

Proposta de antena de microfita para aplicações televisuais em VANT's

Nathan B. Gurgel¹, Adna Queiroz Sales¹, Danilo da Silva Moura¹, Humberto Dionísio de Andrade¹, Idalmir de Souza Queiroz Jr.¹, Glauco Fontgalland²

¹Centro Integrado de Inovação Tecnológica do Semiárido – Universidade Federal do Rural do Semiárido (UFERSA)
Caixa Postal 137 – 59.625-300 – Mossoró – RN – Brazil

²Laboratório de Eletromagnetismo e Micro-ondas Aplicado – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Caixa Postal 10044 – 58.429-900 – Campina Grande – PB – Brazil

{nathan_gurgel,danilo100_sm}@hotmail.com, queirozadna@gmail.com,
{humbertodionisio,idalmir}@ufersa.edu.br, fontagalland@dee.ufcg.edu.br

Abstract. *This articles brings an proposal of microstrip antenna development working on the video transmission range (ISM 5,8 GHz) for application on unmanned aerial vehicle. The simulation shows an antenna with low-profile dimensions, bandwidth surrounding all ISM range with a good return loss, circular polarization for all analysed frequency range and a quasi-unitary gain distribution.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma proposta de desenvolvimento de antena de microfita operando na faixa de transmissão de vídeo (ISM 5,8GHz) para aplicações em veículos aéreos não tripuláveis. A simulação demonstrou uma antena com pequenas dimensões, largura de banda englobando toda a faixa ISM com um bom coeficiente de reflexão, polarização circular para toda a faixa de frequência analisada e uma razão front-to-back unitário.*

1. Introdução

Nos últimos anos é visível a evolução da simbiose entre a tecnologia e a sociedade, onde mais da metade da população mundial tem acesso à internet e a mesma utiliza a internet por um período médio de aproximadamente 6 horas por dia [Kemp, 2018]. Uma das causas para tal evento é a popularização e amplificação do uso dos *smartphones* e o avanço da chamada internet das coisas (IoT - *Internet of Things*), que possibilita a comunicação de diversos equipamentos entre si ou com o usuário a partir de comunicação sem fio.

Devido a popularização do IoT, certas tecnologias evoluíram ao ponto de se tornar comercialmente viáveis; entre elas, encontra-se os veículos aéreos não tripuláveis (VANT). Os VANTs, conhecidos popularmente como *drones*, desde sua popularização em 2010, com o *drone* comercial A.R. da companhia Parrot, estão sendo desenvolvidos para as mais diversas aplicações, tais como: proteção ambiental; construção civil e elétrica; competições; logística; mídia; entre outros [Oppenheimer, 2016].

Uma modalidade destes *drones* em específico são os de visualização com câmera em primeira pessoa ou *first person view* (vide Figura 1), onde os mesmos

enviam e/ou recebem imagens na faixa de 5.8GHz. Essa faixa de frequência se encontra na banda de rádio para aplicações industriais, científicas e médicas (ISM – *Industrial, Scientific and Medic*), indo de 5.725GHz até 5.875GHz.



Figura 1. Parrot Mambo FPV
Fonte: Parrot, 2019.

Para utilizar de forma adequada, a comunicação entre o drone e o usuário precisa manter determinados padrões de qualidade e continuidade. Esses padrões são obtidos a partir de um projeto adequado da antena de transmissão/recepção do drone.

Além dos parâmetros usuais que todas as antenas devem atender, como baixa perda de retorno para a frequência de operação, em VANTs a antena deve possuir um padrão de radiação o mais próximo do omnidirecional e polarização circular. O desenvolvimento da polarização circular é mostrado na Figura 2, onde é mostrado as interações entre os campos elétricos na direção X e Y para uma onda eletromagnética se propagando na direção Z. A forma da vista de onda é influenciada tanto pela defasagem entre os campos quanto pela razão de suas magnitudes.

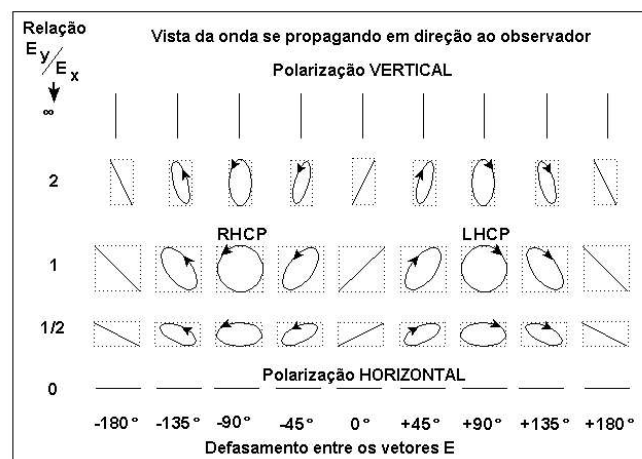


Figura 2. Tipos de polarização
Fonte: Adaptado de QSL, 2016.

