



ESTUDO TEÓRICO DA CARTA DE SMITH

Mylena Ribeiro Francischini^{1,2}, Gustavo Ferreira Vicentine^{1,2}, Davi da Silva Barbosa^{1,2},
 Alexandre Maniçoba de Oliveira^{1,2}

¹Laboratório Maxwell de Micro-Ondas e Eletromagnetismo Aplicado (LABMAX), Instituto Federal de São Paulo, Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP).

f.mylena@aluno.ifsp.edu.br; gustavo@labmax.org; barbosa.d@aluno.ifsp.edu.br; amanicoba@labmax.org

Resumo – Neste artigo, é apresentado de maneira sucinta abordagens teóricas da Carta de Smith, criada em 1939 por Philip H. Smith, além de demonstrar a facilidade de uso desta ferramenta gráfica. A Carta de Smith é uma ferramenta utilizada em circuitos de micro-ondas, e os resultados obtidos através dela são parâmetros das linhas de transmissões, como todas as possíveis impedâncias complexas e os coeficientes de reflexões, apenas com a visualização e sem a necessidade de cálculos complexos.

Palavras-chave: Impedância, Gráfica, SWR, Frequência, Reflexão.

INTRODUÇÃO

Com a intenção de analisar o comportamento e as características de ondas eletromagnéticas ao longo de linhas de transmissões, Philip H. Smith, em 1939, conseguiu converter equações em uma forma gráfica estruturada [1]. A essa forma gráfica, deu-se o nome de Transmission Line Calculator, que mais tarde, recebeu o nome de Carta de Smith.

A Carta de Smith é um tipo de gráfico, também referido como Gráfico de Smith e é uma das ferramentas gráficas mais utilizadas atualmente em aplicações de projetos e circuitos de alta frequência, facilitando a visualização de funções complexas. Através do gráfico, é possível calcular e representar parâmetros de Linhas de Transmissão, como por exemplo, a identificação de todas as possíveis impedâncias complexas, cálculo do coeficiente de reflexão, além da transmissão em si [1] e [2].

O Gráfico de forma geral, é uma relação da impedância normalizada e o coeficiente de reflexão das linhas de transmissão, possibilitando a resolução de problemas sem cálculos muito complexos. Contudo, por ser uma ferramenta gráfica, os valores obtidos são aproximados.

Apesar de ser muito utilizado em altas frequências, algumas generalizações sucessivas foram criadas com o intuito de trazer melhorias, assim como um Gráfico de Smith 3D, em que é usado uma projeção estereográfica da esfera de Riemann, mantendo propriedades da carta inalterada [3]. Outra generalização é a Carta de Smith hiperbólica, dentre outras. É muito comum a utilização de alguns programas para simplificar o processo, tal como o CAD. [1]

Será explicada de forma sucinta durante o presente artigo, quais foram as bases que levaram a construção do gráfico, que é mostrado na Figura 1, como obter informações através dele e características utilizadas com o objetivo de facilitar o entendimento e abordar de maneira simples e fácil a utilização.

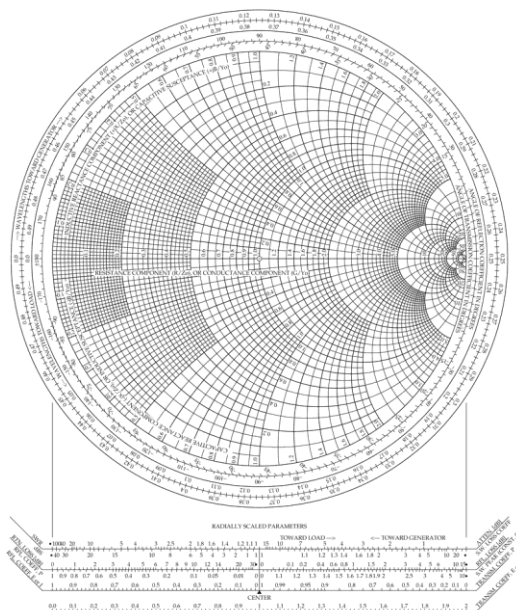


Figura 1 – Carta de Smith. Autoria: POZAR, D. M. Microwave Engineering.

