

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Projeto de MPA quadrado sem e com fendas.....	4
2.1.1. Projeto de MPA quadrado sem fendas.....	4
2.1.2. Projeto de MPA quadrado com fendas.....	6
3. Simulação de MPA quadrado Através de Software Profissional.....	7
3.1. Resultado de simulação do projeto MPA quadrada sem fendas em Software Profissional.....	7
3.2. Resultado de simulação do projeto MPA quadrada com fendas em Software Profissional.....	9
3.3. Resultado de Comparação de MPA quadrado sem e com Fendas.....	11
4. Fabricação do Protótipo.....	12
5. Conclusão.....	12
Referências Bibliográficas.....	13

1. Introdução

Dispositivos de comunicação sem fio são onipresentes hoje em dia e seu uso está aumentando constantemente. Esses dispositivos incluem rádios AM e FM, telefones celulares, tablets, laptops, telefones e receptores via satélite, dispositivos de sistema de posicionamento global (GPS), sistemas de identificação por radiofrequência (RFID), para citar alguns. A antena, sendo parte integrante desses dispositivos, desempenha um papel importante na definição do desempenho desses dispositivos. Portanto, o projeto de uma antena para qualquer dispositivo sem fio deve ser executado com cuidado para garantir um bom desempenho no nível do sistema [1,6].

Nos últimos anos, com o advento de novos padrões e dispositivos sem fio compactos, surgiu a necessidade de reduzir o tamanho desse tipo de antena. Durante as aulas teóricas vimos as técnicas de miniaturização a partir de otimização na geometria da antena como: as antenas fractais e a introdução de fendas. Antenas fractais são as antenas que usa geometria fractal. A geometria fractal envolve uma metodologia de geração recursiva que resulta em contornos com estruturas finas infinitamente intrincadas. Essa geometria, que tem sido usada para modelar objetos complexos encontrados na natureza, como nuvens e linhas costeiras, tem propriedades de preenchimento de espaço que podem ser utilizadas para miniaturizar antenas [2]. Em outro lado o tamanho da antena pode ser reduzido pela inserção de fendas. Com essas fendas forçam as correntes de superfície a desvios e assim artificialmente há um aumento no comprimento elétrico da antena sem alterar suas dimensões globais [3].

O objetivo deste laboratório é efetuar a simulação através de ANSOFT HFSS e MICROSTRIP CALCULATOR o projeto de um MPA (MICROSTRIP PATCH ANTENNA) quadrada com e sem fendas, para a frequência de 2,45 GHz. A estrutura da fenda a ser inserido no MPA quadrada para miniaturização é constituído por três fendas, onde, uma fenda é inserida verticalmente em relação ao comprimento (L) do patch, os outros dois fendas são inseridas em paralelos ao comprimento (L) do patch e com uma linha de alimentação.

2. Projeto de MPA quadrado sem e com fendas

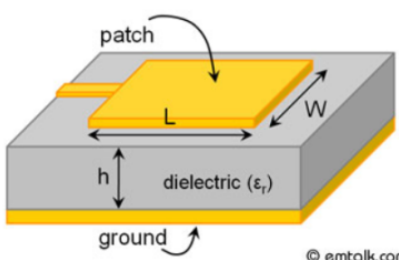
A primeira etapa do projeto é especificar a largura (W) e o comprimento (L) do patch retangular no MICROSTRIP PATCH ANTENNA CALCULATOR [4] para a frequência de 2,45 GHz. Essa etapa é necessária porque, na calculadora não há opção para calcular diretamente as dimensões do patch quadrado. Feito a simulação e encontramos o valor ideal de comprimento (L) do patch igual a 29,05 mm.

2.1. Projeto de MPA quadrado sem fendas

A segunda etapa do projeto é efetuar a simulação no MICROSTRIP PATCH ANTENNA CALCULATOR [4], com objetivo de determinar de novo a frequência de 2,45 GHz para MPA quadrado. Para fazer isso, utilizamos o método aproximado ao igualar a largura (W) ao comprimento (L) do MPA quadrado. Isto porque, a largura (W) do MPA afeta menos a frequência em comparação com o comprimento (L) do MPA. O procedimento da simulação é mostrado na figura 1.

