

# **SOFTWARE PARA APRIMORAMENTO DO ENSINO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO, BASEADO EM CARTA DE SMITH**

Paula Cristina Grando

Evanaska Maria Barbosa Nogueira

Trabalho realizado como parte das atividades da disciplina TCC29009;

Paula Cristina Grando do Curso de Engenharia de Telecomunicações do Campus São José do IFSC e-mail: paulacristinagrand@gmail.com;

Evanaska Maria Barbosa Nogueira do Departamento de Telecomunicações do Campus São José do IFSC e-mail: evanaska.nogueira@ifsc.edu.br.

## **RESUMO**

Carta de Smith é uma calculadora gráfica que auxilia no ensino das características das linhas de transmissão. Esta pesquisa visa desenvolver um software que permitirá automatizar o processo de utilização da carta, facilitando assim o seu uso. Para a execução desta pesquisa a técnica escolhida foi dividir a criação do software etapas. Inicialmente será feita a implementação ou adaptação de um algoritmo a fim de modelar a carta, em seguida será codificado o manuseio da carta, ambas etapas serão alcançadas através do uso do matlab. Após feito estas etapas, será feito um levantamento (escolha) de quais funcionalidades da carta são mais utilizadas no ensino de Carta de Smith, e assim serão selecionadas quais funcionalidades serão adicionadas ao software. Concluído esta primeira fase, a aplicação de matlab será integrada a aplicação web, que por sua vez será codificada em C#.

Palavras Chaves: Carta de Smith. Impedância. Eletromagnetismo Aplicado. Linhas de Transmissão.

## INTRODUÇÃO

Apesar do crescimento das redes sem fios, as redes cabeadas continuam sendo amplamente utilizadas, seja na conexão de um computador à Internet, para conectar uma antena a algum equipamento ou até mesmo para fazer a conexão entre componentes eletrônicos em uma placa de circuito impresso. Todos esses tipos de circuito apresentam linhas de transmissão que por sua vez, possuem uma impedância características. Para que um sistema consiga enviar toda a energia necessária por seus condutores é estritamente necessário que ocorra o perfeito casamento da impedância da linha com a carga e com a fonte Um exemplo de linha de transmissão com uma alta impedância, são as linhas utilizadas em circuitos impressos, devido ao seu processo de confecção elas possuem resistência e perdas elevadas <sup>1</sup>

Tendo em vista sua importância para os sistemas atuais, diversas universidades possuem a disciplina de linha de transmissão em sua grade curricular, e grande parte destas fazem o uso da Carta de Smith como ferramenta para explicar o comportamento dos elementos de circuito de microondas.<sup>2</sup>

A Carta de Smith é um gráfico de impedâncias normalizadas que permite calcular o casamento de impedância, além de aprimorar a compreensão do comportamento dos elementos do circuitos, uma vez que ela permite analisar o coeficiente de reflexão e o VSWR(Voltage Standing Wave Ratio).

Ela foi utiliza pela primeira vez na década de 30 para combinar a impedância de uma antena com a linha de transmissão. Deste de então, ela passou a ser utilizada extensivamente como uma calculadora analógica, principalmente na área de microondas.<sup>2</sup>

Apesar de hoje os computadores serem totalmente capazes de lidar com a complexidade dos cálculos envolvendo linhas de transmissão, a Carta de Smith

continua sendo amplamente utilizada nos cursos de engenharia ao redor do mundo. Ela encontra-se na ementa disciplinar de 3 das 5 melhores universidades do mundo da área de engenharias. Fato que se faz ainda mais presente nas ementas aplicadas nas universidades brasileiras, sendo aplicada em todas as 5 melhores universidades da área de engenharia. Os cursos que mais fazem o uso de Carta são: Engenharia elétrica, Engenharia eletrônica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Elétrica e de Computação, porém elas podem ser encontradas até mesmo no curso de Física. Nas tabelas 1 e 2, é possível observar estas relações.

Tabela 1 - Disciplinas que utilizam Carta de Smith no Brasil

<b>Instituição</b>	<b>P. Ranking Global (Cursos de Engenharia)</b>	<b>Cursos que utilizam carta de smith como ferramenta</b>	<b>Disciplina</b>
Universidade de São Paulo (USP)	201	Engenharia Elétrica e de Computação	SEL0310 - Ondas Eletromagnéticas
		Engenharia de Energia e Automação Elétricas	PEA2303 - Engenharia Eletromagnética
		Eng de Sistemas Eletrônicos	PSI3483 - Ondas Eletromagnéticas em Meios Guiados
		Eng Telecomunicações e Controle	PTC2314 - Ondas e Linhas
Universidade Federal do Rio de Janeiro	364	Engenharia Elétrica	Teória Eletromagnética II
		Engenharia Eletrônica	CPE770 - Circuitos de Radiofrequência

