

Análise de Antenas Ressoradoras Dielétricas de Setor Cilíndrico em 401 MHz

Aparecida F. Andrade, Amarilton L. Magalhães, Fábio A. Mendonça, Daniel X. Gouveia e Antonio Sérgio Bezerra Sombra

Resumo—Este trabalho aborda um estudo de simulação numérica sobre antenas ressoadoras magnetodielétricas de setor cilíndrico com frequência de operação em UHF. Foram simuladas as curvas de perda de retorno para cada configuração de antena para sintonia da frequência de ressonância nesta faixa. Com base nos resultados simulados, concluiu-se que os diferentes setores cilíndricos proporcionam uma boa miniaturização em relação a outras configurações de antenas propostas em outros trabalhos científicos.

Abstract— This work deals with a numerical simulation study about cylindrical sector magneto-dielectric resonator antennas with operating frequency in UHF band. The return loss curves for each antenna configuration were simulated. Based on the simulation results it was concluded that the various cylindrical sectors provide a good miniaturization compared to other configurations of antennas proposed in other scientific papers.

Index Terms— Antenas Ressoradoras Magnetodielétricas, Ressoradores de Setor Cilíndrico, Miniaturização de Antenas

I. INTRODUÇÃO

Os ressoadores dielétricos foram introduzidos como antenas por Long *et al* [1] sobre uma antena ressoadora dielétrica (DRA - *Dielectric Resonator Antenna*), no qual um dielétrico cilíndrico sem o isolamento metálico foi utilizado para irradiar ondas eletromagnéticas em espaço aberto.

As DRAs podem ser produzidas segundo diversos padrões geométricos, como retangular, cilíndrico, hemisférico e triangular, além de suas variações [2] e podem ser utilizadas em diversas aplicações que atualmente ainda são delegadas às antenas elétricas tradicionais ou às antenas metálicas planas, como por exemplo, as de microfita.

No que tange a miniaturização ou operação em frequências elevadas, que geralmente ocorrem em projetos de redes de telecomunicações móveis ou em enlaces de rádio para satélites, é notório que as vantagens do uso de antenas dielétricas tornam-se muito relevantes, uma vez que, possuem dimensões bem reduzidas e uma alta eficiência de radiação.

Este trabalho compõe parte de uma pesquisa em andamento sobre antenas miniaturizadas para aplicações em nanossatélites meteorológicos, com frequência de operação 401 MHz (*up-link*). Foram realizados estudos com simulações computacionais de antenas ressoadoras magnetodielétricas de formato cilíndrico e de setores cilíndricos de 90°, 180° e 270° utilizando o mesmo material dielétrico. A Fig. 1 ilustra as geometrias formadas por setores cilíndricos.

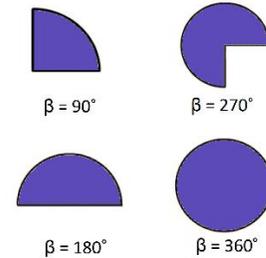


Fig. 1. Geometrias de setores circulares a serem utilizadas em DRAs de setores cilíndricos.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Antenas Ressoradoras Dielétricas Cilíndricas

As DRAs proporcionam perdas muito menores do que as antenas metálicas tradicionais e podem ser confeccionadas com dimensões bastante reduzidas. Uma DRA irradia através de toda a superfície, excetuando-se a face em contato com o plano de terra, o que lhe permite operar com uma maior largura de banda [3].

A frequência de ressonância é um parâmetro importante e necessário para o projeto de uma antena ressoadora dielétrica. O cálculo aproximado dessa variável para uma DRA cilíndrica convencional pode ser feito de acordo com (1), onde os valores de X_{np}^{TE} e X_{np}^{TM} são as raízes das equações características $J'_n(X_{n,p}) = 0$ e $J_n(X_{n,p}) = 0$, com $n = 1, 2, 3, \dots$, $p = 1, 2, 3, \dots$, $m = 0, 1, 2, \dots$, ϵ_r é a permissividade elétrica relativa do material, c é a velocidade da luz, R e h , são respectivamente, o raio e a altura do cilindro.

$$f_{npm} = \frac{c}{2\pi R \sqrt{\epsilon_r}} \sqrt{\left\{ \begin{matrix} X_{np}^{TE^2} \\ X_{np}^{TM^2} \end{matrix} \right\} + \left[\frac{\pi R}{2h} (2m + 1) \right]^2} \quad (1)$$

B. Antenas Ressoradoras Magnetodielétricas de Setor Cilíndrico

A Fig. 2 exibe o formato de uma DRA de setor cilíndrico, que pode ser formada quando $0 < \beta \leq 2\pi$ [4]. As configurações no formato de setor cilíndrico permitem a possibilidade de modelos de dupla alimentação, de dupla frequência, bem como de polarização circular.

