Diagrama de irradiação da antena 2 na frequência de 0,8 GHz para dois planos ortogonais de polarização.

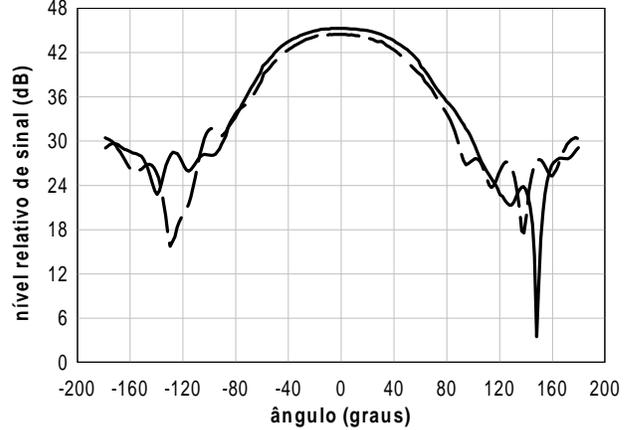


Figura 6. Diagrama de irradiação da antena 2 na frequência de 1,7 GHz para dois planos ortogonais de polarização.

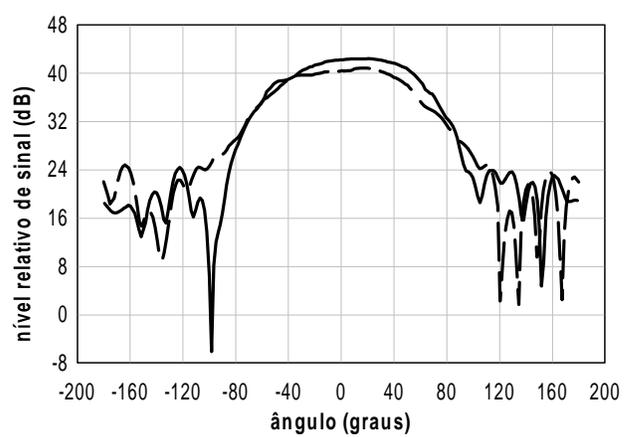


Figura 7. Diagrama de irradiação da antena 2 na frequência de 2,5 GHz para dois planos ortogonais de polarização.