

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA A ANÁLISE DE REDES DE ANTENAS

Marcelo Pereira Magalhães

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

mmmarcelomagal@gmail.com

Marcos V. T. Heckler

Professor da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

marcos.heckler@unipampa.edu.br

***Resumo.** Este trabalho aborda o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para a análise de redes de antenas, demonstrando as características gerais de antenas, o modo como o código foi programado e os métodos utilizados para calcular os diagramas de irradiação e a diretividade de redes lineares de antenas dipolo e de microfita. O projeto tem o objetivo de criar essa ferramenta computacional em ambiente MATLAB devido à complexidade de realizar os cálculos com expressões matemáticas de forma fechada. Por fim é apresentada uma interface gráfica que foi criada para facilitar a utilização do código para os usuários que não tem a afinidade com o MATLAB.*

***Palavras-chave:** Redes de antenas. Ferramenta computacional. Diretividade.*

1. INTRODUÇÃO

Ferramentas computacionais são muito utilizadas atualmente, pois podem ser aplicadas de diversas formas. Além disso, há a possibilidade de nos depararmos com expressões matemáticas muito complexas que são praticamente impossíveis de se resolver de forma fechada sem o auxílio de um programa computacional.

Portanto, tendo em vista essa necessidade de utilizar um método numérico para calcular a diretividade, esse trabalho

tem o objetivo de desenvolver uma ferramenta computacional para a análise de redes de antenas. Como principais funcionalidades, o programa permite calcular a diretividade e traçar diagramas de irradiação.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DE ANTENAS

Para determinar o desempenho de uma antena ou de uma rede de antenas, é necessário obter alguns parâmetros elétricos, sendo os principais descritos nas subseções seguintes.

2.1 Diagrama de irradiação

O diagrama de irradiação mostra a forma com que a energia eletromagnética é espalhada no espaço. Na maior parte dos casos esses diagramas são determinados na região de campo distante e são dados em coordenadas esféricas. Em geral, o diagrama de irradiação é normalizado em relação ao seu valor máximo e o mesmo é traçado em uma escala logarítmica, ou seja, em decibéis (dB). (BALANIS, 2005).

O diagrama de irradiação apresenta o lóbulo principal, que aponta para a direção de máxima irradiação, e os demais lóbulos, que são chamados de lóbulos secundários. (BALANIS, 2005).

2.2 Diretividade

A diretividade indica a capacidade de um elemento irradiador direcionar a energia irradiada em uma determinada direção, o que, em termos matemáticos, é dado pela razão entre a intensidade de irradiação máxima pela potência total irradiada, representada pela Eq. (1).

$$D_0 = \frac{4\pi * U_{m\acute{a}x}}{P_{rad}} \quad (1)$$

Onde $U_{m\acute{a}x}$ é a intensidade de irradiação máxima e P_{rad} é a potência total irradiada.

As equações (2) e (3) mostram como obter os valores para o cálculo da diretividade, onde ambas são dadas em função das coordenadas theta (θ) e phi (ϕ) do sistema de coordenadas esféricas.

$$U(\theta, \phi) = \frac{|E_{TOTAL}|^2}{2\eta} \quad (2)$$

$$P_{rad} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} U(\theta, \phi) * \text{sen}(\theta) * d\theta d\phi \quad (3)$$

2.3 Rede de antenas

As redes de antenas são geralmente utilizadas para obter diagramas mais diretos. O diagrama de irradiação total de uma rede de antenas é formado pelo produto do campo elétrico irradiado pelo elemento simples e pelo fator de rede. O primeiro fator do produto depende da geometria da antena simples, enquanto que o segundo fator depende do número de antenas que compõem a rede, do espaçamento entre os elementos e da defasagem entre as correntes de excitação. O cálculo do campo elétrico total é dado pela Eq. (4). (BALANIS, 2005).

$$E_{TOTAL} = (E_{ELEMENTO}) * (Fator de Rede) \quad (4)$$

2.4 Antenas dipolo e de microfita

No presente trabalho, dois tipos de antenas são considerados para compor a rede: antenas do tipo dipolo ou de microfita.

Ao executar a ferramenta, o usuário pode optar com qual dos dois tipos de antenas quer efetuar os cálculos, para assim, obter o campo elétrico total e a diretividade da rede.