De acordo com [4], a expressão (1) desenvolvida para uma geometria cilíndrica pode ser adaptada para setores cilíndricos (2) adequando-se as variáveis relacionadas à forma de setor de cilindro, onde os valores de $X_{n,p}$ são as raízes da equação característica $J'_n(X_{n,p}) = 0$ e $n = 180^\circ/\beta$. Além disso, para

materiais magnetodielétricos, a permeabilidade magnética relativa (μ_r) deve ser inserida no cálculo, uma vez que é diferente de 1.

$$f_{vpm} = \frac{c}{2\pi R \sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \sqrt{X_{vp}^2 + \left[\frac{(2m+1)\pi R}{2h} \right]^2} \quad (2)$$

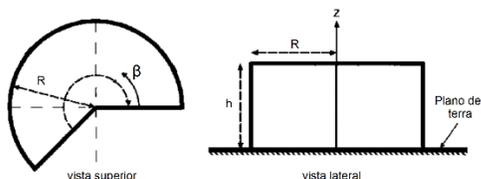


Fig. 2. Geometria de um ressoador dielétrico de setor cilíndrico.

III. METODOLOGIA

As antenas utilizadas neste trabalho possuem um ressoador dielétrico com altura de 15 mm e material magnetodielétrico com permissividade elétrica relativa $\epsilon_r = 103$ e permeabilidade magnética relativa de 4,5. O ressoador está posicionado sobre um plano de terra de dimensões 20 x 20 cm e é alimentado por uma sonda coaxial (*probe*) com raio de 0,65 mm e altura igual à 15 mm contada a partir do plano de terra.

As simulações numéricas foram executadas no *software* HFSS™, da Ansoft Corporation, um simulador tridimensional (3D) para campos eletromagnéticos de alta frequência e componentes de alto desempenho. Este simulador pode ser aplicado para analisar o comportamento de antenas dos tipos monopolo, dipolo, fenda, corneta, microfita, dielétricas, entre outras [5].

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada geometria utilizada, foram fixadas a altura do ressoador, a permissividade elétrica e a permeabilidade magnética do material. A primeira simulação numérica foi realizada com a geometria de um quarto de cilindro ($\beta = 90^\circ$). As demais foram conduzidas com parametrizações dos raios das antenas, de forma os setores de 360° , 270° e 180° apresentassem a mesma frequência de ressonância do modo fundamental do setor de 90° .

Os resultados de frequência de ressonância, perda de retorno, largura de banda de casamento de impedância (-10 dB), e raio necessário para atingir a frequência de ressonância desejada (próxima a 401 MHz) são sintetizados na Tabela I.

TABELA I
RESULTADOS PARA DIFERENTES VALORES DE β

β	Raio (mm)	Perda de retorno mínima (dB)	Largura de banda -10 dB (KHz)	Frequência de ressonância (MHz)	Volume ocupado (cm ³)
90°	45	-30,57	614,2	400,6	23,85
180°	33,2	-19,98	678,7	401,1	25,97
270°	27,2	-21,76	629,5	401,4	26,15
360°	21,7	-12,92	463,1	400,8	22,19

tipos com frequência de operação aproximada da apresentada neste estudo. Em [6], foi proposta uma antena *patch* de microfita com um suporte cônico metálico. Em [7], foi proposta uma antena hélice quadrifilar

A Fig. 3 exhibe os gráficos com as perdas de retorno em função da frequência para cada tipo de configuração.

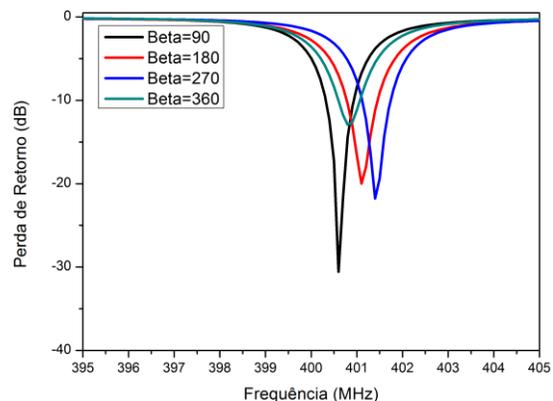


Fig. 3. Perdas de retorno para as três configurações de DRAs de setor cilíndrico.

V. CONCLUSÃO

Este estudo abordou algumas características relevantes de ressoadores magnetodielétricos de setor cilíndrico com frequência de operação em 401 MHz. As simulações realizadas levaram em consideração as curvas de perda de retorno para cada configuração de antena. Através dos resultados obtidos, concluiu-se que os diferentes setores estudados proporcionam redução significativa de volume se comparados com outros tipos de antenas relatadas em outros trabalhos científicos.

REFERÊNCIAS

- [1] S. Long, M. Mcallister and L. Shen, "The Resonant Cylindrical Dielectric Cavity Antenna", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, v. 31, n. 3, (1983), 406-412.
- [2] A. Petosa, "Dielectric Resonator Antenna Handbook", Artech House Publishers, 2007.
- [3] K. M. Luk and K. W. Leung, "Dielectric Resonator Antennas", Research Studies Press, Hertfordshire, England, UK (2002).
- [4] M. T. K. Tam and R. D. Murch., "Compact circular sector and annular sector dielectric resonator antennas." IEEE Transactions on antennas and Propagation 47.5 (1999): 837-842.
- [5] Ansoft Corporation home page <http://ansys.com/>.
- [6] Yuan-Zhu. L., X. S.-Q and B.-Z. W., "A RHCP Microstrip Antenna with Ultrawide Beamwidth for UHF Band Application." International Journal of Antennas and Propagation 2014 (2014).
- [7] M. Hosseini, M. Hakkak and P. Rezaei, "Design of a Dual-band Quadrifilar Helix Antenna." IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters 4 (2005): 39.