Tools

Microstrip Patch Antenna Calculator



© emtalk.com

Substrate Parameters

Dielectric Constant (ϵ_r):

Dielectric Height (h): mm

Resonant Frequency

f_r : GHz

Physical Parameters

Length (L): mm

Width (W): mm

Input Impedance (Edge): Ohm

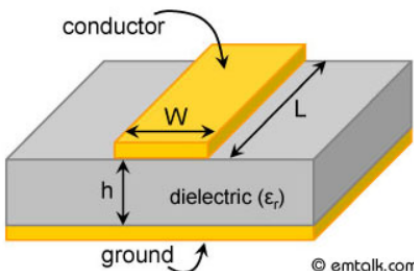
Figura 1. Análise de Frequência de 2,45 GHz para MPA quadrado. Fonte: [4].

O procedimento seguinte a ser realizado é determinar o comprimento (L) e a largura (W) da linha de alimentação para garantir o casamento de impedância. Como vimos em aula, a impedância de entrada encontrado na etapa anterior fica muito grande, portanto, a nova impedância de entrada utilizada para calcular as dimensões (W e L) da linha é de 173,29 Ω . A partir da equação (1) e sabendo que a impedância da linha é de 50 Ω , temos $Z_0 = 93,08 \Omega$.

$$Z_0 = \sqrt{Z_{in} \times Z_l} \quad (1)$$

Utilizando o aplicativo MICROSTRIP LINE CALCULATOR [5]. Feito a simulação e obtemos o comprimento da linha (L) igual a 17,52 mm e a largura da linha (W) igual a 0,84 mm. O resultado da simulação é mostrado na figura 2.

Microstrip Line Calculator



The diagram shows a yellow rectangular conductor of width W and length L on a grey dielectric substrate of height h. The substrate sits on a yellow ground plane. Labels include 'conductor', 'W', 'L', 'h', 'dielectric (ϵ_r)', and 'ground'. A copyright notice '© emtalk.com' is visible.

Substrate Parameters

Dielectric Constant (ϵ_r): 4.4
 Dielectric Height (h): 1.57 mm
 Frequency: 2.45 GHz

Electrical Parameters		Physical Parameters	
Zo:	93.08 Ω	Width (W):	0.8434629438333 mm
Elec. Length:	90 deg	Length (L):	17.523035591672 mm

Buttons: Synthesize, Analyze

Figura 2. Síntese do Comprimento (L) e a largura (W) da linha de alimentação de MPA quadrado. Fonte: [5].

3. Simulação de MPA quadrado Através de Software Profissional

3.1. Resultado de simulação do projeto MPA quadrada sem fendas em Software Profissional

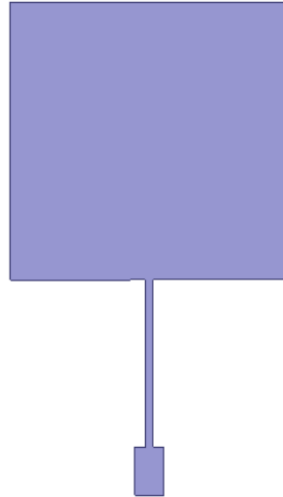


Figura 4. Antena de Microfita Quadrado com Transformador, vista superior.

Fonte: [2].

