



CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DA CARTA DE SMITH UTILIZANDO O SOFTWARE AUTOCAD

G. T. Lima, G. D. Viana, R. Pasiani, A. M. De Oliveira.

IFSP, giovanna.turano@aluno.ifsp.edu.br, gabriel.dinis@aluno.ifsp.edu.br, raphael.pasiani@aluno.ifsp.edu.br, amanicoba@ifsp.edu.br.

Resumo – As maiores inovações são aquelas que se sutilmente permitem que tecnologias importantes possam ser desenvolvidas. Essas inovações estão tão intrínsecas à vida das pessoas, que é impossível imaginar a sociedade atual sem elas. Para tanto, a Carta de Smith é uma solução elegante utilizada até hoje para realizar o devido casamento de impedâncias. Esta tem um cerne em auxiliar no desenvolvimento tecnológico, uma vez que, pelo seu fácil manuseio, permite que todas as pessoas interessadas possam realizar projetos. Para isso, neste trabalho será apresentada a construção da Carta de Smith no Autocad, expandindo a utilização desta ferramenta.

Palavras-chave: Carta de Smith; implementação digital; Autocad; coeficiente de reflexão; casamento de impedâncias.

INTRODUÇÃO

A Carta de Smith (ou Plano do Coeficiente de Reflexão) foi desenvolvida por Phillip Hagar Smith, um engenheiro norte-americano no séc. XX. Ele se formou em comunicações elétricas no “Tufts College” em 1928, e no mesmo ele passou a fazer parte do “Bell Telephone Laboratories” [1]. Trabalhando nos laboratórios de Bell, em 1929, participou da implantação de um sistema de antena [2] em ondas curtas desenvolvido para comunicar a Europa e a América do Sul. Essa antena era conectada ao seu transmissor por através de uma linha de transmissão a dois fios. Naquela época, para serem calculadas as impedâncias do sistema, se tinha como maior referência a equação dos telefones, desenvolvida por J. A. Flemming em 1911. Neste caso, a equação expressava as características de impedância das linhas de transmissão de alta frequência em termos de efeitos mensuráveis de ondas eletromagnéticas que se propagam nelas, ou seja, a amplitude da onda estacionária e a sua posição [1]. Era muito mais trabalhoso e complexo realizar o casamento de impedâncias naquele tempo. Com essa motivação, a partir de 1932, Smith passou seus seguintes 5 anos desenvolvendo um diagrama que tinha como premissa facilitar esse casamento, tendo seu trabalho finalmente publicado em janeiro de 1939.

Para o desenvolvimento deste trabalho, nos foi passado o desafio de elaborar uma cópia da Carta de Smith no Autocad. Após aceito, fomos atrás de entender mais o que seria essa carta, suas aplicações e objetivos. É certo que, de maneira geral, o principal objetivo da Carta de Smith é facilitar o casamento de impedâncias entre guias de onda [3]. Esse casamento de uma rede pode melhorar o sinal adquirido em até 9 vezes mais [4]. O “Plano do Coeficiente de Reflexão” vem sendo estudado por diversos alunos mundo a fora, propondo modificações [5] [6] e melhorias para as mais diversas aplicações em que seja necessário casar as impedâncias, como

por exemplo: O desenvolvimento de um transdutor de ultrassom de alta intensidade para o tratamento do câncer de mama [4] [7] e o monitoramento estrutural de saúde (SHM) [4].

DESENVOLVIMENTO

A pesquisa realizada demanda primeiramente a instalação do software Autocad. A partir deste o processo de estruturação da carta começa. Os comandos mais utilizados foram: *line*, *arc*, *circle* e *trim*.

Com o comando *line*, foi construído o plano cartesiano, do qual necessita de uma medição precisa. Para isso, a maior parte da Carta de Smith foi estruturada com os comandos *arc* e *circle*. Estes foram utilizados para seguir os raios padrões. O comando *trim* foi utilizado para aperfeiçoar e cortar as linhas de esboço. Como base para a construção do coeficiente foi utilizada a imagem da Fig. 1.

