

## Sumário

1. Introdução.....	2
2. Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Completo e Truncado.....	3
2.1. Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Completo.....	6
2.2. Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Truncado.....	6
3. Simulação do Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Completo e Truncado.....	7
3.1. Resultado da simulação da antena com plano de terra completo.....	7
3.2. Resultado da simulação da antena com plano de terra truncado.....	9
4. Fabricação do Protótipo.....	11
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 [1,2].

No contexto atual de comunicações digitais sem fio a altas taxas de transmissão de dados, uma das técnicas mais promissoras é a que se baseia no uso de pulsos de banda ultra larga (UWB - *Ultra Wide Band*) para transporte da informação. A pesquisa associada a esta técnica foi bastante intensa ao longo da última década, abrangeu aspectos diversos da Engenharia Elétrica/Telecomunicação, tais como processamento de sinais, caracterização do canal de propagação e, especialmente antenas [2].

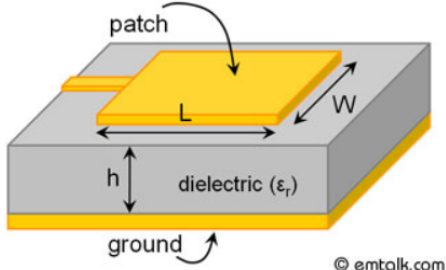
As antenas de microfita com patches circulares fornecem diagramas simétricos, podem ser usadas no desenvolvimento de antenas UWB (*ultra wideband*), como monopolos planares, e podem ser projetadas para operação com polarização circular, dentre outras aplicações [3].

O objetivo deste laboratório é efetuar a simulação através de ANSOFT HFSS e MICROSTRIP CALCULATOR o projeto de monopolo planar de microfita com patch circular (Antena UWB) (Antena de Microfita com Plano de Terra Truncado), para a frequência de 2,5 GHz.

## 2. Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Completo e Truncado.

A primeira etapa do projeto é realizar a simulação dos parâmetros do patch retangular em MICROSTRIP PATCH ANTENNA CALCULATOR [4], que vão ser utilizados na aproximação do patch circular. Essa etapa é necessária porque, na calculadora não há opção para calcular diretamente as dimensões do patch circular. Feito a simulação e encontramos o valor ideal de comprimento (L) do patch igual a 28,25 mm e a largura (W) do patch igual a 36,51 mm para a frequência de 2,5 GHz.

Microstrip Patch Antenna Calculator



© emtalk.com

**Substrate Parameters**

Dielectric Constant ( $\epsilon_r$ ):

Dielectric Height (h):  mm

**Resonant Frequency**

$f_r$ :  GHz

**Physical Parameters**

Length (L):  mm

Width (W):  mm

**Input Impedance (Edge):**  Ohm

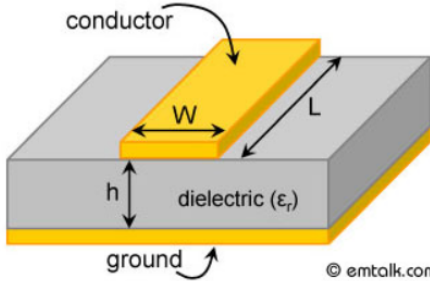
Figura 1. Simulação do Comprimento (L) e da Largura (W) do patch retangular.

Fonte:[4].

Feito a simulação do comprimento e a largura do patch, o próximo passo é calcular o comprimento e a largura do transformador  $\lambda/4$ . Seguindo a equação (1) e feito a simulação no MICROSTRIP LINE CALCULATOR [5] temos:

$$Z_0 = \sqrt{Z_{in} \times Z_l} = \sqrt{50 \times 173,29} = 93,08 \, \Omega \quad \text{equação (1)}$$

## Microstrip Line Calculator



© emtalk.com

**Substrate Parameters**

Dielectric Constant ( $\epsilon_r$ ):

