

UMA ANTENA PATCH COM O LOGO LABMAX PARA APLICAÇÕES DE BANDA DUPLA DE GUERRA ELETRÔNICA EM 3.294 GHZ E 4.752 GHZ

Ana Carolina de Lima Angelo

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão/SP– Brasil

Alexandre Maniçoba de Oliveira

Laboratório Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado IFSP, Cubatão/SP– Brasil

Anna Karina Fontes Gomes

Laboratório Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado IFSP, Cubatão/SP– Brasil

Enzio Buarque de Lima

Laboratório Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado IFSP, Cubatão/SP– Brasil

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta de uma antena patch de banda dupla conceitual, com baixo custo e viabilidade de aplicações variadas. A antena proposta possui uma dimensão total de $60 \times 60 \text{ mm}^2$, foi concebida com FR-4, tem um ganho de -28.343 dB em 3.294 GHz e -21.426dB em 4.752 GHz, tendo como lóbulo lateral (SLL) -1.5 dB e -2.4dB em 3.294 GHz e 4.752 GHz respectivamente.

Palavras-Chave: Antena, Patch, Banda.

Abstract: This paper presents a proposal for a conceptual dual band patch antenna with low cost and feasibility of varied applications. The proposed antenna has a total size of $60 \times 60 \text{ mm}^2$, it was created with FR-4, with a gain of -28,343 dB at 3,294 GHz and -21,426 dB at 4,752 GHz, with a lateral axis (SLL) -1.5 dB and -2.4dB at 3.294 GHz and 4.752 GHz, respectively.

Keywords: Antenna, Patch, Band.

INTRODUÇÃO

A tecnologia tem avanços significativos em períodos de Guerra; o anseio por proteção e soberania favorece o investimento na área de pesquisa científica. No entanto, há medidas preventivas que podem ser tomadas visando a proteção na presença de um possível conflito, como relata o Estado-Maior do Exército (2009) em relação à Inglaterra, que instalou uma série de radares para controlar o Canal da Mancha em 1938.

Neste cenário se iniciam missões para o reconhecimento do território inimigo. Estado-Maior do Exército (2009) descreve que em 1939 registra-se a primeira missão de Inteligência do Sinal no campo das não-comunicações, a qual procurou rastrear uma rede de radares britânicos. Além disso, em 1940 foram desenvolvidas as primeiras ações de Guerra Eletrônica (GE) contra os sistemas de navegação e bombardeio alemão.

A Alemanha reagiu instalando uma muralha radar, a qual detectava aviões britânicos e norte-americanos, apresentando a eficiência dos métodos da Guerra Eletrônica. Isso tem impulsionado pesquisas para o desenvolvimento de sistemas de defesa mais eficazes, que eliminem a possibilidade de pirataria de informações que possam ser captadas pelos meios de transmissão existentes na atualidade.

As forças militares têm sido influenciadas por diversos fatores, dentre eles o crescente implemento das tecnologias voltadas para manobras precisas e armamentos que superem as expectativas no alcance de seus alvos, como também o reconhecimento da importância das forças oponentes.

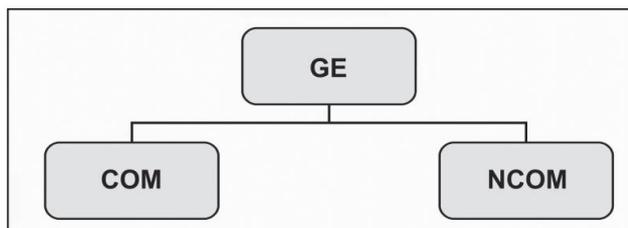
A relevância de encontrar táticas que favoreçam um poder maior de combate fará com que, no cenário atual de Guerra Eletrônica, se estabeleçam vantagens em processos decisórios, aplicando de forma mais eficaz as atividades de comunicação.

A agilidade na obtenção dos dados favorece a tomada de decisões mais precisas sobre as variedades dos sistemas militares que irradiam energias eletromagnéticas no espaço de formas distintas, esse reconhecimento proporciona uma maior rapidez. No entanto, também denota uma vulnerabilidade, pois é necessário cuidado com a própria radiação para não haver detecção pelas forças oponentes.

Houve, no período entre as Guerras Mundiais, o desenvolvimento de métodos e processos de criptografia com o auxílio de equipamentos elétricos e mecânicos, o que permitiu maior segurança na área das comunicações por fio e rádio. Estes métodos podem fazer uso de antenas, que possuem múltiplas aplicações e formas, podendo ser utilizadas na Guerra Eletrônica.

Atualmente a Guerra Eletrônica possui dois campos distintos de atuação, o campo das comunicações (COM), e o campo das Não-Comunicações (NCOM), estes podem ser observados na Fig.1:

Figura 1 – Campos de atuação da Guerra Eletrônica



Fonte: Estado-Maior do Exército (2009).

De acordo com Estado-Maior do Exército (2009), ambos os campos enquadram os sinais eletromagnéticos e equipamentos. No entanto o campo COM trata do trânsito de informações, utilizando radiotransmissores, multicanais, receptores em geral, etc. Por sua vez o campo NCOM trata da produção de informações, utilizando radares em geral, sensores infravermelhos, intensificadores de imagens e diversos armamentos que empregam guiamento por ondas eletromagnéticas.

Além disso, a Guerra Eletrônica possui ramos de atuação, que são Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE), Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) e Medidas de Proteção Eletrônica (MPE). De acordo com Estado-Maior do Exército (2009), MAGE é de natureza passiva, visando obter dados do oponente a partir das emissões eletromagnéticas. MAE tem o objetivo de dificultar o uso do espectro eletromagnético do oponente. E MPE busca assegurar a utilização eficaz e segura das próprias emissões eletromagnéticas.

Estado-Maior do Exército (2009) apresenta a utilização dos radares em diversas aplicações na Guerra Eletrônica, tais como em MAE – não destrutivas no despistamento imitativo que objetiva o erro do oponente com a intromissão em seus sistemas. Isso pode ocorrer com a reirradiação de um pulso radar dificultando seu funcionamento. Os radares também estão presentes em plataformas aéreas tanto em MAGE com os radares SAR (“Synthetic Aperture Radar”), quanto em MAE com os receptores de alerta radar (“Radar Warning Receiver” – RWR).

Em todas estas aplicações pode-se fazer o uso de antenas, de modo a auxiliar as ações da Guerra Eletrônica. No entanto, para que isso ocorra, é necessária a escolha do tipo de antena e de seu design para que alcance as aplicações requeridas. Targonski e Waterhouse (1998) apresentam que a antena patch de microlinha viabiliza baixo custo, conformabilidade e facilidade de fabricação e, com isso, pode facilmente ser utilizada para a análise da influência do design do elemento irradiador nas aplicações.

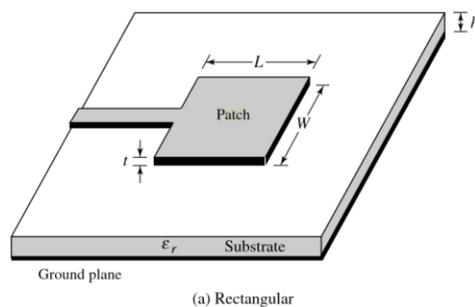
Outro fator de interesse é a ressonância em banda dupla, necessária em comunicação veicular-satélite onde se deseja o baixo custo, o que favorece o uso das antenas patch (Maci e Gentili, 1997).

Observando as necessidades citadas anteriormente apresenta-se a proposta de uma antena patch de banda dupla conceitual para aplicações de satélites de exploração da Terra e radar. Este parágrafo está dividido da seguinte forma: na Seção II são apresentadas as características da antena, quanto à construção e forma, na Seção III se observam os parâmetros obtidos na simulação e, na Seção IV conclui-se a viabilidade da utilização da antena.

ESTRUTURA DA ANTENA E DESIGN

A Fig.2 apresenta os elementos de uma antena patch, estes são: o substrato, o plano terra, e o patch. Para sua construção são necessários alguns parâmetros, como altura do substrato (h), constante dielétrica do substrato (ϵ_r), largura do patch (W), comprimento do patch (L) e altura do cobre (t).

Figura 2 – Antenna Patch



Fonte: Balanis (1998).

Na antena proposta o patch é de cobre, o substrato de FR4, e o plano terra de PEC. Os parâmetros são definidos na Tabela I.

TABELA I. PARÂMETROS DA ANTENA

Parâmetro	Valor
h	1.6 mm

ϵ_r	4.3
W	60 mm
L	60 mm
t	0.1 mm

Fonte: Autores (2019).

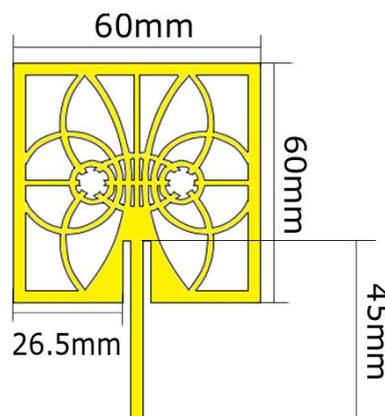
Um arranjo de elementos radiantes pode possibilitar aplicações que não são viáveis quando há um único elemento. Verifica-se um bom desempenho quando os elementos adicionados no arranjo possuem radiação máxima na direção desejada, e mínima em outras direções.

O elemento irradiador desta antena foi personalizado, com o objetivo de ser semelhante ao logotipo do Laboratório Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado (LabMax), e suas características serão estudadas de modo a verificar o desempenho deste design.

O uso correto de arranjos permite obter frequências de radiação com a amplitude desejada, como demonstra Oliveira et al. (2015), que propôs uma antena que fornece melhorias nas características de radiação, em termos de diretividade e ganho, sem o aumento da dimensão da antena, ao comparada à convencional Antipodal Vivaldi Antenna (AVA).

Balanis (1997) diz que, durante e após a Segunda Guerra Mundial, muitos outros radiadores foram utilizados, o que criou a necessidade de maior compreensão e otimização de suas características de radiação. Portanto, para o desenvolvimento da antena, o ambiente de análise por métodos numéricos foi utilizado a fim de se obter uma forma mais precisa do design do elemento irradiador, que pode ser visto na Fig. 3.

Figura 3 – Elemento Irradiador da Antena



Fonte: Autores (2019).

A escolha adequada de alimentação depende de fatores como o ganho pretendido para a antena e os níveis dos lóbulos secundários. A mais comum é por cabo coaxial, que facilita o casamento de impedância (Santos, 2015; Bulla, 2011). No entanto, Balanis (1997) aponta que quando se trata da alimentação de microstrip, a borda do patch deve ser conectada diretamente a uma faixa condutora. Esse método de alimentação oferece o benefício de que a linha condutora pode ter a oportunidade de ser gravada no mesmo substrato da antena de patch, proporcionando uma forma plana.

A alimentação utilizada foi a linha microstrip e o método comum para controlá-la é a variação do tamanho de abertura.

A impedância de entrada da antena patch varia significativamente com a frequência, o que limita o espectro de frequências em que há casamento de impedância (Bulla, 2011). Sendo assim, foi utilizado o método *inset-fed* com o objetivo de carregar a impedância na fonte. Este método facilita o casamento de impedância da estrutura, para isso basta o controle do comprimento do *inset-fed* (Oliveira e Silva, 2011).

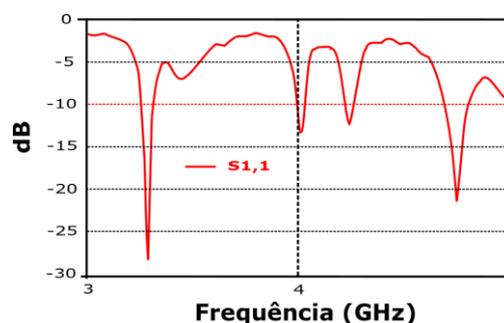
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da antena foram considerados o diagrama de radiação de campo distante e o parâmetro S_{11} .

A relação do ganho absoluto de uma antena (em uma dada direção) é a intensidade de radiação que seria obtida se a potência aceita pela antena fosse irradiada isotropicamente (Balanis, 1997).

Observando o parâmetro S_{11} nota-se que o objetivo de uma antena de banda dupla foi alcançado, pois há duas frequências abaixo de -10 dB, que são 3.294GHz e 4.752GHz, alcançando -28.343 dB e -21.462 dB respectivamente, e necessitando apenas da análise do diagrama de campo distante para a verificação da diretividade.

Figura 4 – Ganho da antena nas frequências de 3.294GHz e 4.752GHz

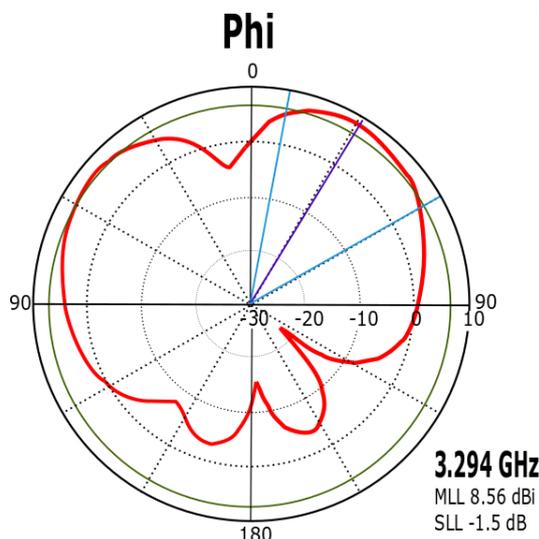


Fonte: Autores (2019).

O padrão de radiação de uma antena pode ser definido como uma função matemática ou uma representação gráfica das propriedades de radiação da antena como uma função de coordenadas no espaço. Além disso, um radiador isotrópico é uma antena hipotética sem perdas, com radiação igual em todas as direções. Na maioria dos sistemas de radar, relações baixas de lóbulos laterais são muito importantes para minimizar as indicações de alvos falsos através dos lóbulos laterais. Sendo que uma relação de -20 dB ou menos geralmente não é desejável (Balanis, 1997). Antenas que possuem irradiação máxima em uma direção e mínima em outras são denominadas “Antenas Direcionais” (Estado-Maior do Exército, 2009).

Observando os diagramas de campo distante (farfield) obtidos, percebe-se que a antena é diretiva em ambas as frequências desejadas. Favorecendo, assim, o uso da antena em aplicações de banda dupla.

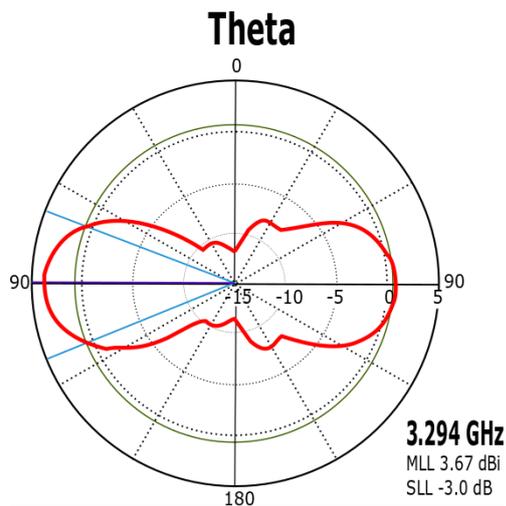
Figura 5 – Farfield em Phi na frequência de 3.294GHz



Fonte: Autores (2019).

Nesse ponto o que se pode observar é uma irradiação mais intensa em pontos na direção desejada, e pouco intensa na direção oposta.

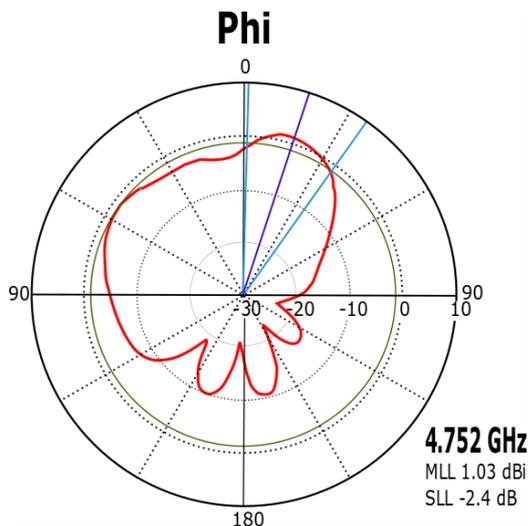
Figura 6 - Farfield em Theta na frequência de 3.294GHz



Fonte: Autores (2019).

Já nesse momento a irradiação acontece na mesma intensidade em ambos os sentidos, quando acontece uma alteração angular.

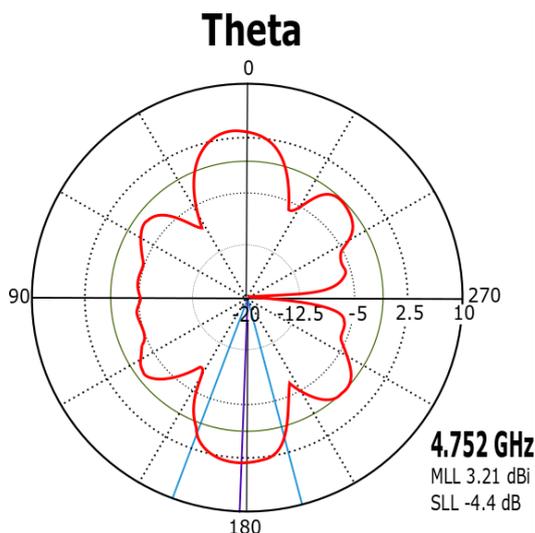
Figura 7 - Farfield em Phi na frequência de 4.752GHz



Fonte: Autores (2019).

Numa frequência diferente da anterior seu comportamento é ajustado e sua ressonância tem uma representatividade distinta da outra frequência, mesmo guardando a irradiação nos pontos desejados.

Figura 8 - Farfield em Theta na frequência de 4.752GHz



Fonte: Autores (2019).

Nesse ângulo theta ela pode ser comparada em irradiação ao ângulo theta na menor frequência, no entanto sua irradiação é mais significativa.

CONCLUSÕES

Tendo em vista as vantagens apresentadas por esse trabalho em relação a viabilidade do uso das antenas patch é possível concluir que a possibilidades de usabilidade são amplas, como notou-se por sua banda dupla o que atribui a essa antena uma flexibilidade para atender as necessidades mercadológicas atuais, que exigem produtos que possam se adequar a diferentes panoramas.

Os cenários que apresentam, segundo os testes com farfield, angulação que abrange captação de radares, tecnologias móveis, fixas e de satélites, são os que mais têm crescido e encontrado adeptos no desenvolvimento tecnológico. O que representa um avanço em direção à necessidade de atender à guerra eletrônica, onde o anseio para conhecer a abrangência do campo adversário tem provocado um desenvolvimento constante para o reconhecimento dessa área e de suas potencialidades de contra-ataque.

Pela observação dos aspectos técnicos analisados, tanto o material de baixo custo que é utilizado, o fácil manuseio, o tamanho adequado à necessidade e quanto a frequência atingida, foi comprovado que atende às especificidades propostas como ganho, diretividade e banda.

A guerra eletrônica e a crescente necessidade de se obter, criar e obter informações faz com que a captação de dados seja fundamental tanto para serviço militar, quanto para empresas e nesse sentido constata-se a necessidade de pesquisa de materiais que supram a possíveis

deficiências que possam ser encontradas na Guerra Eletrônica. Torna-se viável o uso de antenas em diferentes aplicações, como a proposta neste artigo, que viabiliza o uso em radares e satélites de pesquisa na atmosfera terrestre, com facilidade em sua fabricação, pronta para atender um mercado exigente e competitivo.

REFERÊNCIAS

A. M., Oliveira et al., A palm tree antipodal Vivaldi antenna with exponential slot edge for improved radiation pattern. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, v. 14, p. 1334-1337, 2015.

C. A., BALANIS, *Antenna Theory-analysis and Design*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, p.5-58, 1997.

D. H. V. Santos, *Controlo do Diagrama de Radiação de Agrupamento de Antenas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações e Redes de Energia) – Centro de Competências de Ciências Exatas e da Engenharia, Universidade da Madeira, Funchal, Portugal, 2015.

E. E. C. Oliveira, P H. F. Silva, *Miniaturização de Antenas Tipo Patch Retangular em Microfita Utilizando a Curva Fractal de Koch*. III Congresso de Pesquisa e Inovação Tecnológica da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Fortaleza, 2008.

Estado-Maior do Exército, *Manual de Campanha, “Emprego da Guerra Eletrônica”*. 2. ed. Brasil, 2009.

G. Bulla, “Otimização de Largura de Banda de Antena de Microfita”. Dissertação (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2011.

S. D. Targonski, R. B. Waterhouse, *Design of Wide-Band Aperture-Stacked Patch Microstrip Antennas*. *IEEE Transactions on antennas and propagation*, Vol. 46, No. 9, 1998.

S. Maci, G. B. Gentili, *Dual-Frequency Patch Antennas*. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, v.39, No. 6, p. 13-20, 1997.