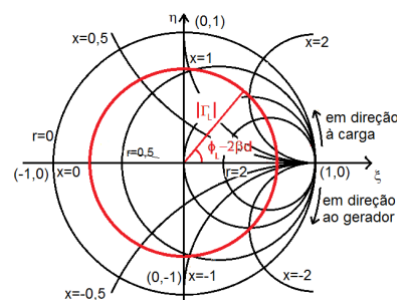


Figura 1 - Carta de Smith de referência [8].

Por meio da imagem foi construído um eixo cartesiano. Neste foram desenhados os círculos e arcos seguindo o desenho, os ângulos e medidas da Fig. 1. A partir disso foi obtido um esboço da carta, este sem com menos resolução de precisão. Desta forma, para aumentar a precisão, foi realizado um rebatimento das linhas da carta de referência em intervalos cada vez menores. Para fazer o ajuste dos ângulos, foi utilizada a equação (1).



$$\Gamma(z) = U + jV \equiv \Gamma R(z) + j\Gamma I(z) \quad (1)$$

Ao final de todos os passos de construção da carta foi introduzido um comando *plot* na plataforma do Autocad. Este permite posicionar a Carta de Smith construída dentro de uma folha A4, sendo possível converter o arquivo de dwg para pdf. Isso permite que a carta desenvolvida

possa ser utilizada no Autocad, sendo possível inserir os traços necessários para a medição do casamento entre impedâncias e garantindo uma maior precisão, ou em pdf, podendo ser aberta em qualquer dispositivo sem a necessidade de adquirir o Autocad, aumentando a acessibilidade.