Dielectric Height (h):  mm

Frequency:  GHz

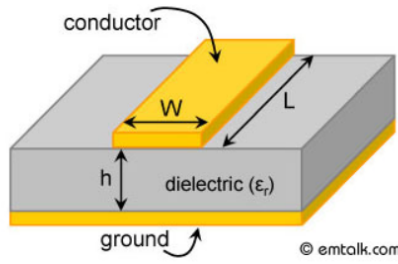
Electrical Parameters		Physical Parameters	
Zo:	<input type="text" value="93.08"/> $\Omega$	Width (W):	<input type="text" value="0.8434629438333"/> mm
Elec. Length:	<input type="text" value="90"/> deg	Length (L):	<input type="text" value="17.172574879839"/> mm

[Synthesize](#) [Analyze](#)

Figura 2. Simulação do comprimento (L) e da largura (W) do transformador  $\lambda/4$ . Fonte: [5]

Feito a simulação do comprimento e a largura do transformador, o próximo passo é calcular o comprimento e a largura da linha de 50  $\Omega$ . Feito a simulação no MICROSTRIP LINE CALCULATOR [5] temos:

## Microstrip Line Calculator



© emtalk.com

**Substrate Parameters**

Dielectric Constant ( $\epsilon_r$ ):

Dielectric Height (h):  mm

Frequency:  GHz

Electrical Parameters		Physical Parameters	
Zo:	<input type="text" value="50"/> $\Omega$	Width (W):	<input type="text" value="3.0016192019978"/> mm
Elec. Length:	<input type="text" value="0"/> deg	Length (L):	<input type="text" value="0"/> mm

[Synthesize](#) [Analyze](#)

Figura 3. Simulação do comprimento (L) e da largura (W) da linha de 50  $\Omega$ . Fonte: [5].

## 2.1. Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Completo.

A segunda etapa do projeto é realizar a conversão dos parâmetros do patch retangular encontrado no item anterior para o patch circular. Seguindo a equação (2) temos:

$$A_{\text{retangular}} = A_{\text{circular}} \therefore C \times L = \pi r^2 \quad \text{equação (2)}$$

$$r = \sqrt{\frac{28.25 \times 36.51}{\pi}} = 18,12 \text{ mm}$$

## 2.2. Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular e com Plano de Terra Truncado.

A terceira etapa do projeto é realizar o truncamento do plano da terra. A estrutura a ser truncado é mostrado na figura 4.

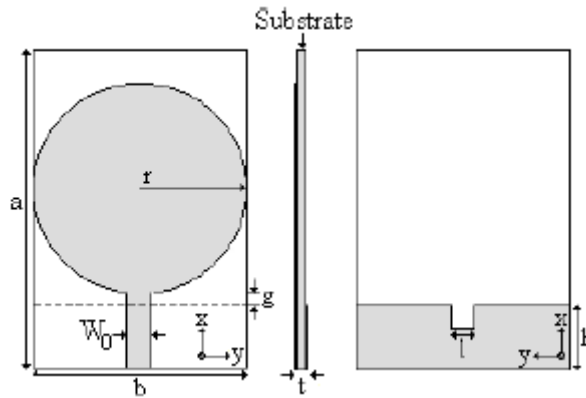


Figura 4. Antena Monopolo Circular. Fonte: [6].

Para fazer a simulação em HFSS, considerando que  $g = 1 \text{ mm}$ , e sabendo que  $a = 60 \text{ mm}$  e  $b = 40 \text{ mm}$ . Para determinar a altura  $h$ , feito a diferença entre  $h_{\text{linha}}$  e  $g$ . Portanto, temos  $h = h_{\text{linha}} - g = 17,17 \text{ mm} - 1 \text{ mm} = 16,17 \text{ mm}$

### 3. Simulação do Projeto de Monopolo Planar com Patch Circular com Plano de Terra Completo e Truncado Através do Software Profissional.

#### 3.1. Resultado da simulação da antena com plano de terra completo.

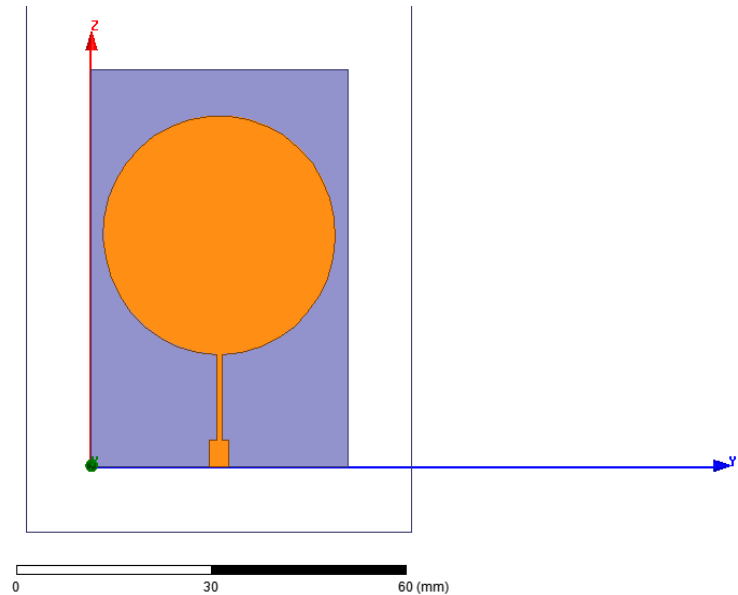


Figura 5. Antena Monopolo Planar com Patch Circular e Plano da Terra Completo. Fonte: Autor.

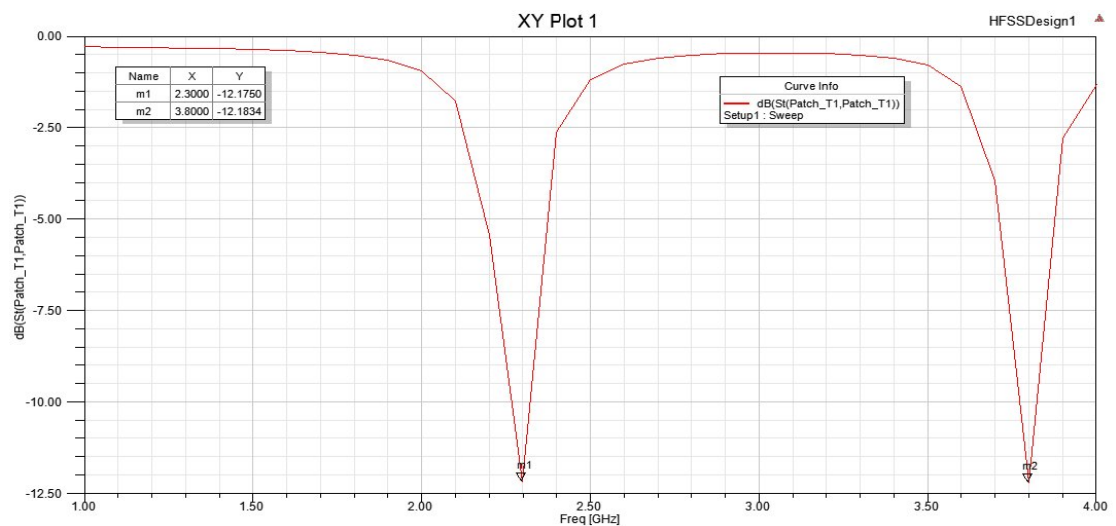


Figura 6. Perda de Retorno da Antena Monopolo Planar com Patch Circular e Plano da Terra Completo. Fonte: Autor.

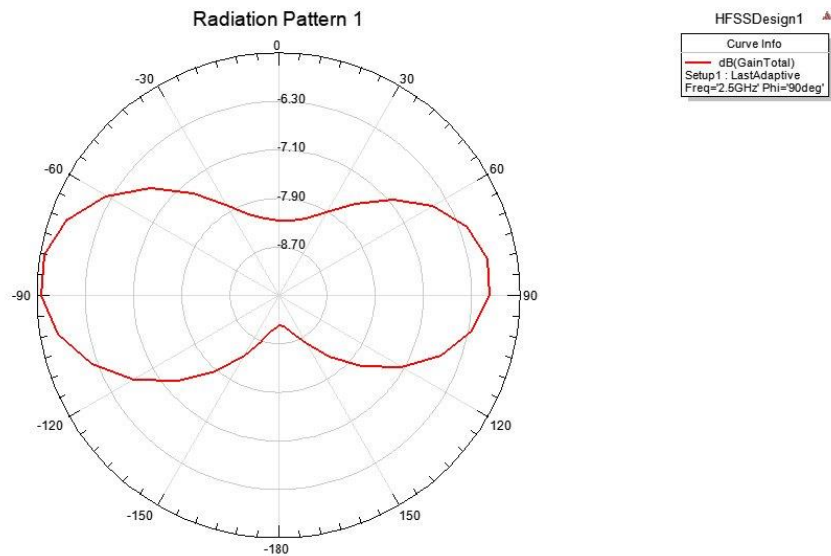


Figura 7. Diagrama de Radiação (2D) da Antena Monopolo Planar com Patch Circular e Plano da Terra Completo. Fonte: Autor.

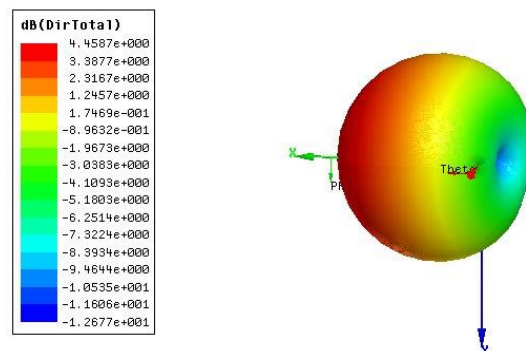


Figura 8. Diagrama de Radiação (3D) da Antena Monopolo Planar com Patch Circular e Plano da Terra Completo. Fonte: Autor.

Na figura 6, é possível observar que, a frequência de operação obtida para antena monopolo planar com patch circular e plano de terra completo é de 2,3 GHz com a perda de retorno igual a -12,18 dB que está abaixo de -10 dB.

Na figura 7 e 8, é possível observar que, o diagrama de radiação (2D,3D) está de acordo com a teoria, que é omnidirecional, com a diretividade máxima de 4,46 dB.

### 3.2. Resultado da simulação com plano da terra truncado.

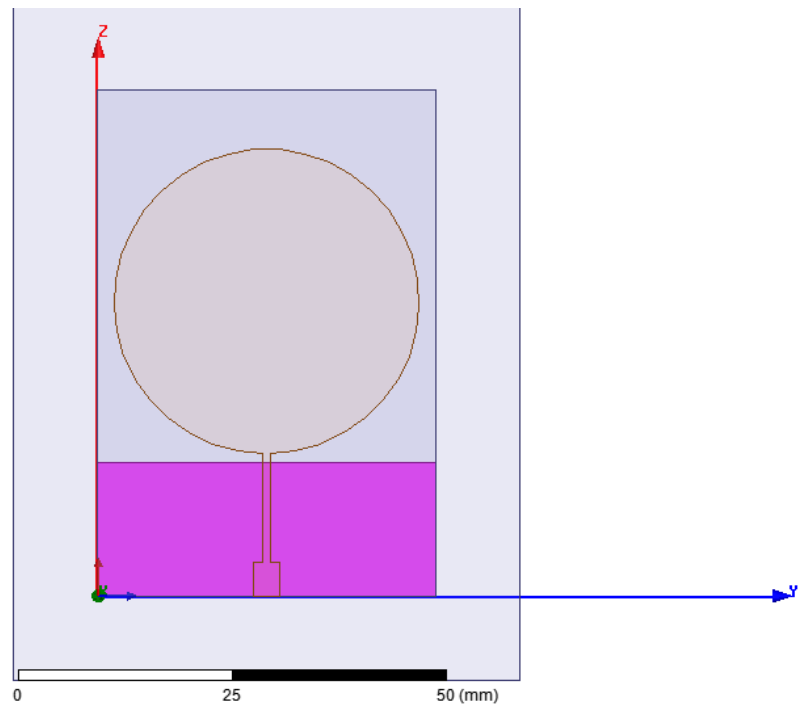


Figura 9. Antena Monopolo Planar com Patch Circular e Plano da Terra Truncado. Fonte: Autor.

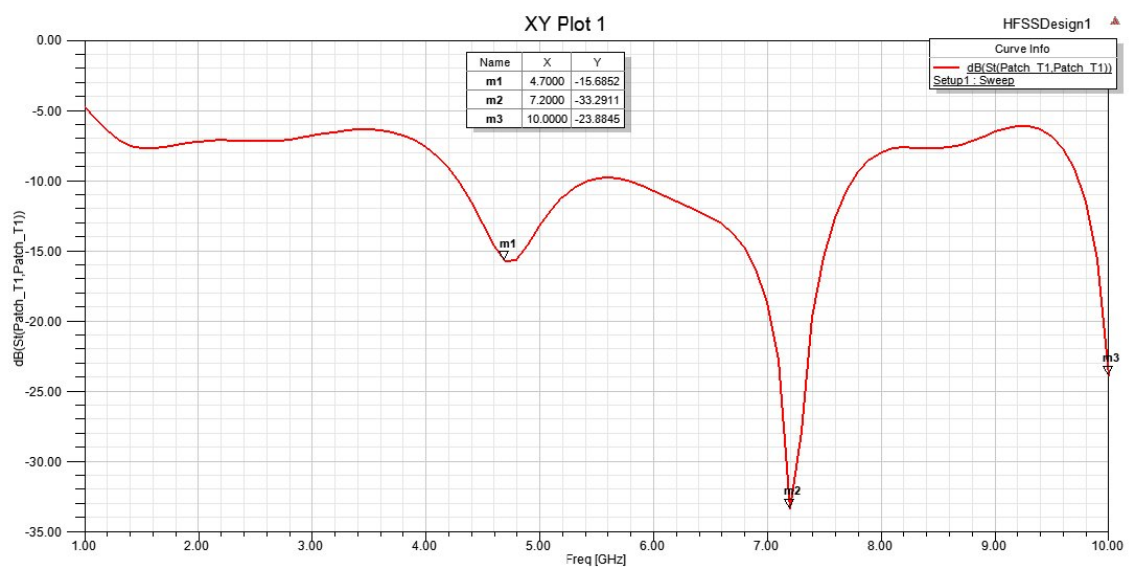


Figura 10. Perda de Retorno da Antena Monopolo Planar com Patch Circular e com Plano da Terra Truncado. Fonte: Autor.



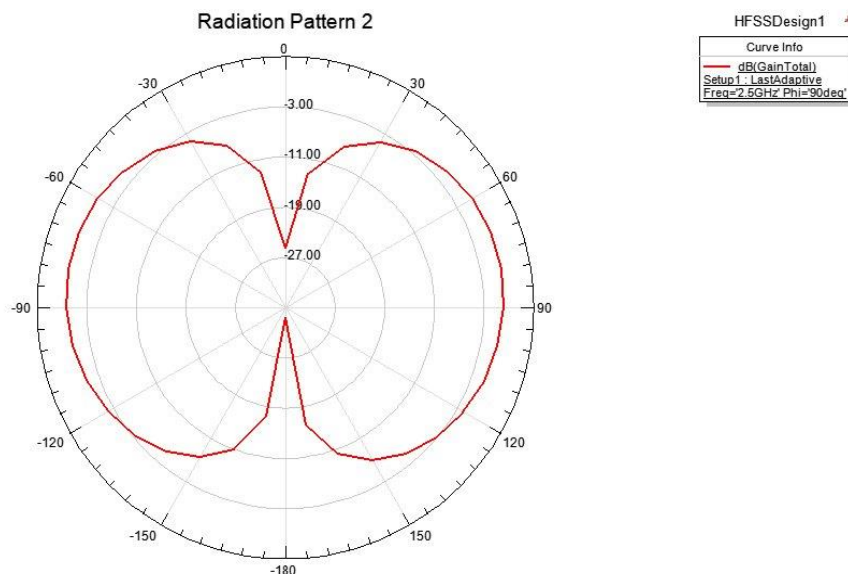


Figura 11. Diagrama de Radiação (2D) da Antena Monopolo Planar com Patch Circular e com Plano da Terra Truncado. Fonte: Autor.

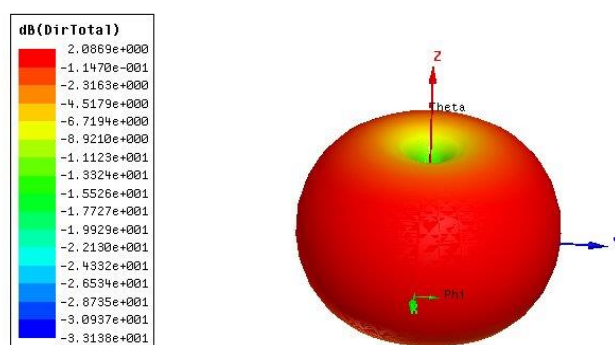


Figura 12. Diagrama de Radiação (3D) da Antena Monopolo Planar com Patch Circular e com Plano da Terra Truncado. Fonte: Autor.

Na figura 10, é possível observar que, a frequência de operação obtida para antena monopolo planar com patch circular com plano de terra truncado é de 4,7 GHz. Portanto podemos dizer que, a frequência nova obtida está dentro da faixa de UWB. A perda de retorno obtida é igual a -15,69 dB que está abaixo de -10 dB.

Na figura 11 e 10, é possível observar que, o diagrama de radiação (2D,3D) está mantido, que é omnidirecional, com a diretividade máxima de 2,09 dB.

### 3.3. Resultado de comparação da antena com plano da terra truncado e plano de terra completo.

Antena com Plano de Terra Completo			Antena com Plano de Terra Truncado		
Frequência	Perda de Retorno	Diretividade	Frequência	Perda de Retorno	Diretividade
2,3 GHz	-12,18 dB	4,46 dB	4,7 GHz	-15,69 dB	2,08 dB

Tabela 1. comparação da antena com plano da terra truncado e plano de terra completo.

Pela tabela 1, é possível observar que, houve um aumento na frequência de operação de 2,3 GHz para 4,47 GHz. Portanto, isso indica que com o truncamento do plano de terra (aumento de  $g$ ) é possível aumentar a frequência que consequentemente aumenta a banda, que é neste caso para a faixa de UWB.

Em outro lado é possível observar que, a perda de retorno diminui com o aumento da frequência.

Também é possível observar, a diminuição da diretividade de 4,46 dB para 2,08 dB. Isto é esperado porque a antena é omnidirecional.

## 4. Fabricação do 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 projeto de monopolo planar de microfita com patch circular (Antena UWB) (Antena de Microfita com Plano de Terra Truncado). O monopolo planar de microfita com patch circular projetada é para irradiar a onda eletromagnética na faixa de UWB. As frequências de operações foram analisadas e o resultado está dentro da faixa UWB quando o plano da terra da antena é truncado. Os outros resultados obtidos (perda de retorno, diagrama de radiação (2D,3D) e diretividade) são analisados e caracterizados e concluímos que está de acordo com o que era esperado em teoria.

## 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: 24/04/2021.
- [2]. Cláudio Augusto Barreto Saunders Filho, Maurício Henrique Costa Dias e José Carlos Araujo dos Santos. Projeto de Monopolo Banda-Larga com Uso de Anéis Parasitas Cilíndricos. Disponível em: <https://biblioteca.sbrt.org.br>. Data de acesso: 24/04/2021.
- [2]. BALANIS, C. A. (2009). *Teoria de Antenas; Análise e Síntese*. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC.
- [3]. Adaildo Gomes D'Assunção. Notas de Aula Laboratório de Antenas.
- [4]. Talk, Em. Microstrip Patch Antenna Calculator. Disponível em: <https://www.emtalk.com/mpacalc.php>. Data de acesso: 24/04/2021.
- [5]. Talk, Em. Microstrip Line Calculator. Disponível em: <https://www.emtalk.com/mscalc.php>. Data de acesso: 24/04/2021.
- [6]. Davi B. Brito, Xavier Begaud, Adaildo G. D'Assunção, Humberto C. C. Fernandes. Ultra Wideband Monopole Antenna with Split Ring Resonator for Notching Frequencies. Data de acesso: 24/04/2021.