

Efeitos da Fuselagem e da Carga no Diagrama de Radiação em Veículos Aéreos Não Tripulados

Pedro H. da R. Cândido, Vinicius B. Varoto, Antônio A. N. Pancoti, Rogério Casagrande, Ulysses R. C. Vitor, Álvaro A. M. de Medeiros

Resumo— Este artigo objetiva analisar a perda de potência no sinal recebido de uma antena embarcada em um VANT através da medição do diagrama de radiação. É avaliado como os materiais presentes na aeronave influenciam na qualidade da recepção do sinal.

Palavras-Chave— VANT, Diagrama de Radiação, Fibra de Carbono.

Abstract— This paper aims to analyze the power loss in the signal received from an antenna embedded in a UAV by measuring the radiation pattern. It is evaluated how the materials present in the aircraft influence the quality of signal reception.

Keywords— UAV, Radiation Pattern, Carbon Fiber.

I. INTRODUÇÃO

A utilização de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), atualmente, mostra-se em uma escala crescente ao redor do mundo. As aplicabilidades destes veículos têm impulsionado diversas áreas de pesquisa e desenvolvimento. Um exemplo de estudo relacionado a VANTs é o *Aerodesign*, que consiste no planejamento e construção de um avião remotamente controlado.

A equipe Microraptor da Universidade Federal de Juiz de Fora participa anualmente da competição nacional SAE (Sociedade dos Engenheiros da Mobilidade) de Aerodesign realizada na cidade de São José dos Campos (SP). O recente objetivos da missão, segundo o edital [1], é a construção de uma aeronave de perfil cargueiro capaz do soltar a carga, de até 7,58 kg, durante o voo. Por questões de aerodinâmica, as antenas de comunicação com terminais de controle e telemetria são embarcadas dentro da aeronave.

No intuito de construir o VANT menos pesado possível e capaz de transportar o maior volume de carga, a equipe faz grande utilização de materiais compósitos, tais como a fibra de carbono. Todavia, em virtude da sua propriedade de anisotropia [2], a eficiência no controle e na telemetria do VANT pode ser prejudicada.

Deste modo, é necessário verificar o diagrama de radiação da antena embarcada no VANT e as possíveis alterações causadas pelo material laminado [3] que compõem a fuselagem da aeronave, bem como pela carga que ela deve carregar, composta de um saco de areia.

Pedro H. da R. Cândido, Vinicius B. Varoto, Antônio A. N. Pancoti, Rogério Casagrande, Ulysses R. C. Vitor, Álvaro A. M. de Medeiros são do Laboratório de Telecomunicações Aplicadas da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mails: {pedro.candido, vinicius.varoto, antonio.pancoti, rogerio.casagrande, ulysses.vitor, alvaro}@engenharia.ufjf.br.

II. METODOLOGIA

Baseado no procedimento de medição do diagrama de radiação apresentado em [4], construiu-se uma base giratória, conforme apresentada na Figura 1. O desenho da base foi projetado a partir das geometrias da fuselagem da aeronave, na qual se encontrava da antena. A plataforma é feita de MDF, material isolante derivado da madeira, para não influenciar nas medições.



Fig. 1. Base giratória construída para a medição do diagrama de radiação.



Fig. 2. Setup de medição.

Nos experimentos foram utilizadas duas antenas dipolo de placa de circuito impresso idênticas para a mesma frequência utilizada nas competições que a equipe participa (2,4 GHz). Uma antena foi conectada a um gerador de Rádio Frequência

(RF) Agilent N9310A e fixada em um pedestal de cano PVC, enquanto a antena receptora foi conectada a um analisador de espectro Rohde & Schwarz FSC3 e fixada em três situações diferentes: antena sozinha na plataforma, avião sem carga e avião carregado.

A partir da transmissão um sinal CW (*Continuous Wave*) na frequência de 2,4 GHz, sem a influência qualquer de outro sinal nesta frequência, observou-se a potência medida no analisador de espectro. Em seguida, os valores da potência recebida foram salvos enquanto a base em que o modelo estava fixado era girada com passo de cinco graus. A Figura 2 apresenta o *setup* de medição utilizado. Diferentemente do procedimento mostrado em [4], no qual a medição foi feita em laboratório, as medições deste trabalho foram feitas em campo aberto. Este tipo de cenário reflete também o ambiente de propagação encontrado nas competições, possibilitando também uma menor quantidade de sinais refletidos.

III. RESULTADOS

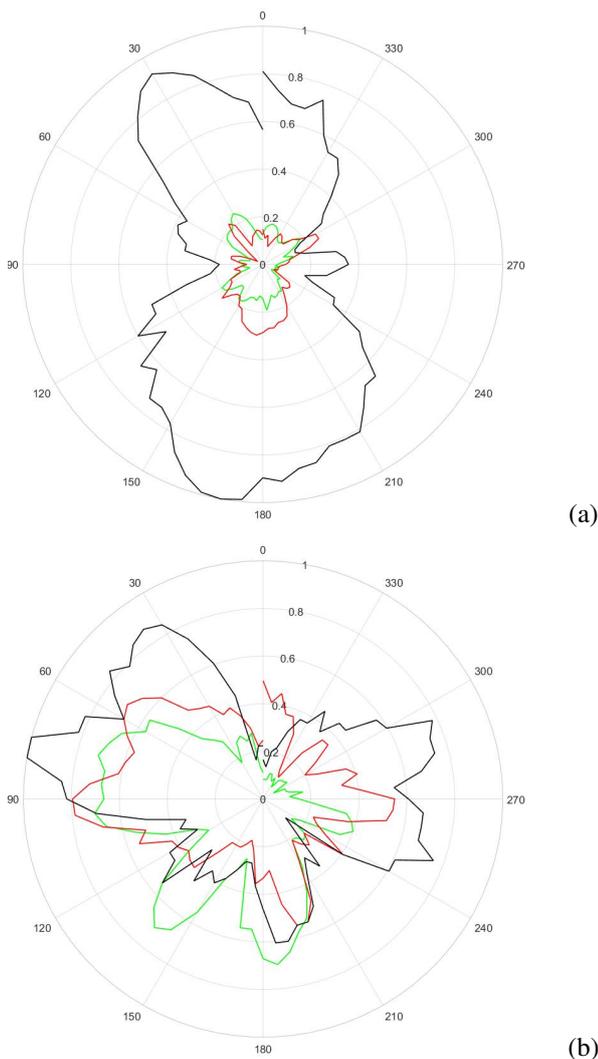


Fig. 3. Diagramas de radiação para os planos vertical (a) e horizontal (b) para a antena livre (preto), com VANT sem carga (verde) e com VANT com carga (vermelha).

A Figura 3 apresenta os resultados da medição dos diagramas de radiação rotacionando o objeto de estudo no eixo longitudinal (a) e no eixo latitudinal (b). As curvas em cada desenho nas cores preta, verde e vermelha representam as medições da antena sozinha, no VANT sem carga e no VANT com carga, respectivamente.

Observa-se na Figura 3 que a fuselagem da aeronave altera consideravelmente o diagrama de radiação da antena [5], principalmente pelo fato de possuir fibra de carbono em sua estrutura, localizados no trem de pouso, parte superior da fuselagem e montante do motor. Tal material possui propriedades elétricas não homogêneas.

O desenho resultante da medição da antena sozinha se aproxima muito do ideal com algumas variações devido ao ambiente de medição. Na primeira orientação (Figura 3-a), é possível ver lóbulos frontal e posterior, e na segunda (Figura 3-b) uma homogeneidade com variações por perda de sinal. As demais configurações apresentam um padrão semelhante, porém com grande atenuação e deformação do padrão de radiação.

Os resultados mostram um influência insignificante com relação à presença da carga no diagrama de radiação. Outros testes também foram realizados com o avião com acionamento do motor elétrico e com componentes eletrônicos, que também não apresentaram modificações significativas nos resultados.

Tanto para o avião sem carga, quanto como para o avião com carga chegou-se a uma atenuação média de 14 dB para a orientação longitudinal e de 5,3 dB para a orientação latitudinal, o que pode ser observado nas curvas verde e vermelha na Figura 3.

IV. CONCLUSÃO

O projeto de VANTs deve levar em consideração os efeitos dos materiais nos diagramas de radiação das antenas de comunicação. Neste trabalho, verificou-se que os materiais laminados presentes na fuselagem de um VANT geram uma alteração no diagrama de radiação do receptor da aeronave. Tal diferença pode ser significativa na qualidade da recepção do sinal na aeronave, podendo acarretar em uma perda total da comunicação.

REFERÊNCIAS

- [1] S. Brasil, *Regulamento SAE Brasil Aerodesign 2018*. SAE, 2018.
- [2] T. J. Seidel, A. Galehdar, W. S. T. Rowe, S. John, P. J. Callus, and K. Ghorbani, "The anisotropic conductivity of unidirectional carbon fibre reinforced polymer laminates and its effect on microstrip antennas," in *2010 Asia-Pacific Microwave Conference*, Dec 2010, pp. 1470–1473.
- [3] M. R. Cabello, S. Fernández, M. Pous, E. Pascual-Gil, L. D. Angulo, P. López, P. J. Riu, G. G. Gutierrez, D. Mateos, D. Poyatos, M. Fernandez, J. Alvarez, M. F. Pantoja, M. Añón, F. Silva, A. R. Bretones, R. Trallero, L. Nuño, D. Escot, R. G. Martin, and S. G. Garcia, "Siva uav: A case study for the emc analysis of composite air vehicles," *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 59, no. 4, pp. 1103–1113, Aug 2017.
- [4] W. Felix, T. Souza, and E. Gurjão, "Environmental effects on short dipole antenna and rfid uhf passive tags," in *SBrT*, Setembro 2017, pp. 358–362.
- [5] P. A. Tirkas, Jian Peng, C. A. Balanis, and G. C. Barber, "Electromagnetic interference and interaction with complex helicopter structures," in *Proceedings of MILCOM '94*, Oct 1994, pp. 12–16 vol.1.