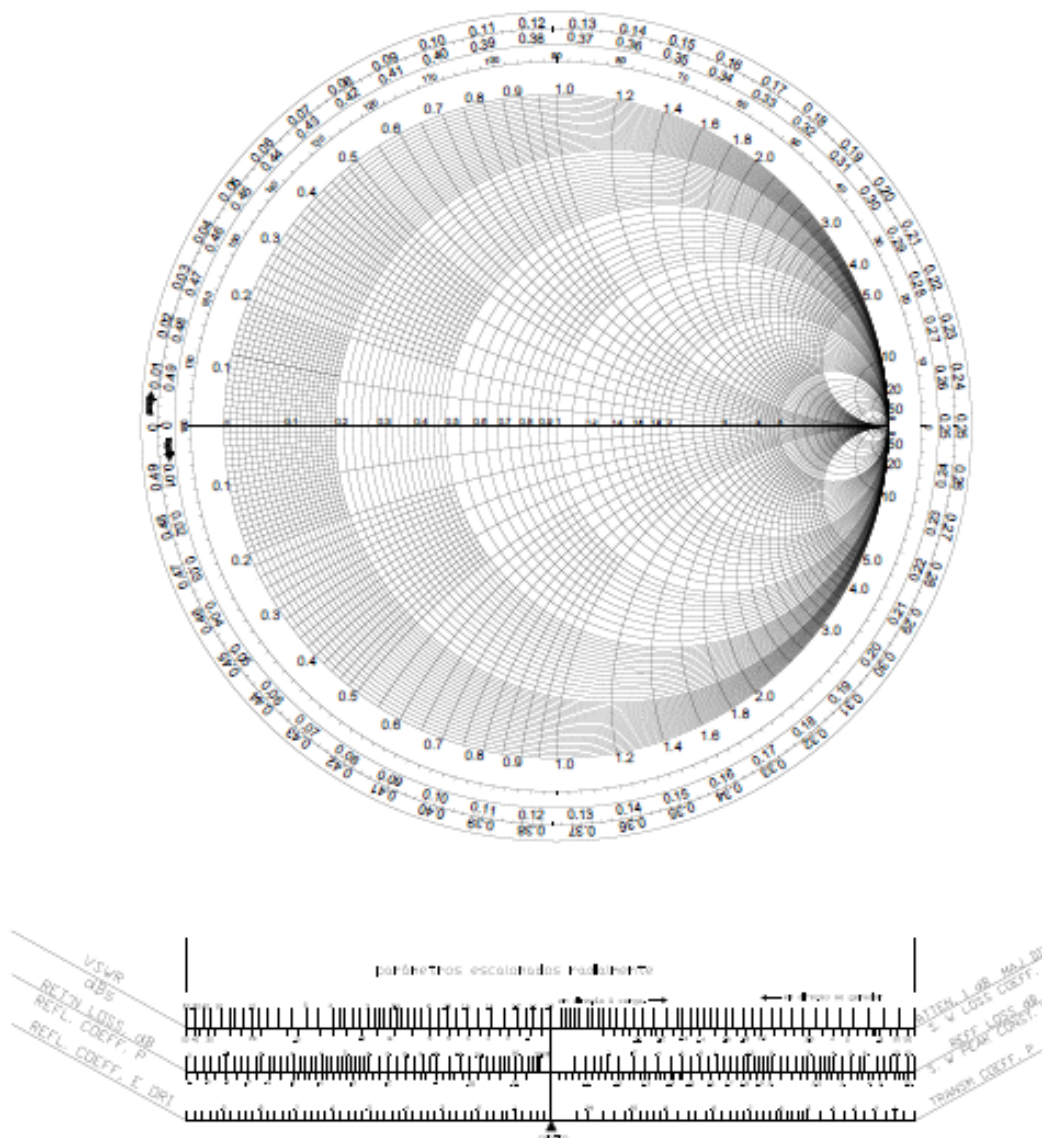


Figura 2. Carta de Smith elaborada no Autocad

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado foi satisfatório uma vez que a Carta de Smith ou Plano do coeficiente de reflexão foi perfeitamente elaborada e utilizada para fins acadêmicos dentro de sala de aula. Também, sua estruturação dentro do Autocad trouxe mais exatidão ao traçar os dados numéricos dos exercícios, pois os comandos dentro do software marcam com precisão os pontos resultantes da análise. A utilização em pdf também auxiliou na participação dos estudantes que não tinham o software do Autocad, visto que este depende de uma licença paga.

REFERÊNCIAS

- [1] SMITH CHART AMATEUR SOCIETY, Smith Chart Amateur Society, c2021. P.H.Smith and the Smith Chart. Disponível em: <<http://smithchart.org/phsmith.shtml/>>. Acesso em: 06 de out. de 2022.
- [2] W F. RICHARDS, YUEN T. LO, and D D. HARRISON, " An Improved Theory for Microstrip Antennas and Applications" IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. AP-29, no. 1, January. 1981.
- [3] E. HUBER, M. MIRZAEI, J. BJORGAARD, et al, "Dielectric Property Measurement of PLA" IEEE



- Internacional Conference on Electro Information Technology, 2016.
- [4] H. HUANG and D. PARAMO, "Broadband Electrical Impedance Matching for Piezoelectric Ultrasound Transducers" IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 58, no. 12, pp. 2699-2707, Dec 2011.
- [5] J. HUANG, T. FEICHTNER, P. BIANGLIONI, and B. HECHT, "Impedance Matching and Emission Properties of Nanoantennas in an Optical Nanocircuit," Nano Letters, vol. 09, no. 5, pp. 1897-1902, March 2009.
- [6] A. G. RADWAN, A. SHAMIN, and K. N. SALAMA, "Theory of Fractional Order Elements Based Impedance Matching Networks" IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 21, no. 5, March. 2011.
- [7] V. T. RATHOD, "A Review of Electric Impedance Matching Techniques for Piezoelectric Sensors, Actuators and Transducers" Electronics, February 2019
- [8] ELECTRON-CAD CONTROLS, Electron-CAD Controls: Consultoria e Treinamentos, c2012. Página Inicial. Disponível em: <http://electroncad.com/index.php/pr-br/>. Acesso em: 06 de out de 2022.