No gráfico, os círculos que contém como centro a linha horizontal que corta o gráfico ao meio, correspondem a parte resistiva, enquanto as demais linhas que saem do corte horizontal para as bordas do gráfico, correspondem a parte reativa.

DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de identificar todas as impedâncias complexas em relação às coordenadas que são definidas através do coeficiente de reflexão, sendo esse um círculo de raio 1, é necessário ter conhecimento sobre a impedância característica de linha (Z_0), impedância da carga (Z_L) e impedância normalizada (Z_n). Em uma linha de Transmissão é muito importante o casamento de impedância entre Z_0 e Z_L para que haja maior transferência, pois caso isso não ocorra, a onda incidente faz com que seja gerada uma onda refletida e conseqüentemente uma onda estacionária. Através dessa relação, encontra-se a relação de onda estacionária, ou Stand Wave Ratio (SWR).



As impedâncias são obtidas através da tensão e corrente, $Z = \frac{V}{I}$. Tendo em vista que a carta de Smith é dada em valores normalizados, a impedância também deverá ser normalizada, $Z_n = \frac{Z_L}{Z_0}$.

Segundo Salazar [2], para usar a Carta de Smith, basta alguns passos:

1) Calcular a impedância normalizada, encontrar o círculo de resistência e o arco de reatância normalizada e através da intersecção entre os dois, obtêm-se o coeficiente de reflexão;

2) Ler os valores da resistência e reatância normalizada correspondente ao ponto de intersecção;

3) Traçar o círculo SWR com um compasso, um círculo na origem com raio no ponto de intersecção.

4) Identificar o coeficiente de reflexão;

5) Traçar uma linha do centro, passando pelo ponto de intersecção e seguindo até a borda do gráfico;

6) Através da medição externa apresentada no gráfico, deslocar conforme a medida que deverá ser encontrada e analisar o valor resistivo e reativo que será a impedância desejada;

7) Multiplicar a impedância normalizada obtida pela impedância característica da linha.

Seguindo os passos citados é possível encontrar os parâmetros desejados com o uso da ferramenta, substituindo cálculos complexos pela análise de visualização. Quando é traçado o círculo do passo 5, é nele que consegue-se saber todas as possíveis impedâncias, através do contorno. Ao cruzar 2 vezes com a parte real, sabe-se que ali encontram-se as distâncias máximas e mínimas.

Sempre quando há necessidade do uso da Carta, os passos a se seguir deverão ser os mesmos e a partir deles serão obtidas características necessárias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso da Carta de Smith simplifica e é tão eficiente quanto aos cálculos, obtendo os resultados necessários e determinando todas as possíveis impedâncias, mesmo sendo obtida por aproximações por se tratar de uma ferramenta gráfica. Contudo é de fácil acesso e não necessita de cálculos muito complexos, otimizando tempo.

REFERÊNCIAS

Apresentar as referências numeradas de acordo com a ordem que são citadas no texto em fonte tamanho 8.

- [1] MÜLLER, A.A, PÉREZ-PEÑALVER. M.J, CODESAL. E.S. “La carta de Smith y sus generalizaciones”. Modelling in Science Education and Learning, vol 12, 2019.
- [2] SALAZAR, A. M.C. “Optimizacion de antenas a líneas de transmisión usando la carta de Smith y software 4NEC2.” Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Piura, 2018.
- [3] MÜLLER, A. A., SOTO, P., DASCALU, D., NECULOIU, D., BORJA, V. E. “A 3-D Smith chart base on the Riemann Spheres for Activ and Passive Microwave circuits.” IEEE Microwave and Wireless Component Letters, vol 21, no. 6, pp. 286–288.