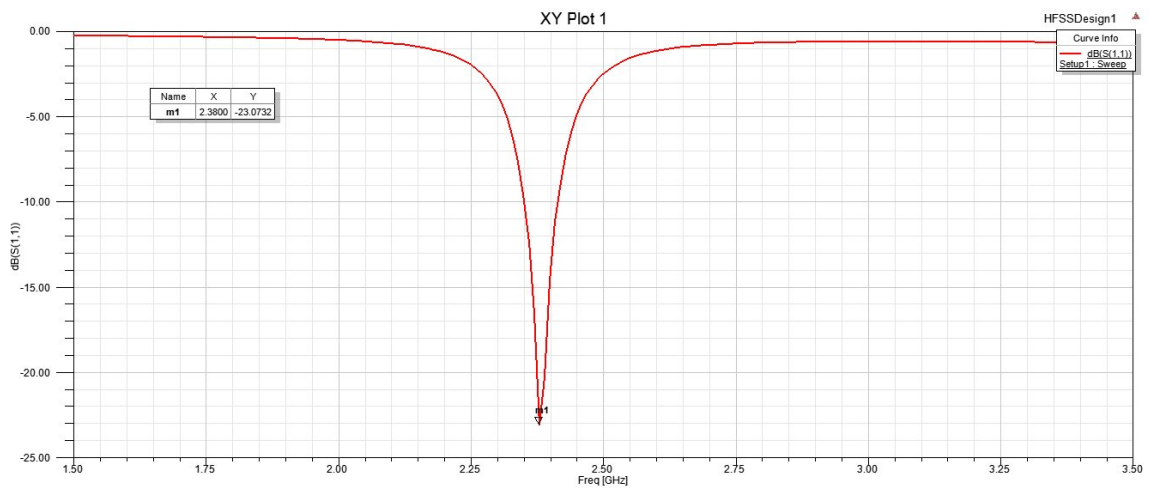


Figura 5. Resultado simulado para o patch quadrado de microfita mostrado na figura 4. Fonte: [2].

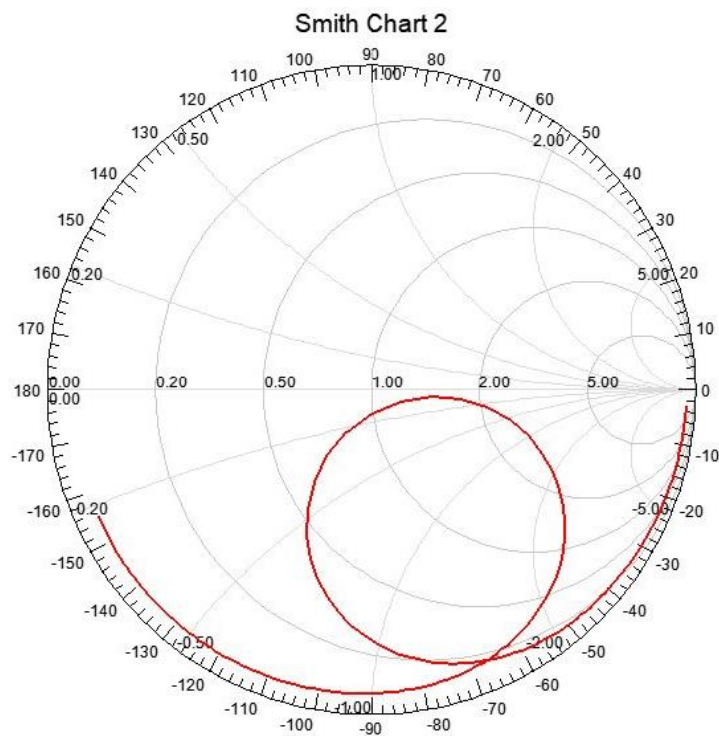


Figura 6. Resultado Simulado da Carta de Smith para o Patch Quadrado de Microfita Mostrado na Figura 4. Fonte: [2].

Na Figura 5 é possível observar que, a frequência de operação da MPA quadrado é de 2,38 GHz com a perda de retorno igual a -23,07 dB. Em termos de acurácia da frequência podemos medir o erro relativo entre a frequência de 2,45 GHz e 2,38 GHz. Com isso, temos um erro relativo aproximadamente 2,94%. Com esse erro relativo podemos dizer que é aceitável essa diferença de frequência.

Na Figura 6, foi obtido a carta de Smith com as suas impedâncias relacionadas para a frequência de 2,38 GHz. É possível observar que a impedância de entrada possui o valor de 0,072 Ohms em magnitude. Portanto podemos dizer que a antena está bem casada.