A antena dipolo enquadra-se na categoria das antenas filamentosas e é utilizada em inúmeras aplicações. Tem como principal característica a simplicidade de sua geometria. Já a antena de microfita é menos conhecida, mas vem ganhando espaço na comunidade científica nas últimas décadas. Algumas das características desse tipo de antena é que elas são simples, moldáveis a superfícies planas e curvas, tem baixo custo por serem feitas por tecnologia de circuito impresso, além de serem robustas. (BALANIS, 2005).

3. MÉTODO NUMÉRICO

O método numérico é necessário devido a algumas expressões matemáticas serem muito complexas para um tratamento puramente analítico. Portanto propôs-se substituir o cálculo da potência total irradiada por uma aproximação numérica, onde os intervalos são divididos em N e M segmentos, de acordo com a Eq. (5).

$$P_{rad} = \left(\frac{\pi}{N}\right) * \left(\frac{2\pi}{M}\right) * \sum_{j=1}^M [\sum_{i=1}^N U(\theta_i, \phi_j) * \text{sen}(\theta_i)] \quad (5)$$

Tendo em vista essa necessidade de realizar o cálculo numericamente, foi criado o código em ambiente MATLAB.

4. CÓDIGO IMPLEMENTADO

A programação do código segue a sequência apresentada no fluxograma da Fig. 1. Primeiramente o usuário fornece as variáveis de inicialização. O primeiro parâmetro é o número de divisões nos intervalos angulares em N e M segmentos para determinação dos ângulos θ e ϕ , respectivamente. Os outros parâmetros de entrada são o número de elementos, o espaçamento entre os elementos em termos de comprimento de onda e a defasagem entre as correntes de excitação.

Em seguida é realizada a escolha do tipo de antena a ser considerada para a composição da rede. Após receber esses dados é possível obter o campo elétrico total, para assim, conseqüentemente, obter a intensidade de irradiação e, posteriormente, a intensidade de irradiação máxima e a potência total irradiada.

Finalmente com todos os valores obtidos calcula-se a diretividade. Como dado de saída, a ferramenta computacional fornece o valor da diretividade adimensional e em decibéis relativos à antena isotrópica (dBi), além de apresentar os diagramas de irradiação normalizados em decibéis.



Figura 1. Fluxograma para o cálculo da diretividade.

5. RESULTADOS

Para validar o código, considerou-se o seguinte caso: como parâmetros de entrada, tem-se o número de segmentos $N = M = 360$ e o tipo de antena escolhido foi dipolo. Para definir o fator de rede, foi estipulado o número de elementos igual a 10, o espaçamento entre os elementos $d = 0,25$

comprimentos de onda e defasagem entre as correntes de excitação dos elementos de 0° . Finalmente, após a execução do código, a diretividade resultou em $D = 7,3909 \text{ dBi}$. Na literatura, o valor exato encontrado foi 6,99 dBi (BALANIS, 2005). Os diagramas de irradiação resultantes estão representados pelas Fig. 2, 3 e 4.

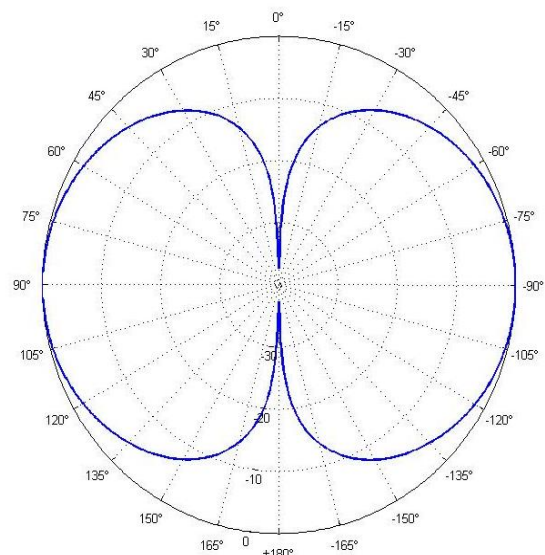


Figura 2. Diagrama de irradiação normalizado do campo elétrico do elemento simples, em dB.