Este trabalho apresenta a simulação de uma antena com substrato Rogers Ultralam® RO 3006 com o uso do software ANSYS® HFSS com a capacidade para atender os requisitos para comunicação de VANT. Os diagramas de radiação 2D e 3D, a perda de retorno e a razão axial são analisados dentro da faixa ISM 5,8GHz não licenciada.

2. Materiais e Métodos

Para atender ao perfil de uso, a antena definida para a aplicação foi a de microfita com plaqueta retangular utilizando como substrato o RO 3006 da Rogers Ultralam®, devido à sua constante dielétrica alta e altura pequena, assim permitindo projetar uma antena com dimensões compactas. Suas características estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Principais características do RO3006.

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Constante dielétrica (ϵ_r) | 6,15±0,15 |
| Coefficiente térmico | - 262ppm/°C |
| Tangente de perdas ($\tan \delta$) | 0,002 |
| Altura (h) | 0,25 mm |

O modelo básico de uma antena de microfita é mostrada na Figura 3. A rotina de modelagem de uma antena de microfita padrão é definida por Balanis (2009), onde é necessário definir previamente a altura (0.25mm), a constante dielétrica do substrato (6.15) e a frequência de ressonância da antena (5.8GHz). A partir disso, utiliza-se o Método da Cavidade, seguindo a ordem de equações descrita abaixo.

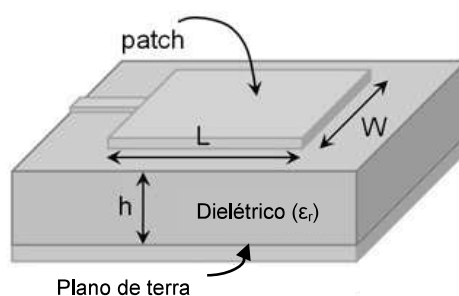


Figura 3. Modelo de antena de microfita
Fonte: Adaptado de EM Talk, 2019.

Inicia-se calculando a largura da plaqueta (*patch*):

$$W = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

onde v_0 é a velocidade da luz no vácuo ($\approx 3 \times 10^8$ m/s).

Em seguida, encontra o valor da permissividade relativa eficiente para a antena,

$$\epsilon_{ref} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \quad (2)$$

com o resultado, encontra-se o comprimento da antena devido ao efeito de franjamento dos campos eletromagnéticos que saem do *patch* em direção ao plano de terra, a extensão é dada por:

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{ref} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{ref} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (3)$$

Por fim, é encontrado o comprimento real (L) da plaqueta, dado por:

$$L = \frac{v_0}{2f_r \sqrt{\epsilon_{ref}}} - 2\Delta L \quad (4)$$

Para definir o comprimento e a largura do plano de terra foi utilizado um padrão quadrado ($W = L$) definido pelo comprimento de onda da frequência com o propósito de aumentar o ganho da antena [Nguyen, 2010]. Foi optado pelo comprimento e largura tanto do plano de terra quanto do substrato igual a $0,7\lambda$.

De acordo com Balanis (2009), truncando as bordas de um *patch* quadrada com triângulos quadrados ($\theta_1 = 90^\circ$, $\theta_2 = \theta_3 = 45^\circ$), gera-se polarização circular. Essa técnica é demonstrada na Figura 4.

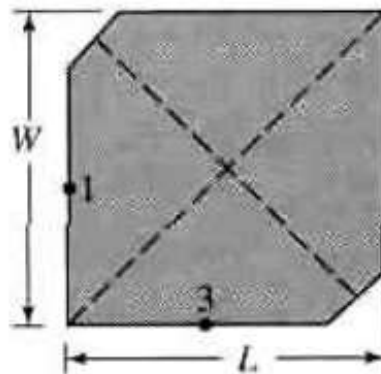


Figura 4. Patch quadrado com chanfro diagonal
Fonte: Balanis, 2009.