3.2. Resultado de simulação do projeto MPA quadrada com fendas em Software Profissional

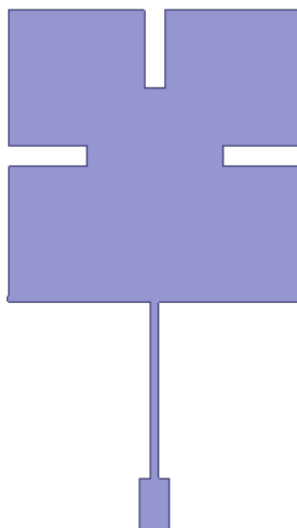


Figura 7. Antena de Microfita com Transformador e Fendas Laterais e Vertical, vista superior. Fonte: [2].

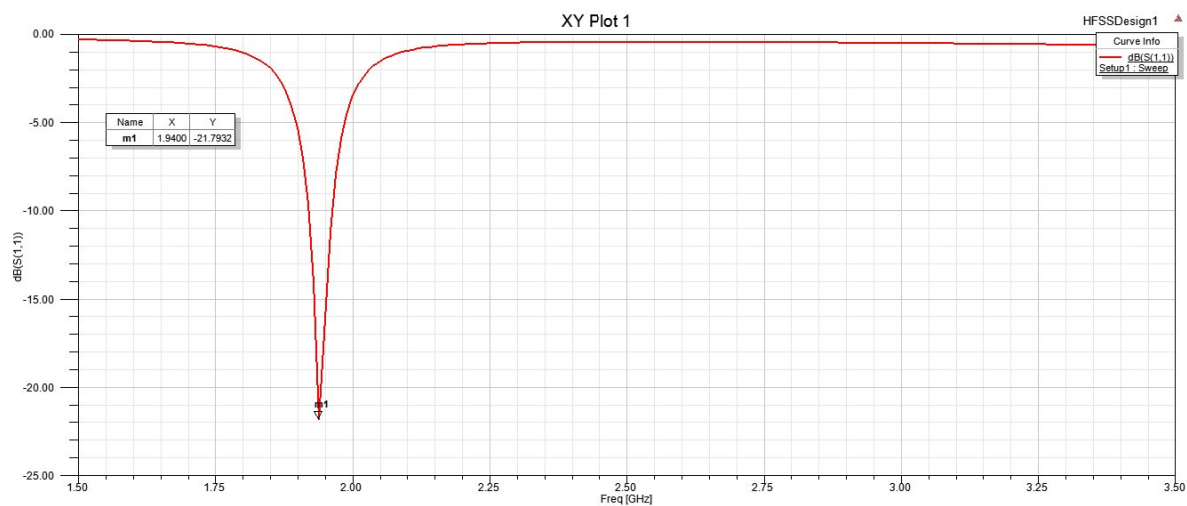


Figura 8. Resultado Simulado para o Patch Quadrado de Microfita com 3 Fendas Mostrado na figura 7. Fonte: [2].