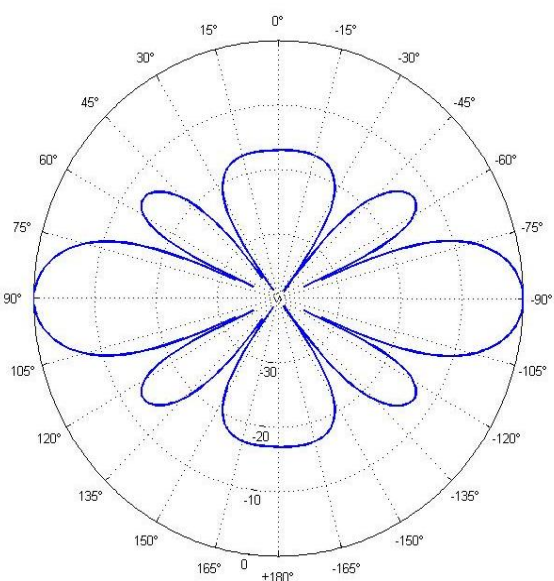


Figura 3. Diagrama de irradiação normalizado do fator de rede, em dB.

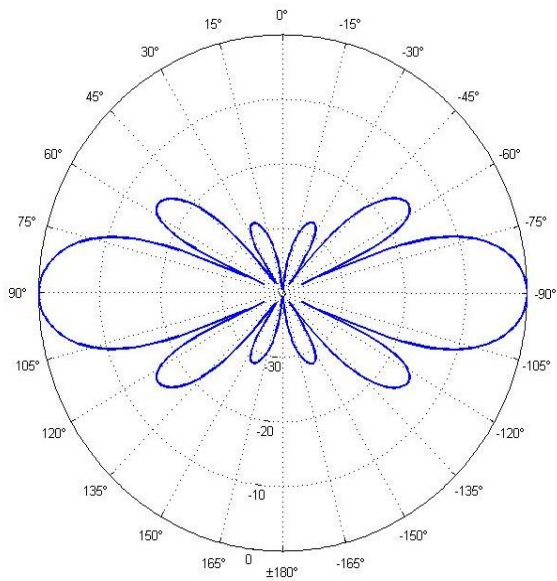


Figura 4. Diagrama de irradiação normalizado do campo elétrico total, em dB.

6. INTERGACE GRÁFICA

Com o intuito de facilitar a interação de um usuário com pouco conhecimento em MATLAB, foi desenvolvida uma interface gráfica para auxiliar. Onde a mesma realiza o cálculo da diretividade e traça os diagramas de irradiação. A interface gráfica é mostrada na Fig. 5.

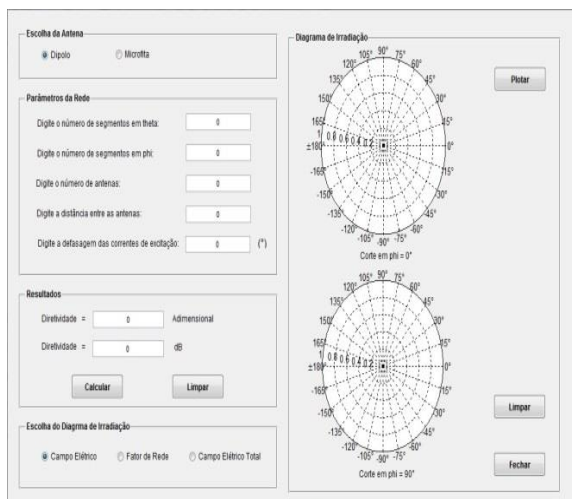


Figura 5. Interface Gráfica para o cálculo da diretividade.

7. REFERÊNCIAS

BALANIS, C. A., Antenna Theory: Analysis and Design, 3ª Ed., John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação aos resultados obtidos, o método numérico mostrou-se eficaz, pois ao comparar o valor obtido com o valor exato encontrado na literatura, obteve-se boa concordância. Os resultados atenderam aos objetivos propostos permitindo calcular a diretividade tanto para uma antena dipolo como para uma antena de microfita, além de proporcionar o traçado de diagramas de irradiação.

A interface gráfica também atendeu aos objetivos propostos, sendo uma boa ferramenta para auxiliar usuários que tem baixo conhecimento em ambiente MATLAB.