Foi removido do patch uma área igual a dois triângulos quadrados com área total igual a $1/6$ da área da plaqueta. O próximo passo do projeto aborda a radiação da antena; é necessário que a antena irradie idealmente em todas as direções. O diagrama

de radiação de uma antena de microfita padrão é do tipo *broadside*, ou seja, a propagação é perpendicular ao *patch*. Uma forma de se obter uma radiação mais distribuída é removendo metal do plano de terra, na direção das bordas até o centro [Pereira, 2018]. Para tanto, o plano de terra foi truncado em 90% (removido 45% de cada lado).

Por fim, foi escolhido a linha de microfita como método de alimentação por ser uma solução compatível no tocante a aspectos de acoplamento

3. Resultados e Discussões

A partir do dimensionamento da antena, foi realizada a simulação da mesma através do *software ANSYS® HFSS*. Foi aplicada a técnica de Fator de Compactação para determinar a frequência de ressonância em função das dimensões da mesma, cujo qual é dado por

$$FC = F/f_r \quad (8)$$

onde, F é a frequência em que a antena ressoou e f_r é a frequência de ressonância pretendida.

Ao final do procedimento de modelagem, foi dimensionado o *patch* e o plano de terra como mostrado na Figura 5. A modificação no plano de terra foi feita visando adequar a distribuição da corrente elétrica no *patch* com a intenção de gerar a polarização circular, como mostra a Figura 6. Por fim foi aplicado a técnica do casador de impedância de um quarto de onda para melhorar o casamento de impedância. O quadro 2 demonstra todas as variáveis dimensionais utilizadas no projeto do dispositivo proposto.

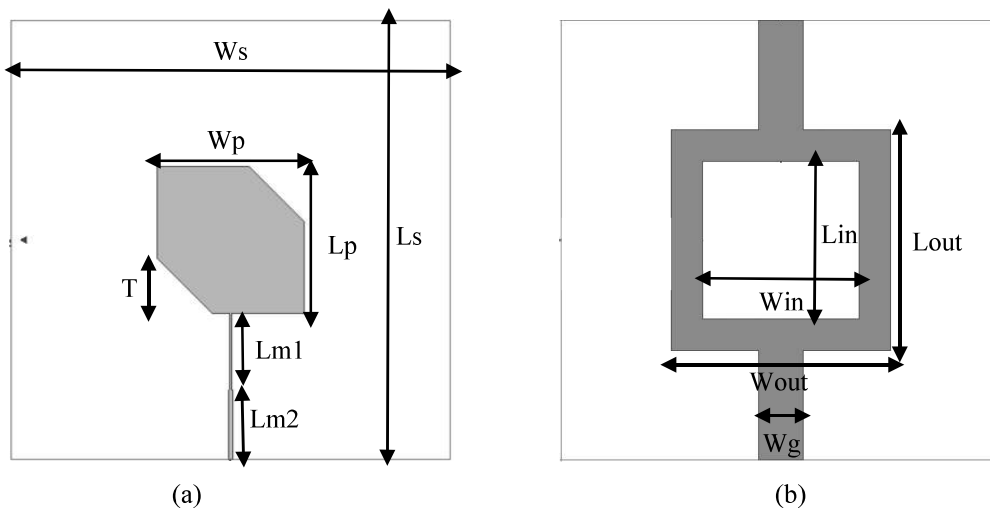


Figura 5. Visualização da (a) vista frontal (b) vista traseira

Quadro 2. Dimensões da antena proposta em mm

| | | | |
|-----|---------|------|---------|
| Ws | 36,1818 | Win | 12,9221 |
| Ls | 36,1818 | Lin | 12,9221 |
| Wp | 12,0845 | Wout | 18,0909 |
| Lp | 12,0845 | Lout | 18,0909 |
| Lm1 | 6,3098 | Wm1 | 0,1790 |
| Lm2 | 5,7389 | Wm2 | 0,3690 |
| T | 4,5317 | Wg | 3,6182 |

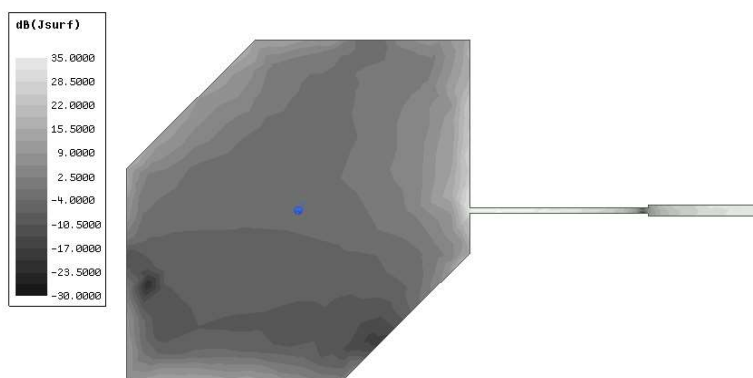


Figura 6. Distribuição da densidade de corrente ao longo do patch.

A Figura 7 mostra a perda de retorno em função da frequência do dispositivo projetado. A antena apresenta frequência central de 6,15GHz com coeficiente de reflexão de -18,44dB e com uma largura de banda de 20,16%. A largura de banda engloba toda a faixa ISM 5,8GHz.

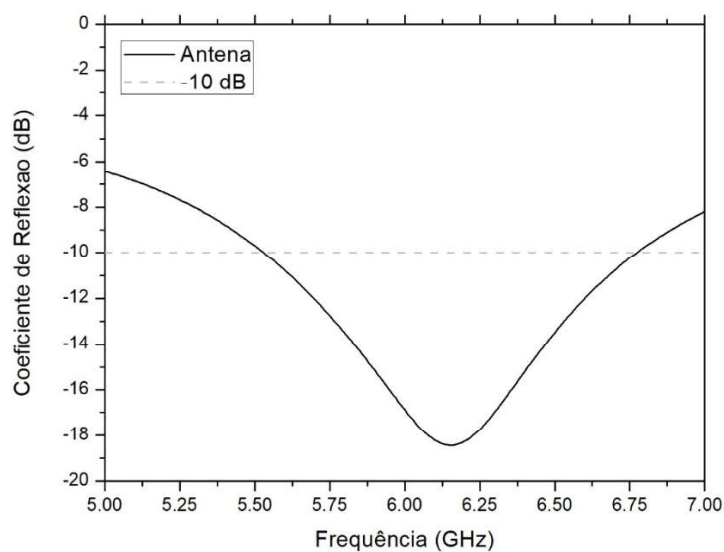


Figura 7. Coeficiente de reflexão

Na Figura 8 observa os gráficos de radiação 2D e 3D que indicam o comportamento de radiação do campo eletromagnético. Analisando os diagramas de radiação observa-se que a antena apresentou uma distribuição *broadside* com razão *front-to-back* próximo a 1 e ganho máximo de 3,5 dB.

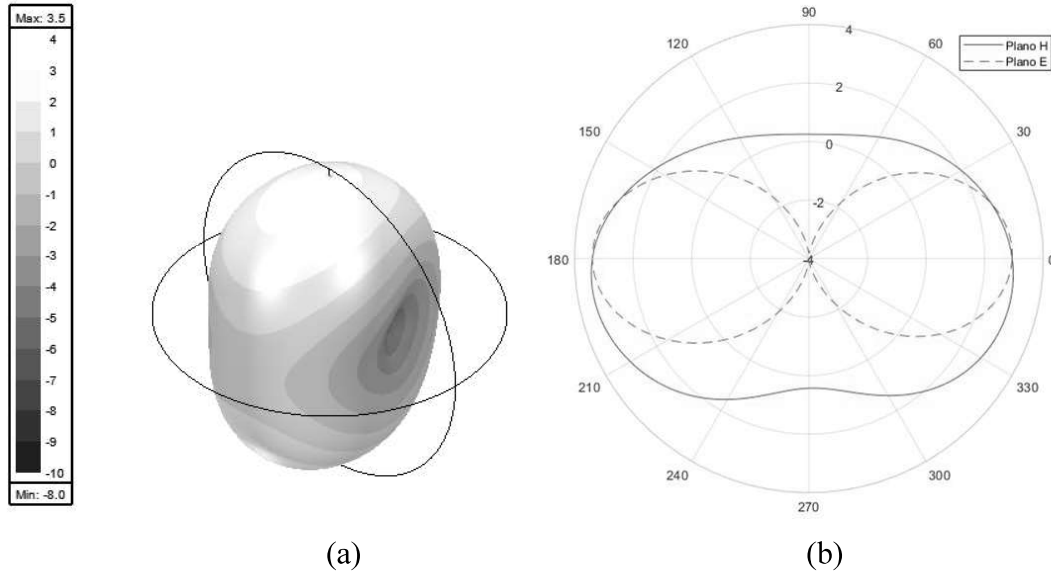


Figura 8. Diagrama de radiação (a) 3D e (b) 2D.

Na Figura 9, percebe-se que a área de interesse possui uma razão axial menor que 3dB, ou seja, toda a faixa ISM 5,8GHz está polarizada circularmente.

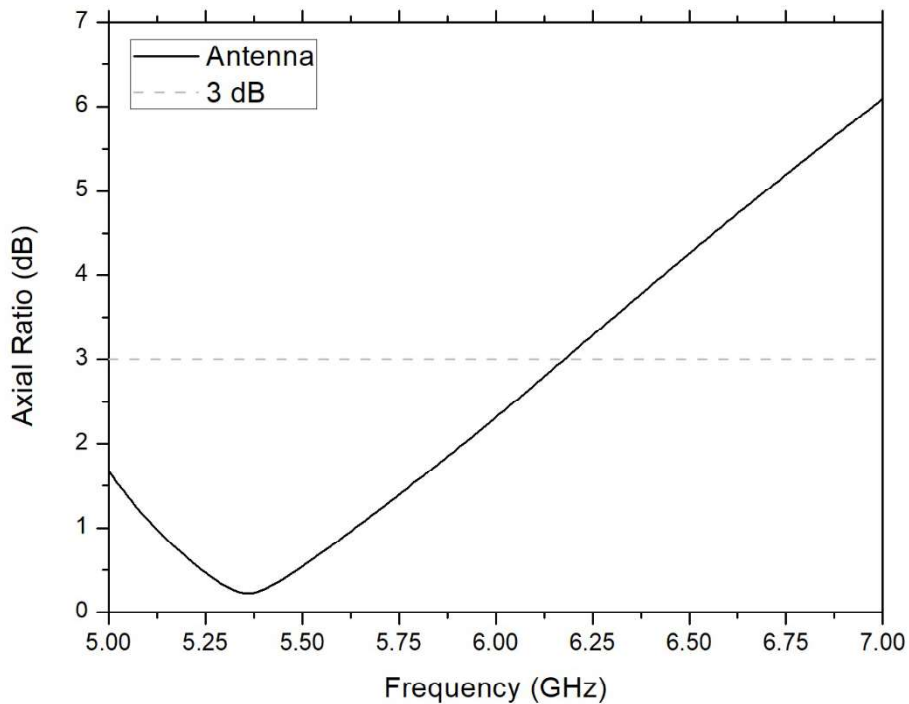


Figura 9. Razão axial

4. Conclusão

Os resultados corroboram com a viabilidade da proposta de antena, onde a mesma se apresenta como um dispositivo adequado para implementação em VANTs em função de ser em uma antena pequena e dentro dos parâmetros exigidos.

O elevado ganho do dispositivo garante uma melhor qualidade da comunicação, porém é possível fazer futuros ajustes para garantir uma melhor perda de retorno da antena. A principal qualidade da antena, vem da sua distribuição de radiação com ótima performance, onde é possível garantir a comunicação do equipamento mesmo se ele estiver acima ou abaixo da antena receptora.

5. Agradecimento

Os autores agradecem à CAPES, UFERSA, GEPEAT e à equipe do Laboratório de Micro-ondas da UFERSA. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Oppenheimer (2016). “Drone Industry Report”, Oppenheimer Equity Research Industry Update.
- Parrot (2019) “Parrot Mambo FPV”. <https://www.parrot.com/global/drones/parrot-mambo-fpv?ref=#parrot-mambo-fpv-details>, Abril.
- Stevan Jr., S. (2018). “Internet das coisas: fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU”. 1. ed. São Paulo: Érica.
- Kemp, S (2018). We Are Social. “Digital in 2018: World’s internet users pass the 4 billion mark.” <https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digital-report-2018>, Abril.
- QSL (2016). “Polarização de ondas”, <https://www.qsl.net/py4zbz/antenas/polarizacao.htm>, Abril.
- Balanis. (2009). “Teoria das antenas: análise e síntese”. 3. ed. Rio de Janeiro: John Wiley & Sons.
- Pozar, D. (2012). “Microwave Engineering”. 4. ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Rogers Corporation. (2019). <https://www.rogerscorp.com/acs/products/39/RO3006-and-RO3010-Laminates.aspx>, Abril.
- EM Talk (2019). “Microstrip Patch Antenna Calculator” <http://www.emtalk.com/mpacalc.php>, Abril.
- Nguyen, M. (2010). “Effects of ground plane size on a square microstrip patch antenna designed on a low-permittivity substrate with an air gap”. In *International Workshop on Antenna Technology*. IEEE.
- Pereira, T. (2018). “Estudo e desenvolvimento de antena de microfita aplicada a veículos aéreos não tripulados para inspeção em linhas de transmissão”. UFERSA.