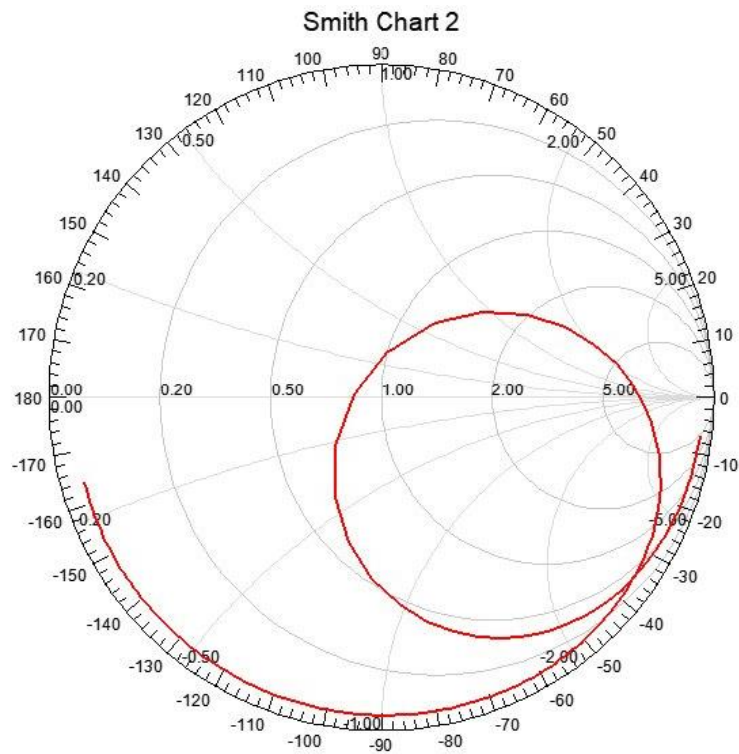


Figura 9. Resultado Simulado de Carta de Smith para o Patch Quadrado de Microfita com 3 Fendas Mostrado na Figura 7. Fonte: [2].

Na Figura 8 é possível observar que, a frequência diminui com a inserção de 3 fendas de 2,38 GHz para 1,94 GHz. Isto ocorre devido à perturbação de fenda adicionada para o caminho de corrente de superfície do patch horizontal em comparação com a antena sem fenda, os caminhos de corrente de superfície dos modos ressonantes podem ser ampliados, resultando na diminuição das frequências ressonantes correspondentes. Em outro lado, observa-se que houve um aumento de perda de retorno de -23,07 dB para -21,79 dB em relação a antena sem fenda. Isto ocorre devido ao fato de que, à medida que cortamos a fenda, a área da mancha radiante se torna menor, o que reduz o ganho da antena, a largura de banda e aumenta a perda de retorno.

Na Figura 9, foi obtida a carta de Smith com as suas impedâncias relacionadas para a frequência de 2,38 GHz. É possível observar que a impedância de entrada possui o valor de 0,0813 Ohms em magnitude. Portanto, podemos dizer que MPA quadrado com 3 fendas está casado.