(UFRJ)			
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	299	Engenharia Elétrica e Computação	EE754 - Ondas Guiadas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	368	Física	FIP20630 - Tópicos em Física da Matéria Condensada: Deposição de Filmes Finos por Pulverização Catódica
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	351	Engenharia Elétrica	EEL7411 - Tópicos Especiais em Telecomunicações IV (Circuitos para comunicação)

Tabela 2 - Disciplinas que utilizam Carta de Smith no mundo

<b>Instituição</b>	<b>P. Ranking Global (Cursos de Engenharia)</b>	<b>Cursos que utilizam carta de smith como ferramenta</b>	<b>Disciplina</b>
Tsinghua University	1	xxxxxxx	xxxx
National University of Singapore	2	Electrical & Computer Engineering	EE2011 -ENGINEERING ELECTROMAGNETICS
			EE4104 - MICROWAVE CIRCUITS & DEVICES

			EE2032 - Signals & Communications Design Lab
			PC322 : Microwave Theory and Technology
Massachusetts Institute of Technology	3	Electrical Engineering	6.776 - High Speed Communication Circuits and Systems
			6.013 - Microwave Communications and Radar
Nanyang Technological University	4	xxxxxxx	xxxxxxx
University of California--Berkeley	5	Electrical Engineering and Computer Sciences	EE142 Integrated Circuits for Communications
			EECS117 : Introductory Electromagnetics

Além de ser amplamente utilizada dentro das universidades, ela é uma ferramenta extremamente útil para o ensino dos aspectos das linhas de transmissão para máquinas.<sup>2</sup>

Esta pesquisa visa contribuir para melhorias do ensino de linhas de transmissões através da criação de um software para automatizar os cálculos feitos através da carta sucumbindo assim a utilização da carta física, além de buscar facilitar assim a compreensão do comportamento das linhas de transmissão.

Dentre as Linguagens de programação utilizadas comumente, optou-se por fazer o uso da linguagem C Sharpe (C#) por ela permitir a criação de aplicações web e propor uma maior interatividade com o usuário, além de integrar a linguagens como C, C++ e javascript.<sup>3</sup>

## 1.1 Objetivos

Neste trabalho propõe-se desenvolver um software para auxiliar no ensino de linhas de transmissão, esta será uma ferramenta web de funcionamento simples que permitirá que alunos de engenharias possam manuseá-la de diversas maneiras fim de compreenderem o comportamento das linhas de transmissão e realizarem várias estratégias diferentes de casamento de impedância

Para alcançar este objetivo principal, serão necessários alcançar outros objetivos intermediários.

- I. Implementar ou adaptar algoritmo para confecção e manuseio de carta de Smith através do uso do Matlab
- II. Selecionar quais aplicações da carta são mais usuais para codificá-las em C#
- III. Integrar a aplicação web com o matlab

## **METODOLOGIA**

Inicialmente foi realizado um estudo sobre a importância da Carta de Smith no meio acadêmico, para avaliar se há necessidade de implementar o algoritmo para a confecção e o manuseio da carta. Devido a sua ampla utilização no meio acadêmico serão levantados as necessidades mais recorrentes no uso da Carta de Smith para que essas sejam implementadas.

Concluída a primeira etapa, será importante desenvolver o sistema em C#, se possível já fazendo a integração dele com o algoritmo desenvolvido na primeira etapa. A terceira e última etapa, será analisar qual será a melhor forma de apresentar isso ao público alvo.

## TRABALHOS FUTUROS

1. Aumentar as funcionalidades do Software
2. Estender este software para o uso de deficientes visuais.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

[1] WENTWORTH, STUART. M. *Eletromagnetismo aplicado, abordagem antecipada das linhas de transmissão*; tradução Fernando Henrique Silveira - Porto Alegre, Bookman 2009. p. 78

[2] VAHID BADI, HOSSEIN M. OLOOMI. *Transmission Line Application MATLAB Toolbox Based on the Graphical Design Methods of the Smith Chart*; Department of Engineering, Purdue University at Fort Wayne, Fort Wayne, Indiana.

[3] NAVARRO, C.; DIAS, J. Desenvolvimento web com c#: um estudo de caso. Universidade Paranaense , p. 2–3, 2016.

<[http://web.unipar.br/~seinpar/2016/publicacao/Camila\\_Sanches\\_Navarro.pdf](http://web.unipar.br/~seinpar/2016/publicacao/Camila_Sanches_Navarro.pdf)> Acesso em 12, maio de 2018.>