3.3. Resultado de Comparação de MPA quadrado sem e com Fendas

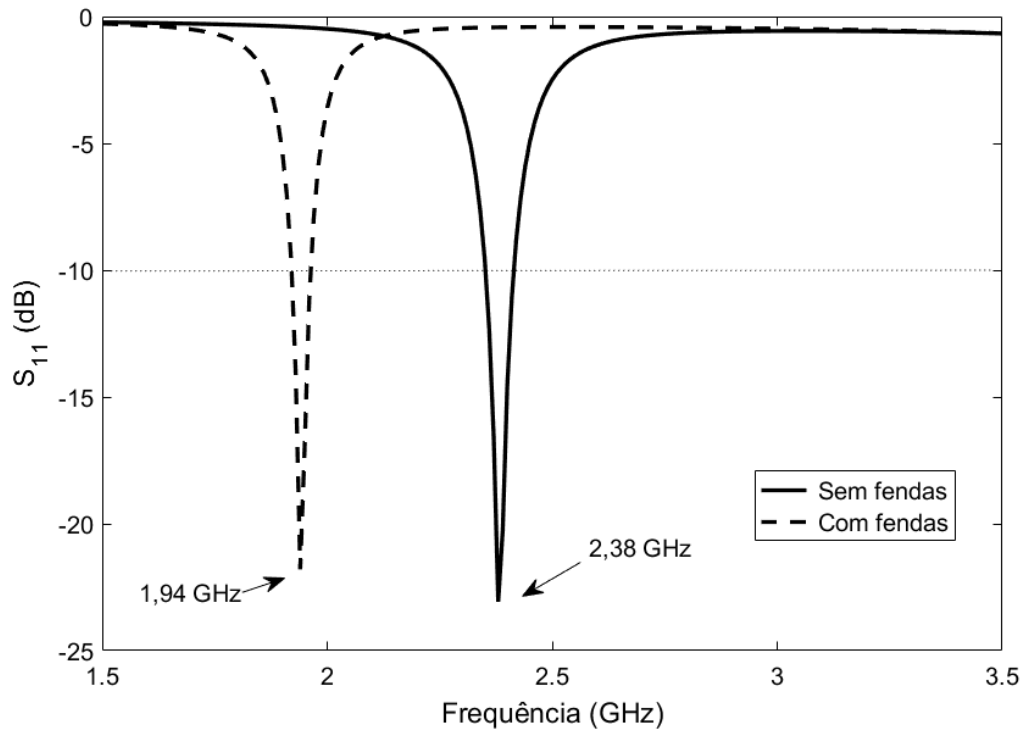


Figura 10. Comparação de Frequências e a Potência Refletida de MPA quadrado sem e com Fendas. Fonte: [2].

Frequência de MPA quadrado sem fendas	Frequência de MPA quadrado com 3 fendas	Perda de Retorno sem Fendas	Perda de Retorno com 3 fendas
2,38 GHz	1,94 GHz	-23, 07 dB	-21, 79 dB

Tabela 2. Comparação entre perda de retorno e a miniaturização. Fonte: autor.

Analisando a Figura 10 e a Tabela 2 é possível observar que, ocorre a miniaturização porque a frequência se reduz na inserção de 3 fendas em comparação com a antena sem fendas. Em outro lado houve um aumento de perda de retorno em comparação com a antena sem fenda. Uma hipótese é que, a inserção de fenda vertical acabando contribuir para o aumento da perda de retorno na antena com fenda.

4. Fabricação de Protótipo

Com todos os parâmetros (comprimento, largura, impedâncias) da antena e da linha definida e simulada, o próximo passo neste projeto é desenhar a estrutura (layout) da antena. O desenho é enviado para a gráfica para preparação do adesivo, colocação do adesivo na face superior de um laminado de fibra de vidro cobreado nas duas faces (copper clad board), com as dimensões apropriadas, e remoção da parte indesejada no adesivo. Proteger o plano da terra. A realização da corrosão é através de percloroeto de ferro. A finalização do protótipo com a colocação do conector na porta da entrada da antena.

5. Conclusão

Neste projeto foi desenvolvido e simulado um MPA quadrado sem e com 3 fendas (uma vertical e duas paralelos em relação ao comprimento (L) do patch). A MPA quadrada projetada é para irradiar a onda eletromagnética na faixa de 2,45 GHz. A frequência de operação foi analisando calculando o erro relativo e o resultado está dentro da faixa aceitável. Os outros resultados obtidos (miniaturização, perda de retorno e de carta de Smith) são analisados e caracterizados e concluímos que está de acordo com o que era esperado em teoria. Em termos de miniaturização observamos que houve um custo a pagar que é o aumento da perda de retorno. Portanto podemos concluir que, a antena projetada está de acordo com que esperamos em teoria com pequenas diferenças que podem ser desprezíveis.

Referências Bibliográficas

- [1]. Muhammad Umar Khan, Mohammad Said Sharawi, Raj mittra. Microstrip Patch Antenna Miniaturisation Techniques: A Review. Disponível em: <https://digital-library.theiet.org/>. Data de acesso: 07/04/2021.
- [2]. Adaildo Gomes D' Assunção. Notas de Aula. Data de Acesso: 07/04/2021.
- [3]. José Haroldo Calvacante de Moraes. Estudo de Antenas Patches de Microfita Miniaturizadas em Banda Larga para Aplicação em Dispositivos Móveis e Portáteis. Dissertação de Mestrado. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15377/1/JoseHCM_DISSERT.pdf. Data de acesso: 07/04/2021.
- [4] Talk, Em. Microstrip Patch Antenna Calculator. Disponível em: <https://www.emtalk.com/mpacalc.php>. Data de acesso: 28/03/2021.
- [5]. Talk, Em. Microstrip Line Calculator. Disponível em: <https://www.emtalk.com/mscalc.php>. Data de acesso: 28/03/2021.
- [6]. BALANIS, C. A. (2009). *Teoria de Antenas; Análise e Síntese*. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC.