

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

Aplicação web para estudo de circuitos RLC em corrente contínua

Lucas Terrengui¹, Leonardo Ataíde Carniato²

¹Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBITI do CNPq, IFSP, Câmpus Presidente Epitácio, lucasterrengui42@gmail.com.

²Professor do IFSP, Câmpus Presidente Epitácio, leonardo@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.03.01-4 TEORIA GERAL DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS.

RESUMO: Um circuito RLC é composto por resistores, indutores e capacitores, a existência de componentes armazenadores de energia causam uma modificação na corrente e tensão existente no circuito, essa modificação se prova de difícil análise para alunos de circuitos elétricos. Com o intuito de facilitar essa análise a pesquisa teve como objetivo automatizar o equacionamento a partir de programação ao criar uma aplicação web feita com sistema *Django* capaz de ser hospedado em qualquer servidor e de fácil utilização. Conforme o andamento do projeto foram consideradas possíveis implementações que melhorariam a experiência dos usuários como a capacidade de imagens e texto terem seus tamanhos modificados de acordo com o tamanho da tela do aparelho utilizado e a visualização simultânea de até três funções diferentes.

PALAVRAS-CHAVE: *Django*; resistores; capacitores; indutores; aplicação web.

Web application for studying RLC circuits with direct current

ABSTRACT: A RLC circuit is composed by resistors, inductors and capacitors, the existence of energy storage components causes a modification in the current and voltage existing in the circuit, this modification proves to be difficult to analyse for students of electrical circuits. In order to facilitate this analysis, the research aimed to automate the equation with the use of programming by creating a web application made with Django system capable of being hosted on any server and easy to use. As the project progressed, possible implementations were considered that would improve the user experience, such as the ability for images and text to have their sizes modified according to the screen size of the device used and the simultaneous visualization of up to three different functions.

KEYWORDS: Django; resistors; inductors; capacitors; web application.

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos de circuitos elétricos são geralmente o primeiro contato dos estudantes de engenharia elétrica com conteúdo específicos da área. Ainda, tal conteúdo a ser estudado é amplo e geralmente dividido nas etapas de corrente contínua e corrente alternada. Para a primeira, os conhecimentos a serem adquiridos iniciam em noções de eletrostática e geralmente se estendem até circuitos RLC. Por este último tratar-se de um conteúdo

que os estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem, os professores buscam metodologias para superar esta barreira.

Geralmente a teoria alinha-se com as atividades práticas em laboratório bem como as atividades de simulações. Neste contexto, o presente projeto visa o desenvolvimento de uma aplicação web para estudo do regime transitório de circuitos RLC em corrente contínua. Tal aplicação traz recursos para apresentação das expressões para tensões e corrente, bem como o gráfico em função do tempo destas variáveis para circuitos RL, RC e RLC, com intuito de auxiliar os estudantes durante o estudo e fixação do conteúdo.

Como explicitado anteriormente, o conteúdo de circuitos RLC introduz funções variantes no tempo para sistemas em corrente contínua. Entender o comportamento desse tipo de circuito pode ser complicado a princípio. O projeto almeja facilitar essa parte do aprendizado, utilizando os conceitos de *HTML(HyperText Markup Language)* e linguagem *Python*. Estas possibilitam a criação de uma aplicação web com *Django*, com o intuito de desenvolver uma solução simples, fácil de usar e interativo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um circuito RLC é formado por resistores, capacitores e indutores. Devido à presença desses componentes de armazenamento de energia, o circuito exibe uma propriedade em que a tensão e a corrente variam ao longo do tempo (Boylestad, 2012; Nilsson e Riedel, 2015). A análise de circuitos RLC visa, principalmente, determinar a função matemática que descreve essa resposta dinâmica.

Para base deste estudo considera-se que os elementos RLC podem ser conectados em série (se denominando circuito RLC série) ou em paralelo (circuito RLC paralelo). Além de circuitos que envolvam os três elementos (RLC), neste trabalho também foram abordados circuitos a partir da combinação de dois elementos (RC e RL).

Observa-se ainda que, devido à quantidade de armazenadores de energia e consequente equacionamento e respostas obtidas, os circuitos RC e RL são geralmente tratados na literatura como circuitos de primeira ordem e os RLCs como circuitos de segunda ordem (Boylestad, 2012; Nilsson e Riedel, 2015).

Ainda, considera-se circuitos RLC conectados ou não com fontes externas de excitação. Quando uma configuração não apresenta fonte externa, ou seja, a energia armazenada no indutor/capacitor que é fornecida para resistor, as correntes e tensões que surgem são denominadas resposta natural do circuito (Nilsson e Riedel, 2015). Já quando tem-se fontes externas de excitação (corrente ou tensão), ou seja, a energia também é recebida da fonte, denomina-se uma configuração com resposta ao degrau (aplicação repentina da fonte).

Portanto, foi realizado um estudo em relação a 8 diferentes configurações para circuitos RLC sendo elas: RL natural, RL degrau, RC natural, RC degrau, RLC série, RLC série degrau, RLC paralelo e RLC paralelo degrau, a análise de cada um desses circuitos leva a diferentes formulas que devem ser utilizadas para encontrar a resposta do mesmo (Boylestad, 2012; Nilsson e Riedel, 2015), tornando importante descobrir quais informações são necessárias para obter a resposta em função do tempo.

A Tabela 1 apresenta as informações encontradas a partir deste estudo.

É importante argumentar que os valores descritos na tabela são ditos como os valores equivalentes do circuito, ou seja, os valores presentes no circuito reduzido.

A partir da Tabela 1 foram feitos 8 programas diferentes na linguagem de programação *Python*, cada com o objetivo de resolver um tipo de circuito. Os programas feitos tinham como tarefa apresentar a resposta de um circuito simplificado com a capacidade de exibir valores auxiliares como: a frequência de Néper (α) e a frequência angular de ressonância (ω_0), além de ser capaz de classificar se um circuito é superamortecido, subamortecido ou criticamente amortecido, além de gerar o gráfico correspondente à resposta.

As figuras 1 e 2 demonstram o código para o cálculo da resposta de um circuito RLC série, sendo que

Tabela 1: Informações necessárias para o calculo da resposta

Tipo de circuito	Variáveis necessárias
RL	Resistência, indutância e corrente inicial
RL degraú	Resistência, indutância, corrente inicial e corrente final
RC	Resistência, capacitância e tensão inicial
RC degraú	Resistência, capacitância, tensão inicial e tensão final
RLC série natural	Resistência, capacitância, indutância, corrente inicial e tensão inicial
RLC série degraú	Resistência, capacitância, indutância, corrente inicial, tensão inicial e tensão final
RLC paralelo natural	Resistência, capacitância, indutância, corrente inicial, tensão inicial
RLC paralelo degraú	Resistência, capacitância, indutância, corrente inicial, corrente final e tensão inicial

Fonte: Elaborado pelo autor.

a primeira apresenta o cálculo da frequência de néper e da frequência angular de ressonância, enquanto a segunda demonstra os procedimentos utilizados para classificar o circuito entre superamortecido, subamortecido e criticamente amortecido e realizar os cálculos necessária, bem como a geração do gráfico de resposta.

Figura 1: Parte 1 do código inicial

```

9
10 a=R/(2*L)
11 w=1/np.sqrt(L*C)
12

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2: Parte 2 do código inicial

```

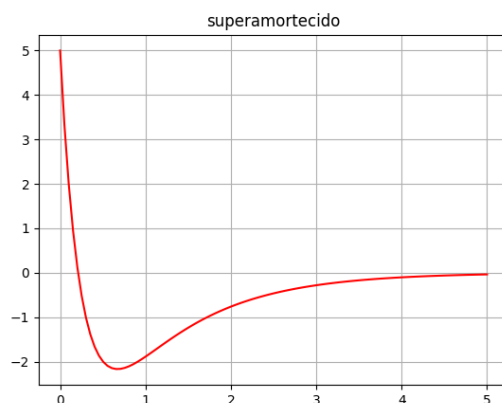
16
17 t = np.linspace(0,5,100)
18 if a>w:
19     message="superamortecido"
20
21     s1 = -a+np.sqrt(a ** 2-w ** 2)
22     s2 = -a-np.sqrt(a ** 2-w ** 2)
23     A2=-((V0+R*i0)/(L))-s1*i0/(s2-s1)
24     A1=i0-A2
25
26     I = A1*np.exp(s1*t)+A2*np.exp(s2*t)
27
28 elif a<w:
29     message="sub amortecido"
30
31     wd= np.sqrt(w ** 2-a ** 2)
32     A1=i0
33     A2=-((V0+R*i0)/(L))+a*A1/(wd)
34
35     I = (A1*np.cos(wd*t)+A2*np.sin(wd*t))*np.exp(-a*t)
36
37 elif a==w:
38     message="criticamente amortecido"
39
40     A1=i0
41     A2=-((V0+R*i0)/(L))+a*A1
42
43     I = (A1+A2*t)*np.exp(-a*t)
44     plt.title(message)
45     plt.grid()
46     plt.plot(t,I,'r')
47

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 3 apresenta o gráfico gerado a partir desse programa. Ao analisar o gráfico pode-se confirmar que os programas possuem completa funcionalidade, porém para que o produto final seja uma aplicação web, existe a necessidade de implementar os arquivos escritos em *Python* a um site. A realização desse objetivo é feita a partir do uso da estrutura *Django* (Django, 2005) que é capaz de conciliar os arquivos em *Python* com arquivos em *HTML*.

Figura 3: gráfico gerado



Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha da utilização do sistema *Django* para a implementação do aplicativo web dá-se a por esse sistema simplificar a criação de um site, além de possibilitar a utilização de processamento a partir de programação *Python* (“Meet Django”,2023). Foi realizado a implementação dos arquivos *HTML* necessários para o funcionamento da aplicação web e para ajuste do estilo do site foram utilizados arquivos *CSS* (*Cascading Style Sheets*). Durante os primeiros momentos a aplicação web requisitou diversos testes para melhor ajustar o site, nesse contexto testes foram realizados a partir de hospedagem local (Finer,2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4 apresenta a pagina inicial do cite acessível pelo botão “home” ou quando se inicia o site.

Figura 4: Site final

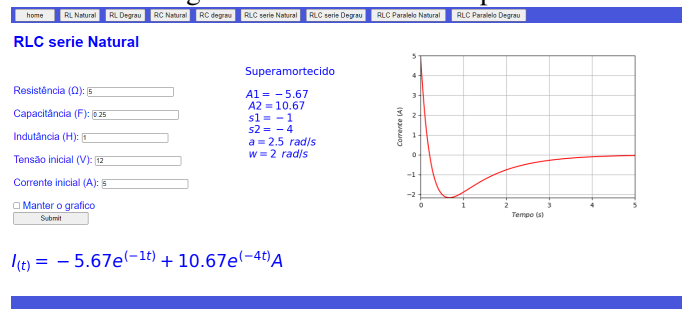


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao utilizar os botões localizados no topo da tela o usuário é capaz de selecionar qual a configuração de circuito deseja verificar, e o site automaticamente pedirá as informações necessárias para o calculo do tipo de circuito escolhido.

Ao inserir as informações desejadas a pagina de web é atualizada para apresentar a resposta incluindo informações de valores auxiliares e o gráfico, apresentando desde o tempo “zero segundos” até o momento em que a oscilação do circuito é desprezível. A figura 5 apresenta a página com os resultados gerados.

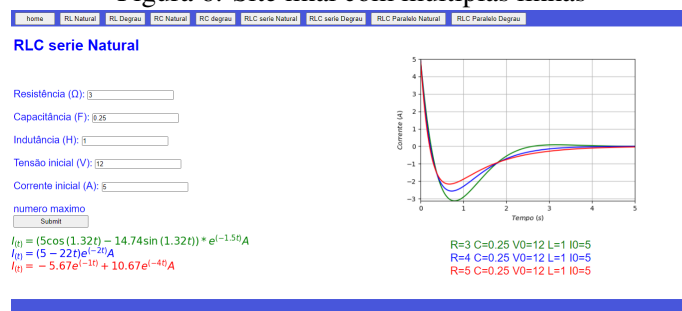
Figura 5: Site final com resposta



Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas das características implementadas ao site são a capacidade de comparar até três circuitos de mesma configuração mantendo os resultados e os gráficos como demonstrado na figura 6, e a disponibilidade para utilização em telas de qualquer tamanho, tornando-se uma aplicação responsiva.

Figura 6: Site final com múltiplas linhas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para testes de funcionalidade a aplicação web foi hospedada no site *Pythonanywhere* (“Host, run, and code Python in the cloud”,2023). Para isso foram utilizados conceitos como conectividade com *Github* (Github, 2008)e configuração de arquivos estáticos, com o intuito de modificar a programação para que seja apropriada ao sistema utilizado pelo site *Pythonanywhere* (croolic, 2021). Foi então feita uma apresentação do site para os alunos da disciplina de Circuitos Elétricos I, do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do IFSP - Campus Presidente Epitácio. Como os mesmos estavam estudando o conteúdo de circuitos RLC, foi oportunizado que utilizassem a ferramenta. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa de aceitação para entender qual a impressão dos alunos em relação ao site. A Figura 7 apresenta um gráfico retirado dos resultados dessa pesquisa onde a pergunta era: “Você acredita que a ferramenta é capaz de incentivar os alunos a aprofundarem os estudos na disciplina de circuitos, por apresentar o resultado esperado de um circuito RLC”, e pode ser visto que todas as 10 pessoas que participaram da pesquisa responderam “sim”.

CONCLUSÕES

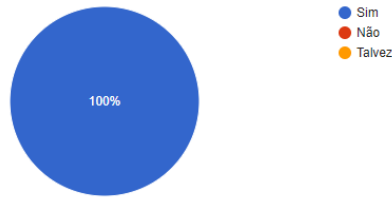
O site ao ser finalizado é capaz de apresentar os valores auxiliares e gráficos para as configurações de circuitos RLC exploradas no trabalho. Ainda, apresenta e permite que o usuário compare os valores e gráficos de até três respostas, tornando mais claro a influência da alteração do valor de cada elemento do circuito.

A pesquisa feita entre alunos de circuitos atestou que a existência do site melhora o aprendizado de qualquer pessoa que está buscando conhecimento mais aprofundado no que tange o regime transitório em

Figura 7: gráfico da pesquisa

Você acredita que a ferramenta é capaz de incentivar os alunos a aprofundarem os estudos na disciplina de circuitos, por apresentar o resultado esperado de um circuito RLC.

10 responses



Fonte: Elaborado pelo autor.

circuitos RLC em corrente continua. A aplicação web criada nessa pesquisa está disponível pelo link: <http://lucast42.Pythonanywhere.com/> até o dia 31/12/2023.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Os autores tratam-se do orientador e orientando de iniciação científica, portanto ambos contribuíram para concepção do trabalho como um todo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSP- Câmpus Presidente Epitácio e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e suporte fornecidos para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Boylestad, Robert L. Introdução à análise de circuitos. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.
- Nilsson, James W.; Riedel, Susan A. Circuitos elétricos. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- Finer, Jasmine. Get started with Django. real Python. <https://realPython.com/get-started-with-Django-1/> acesso em 23/02/2023.
- croolic, Deploy Django project on Pythonanywhere. zappycode,21/04/2021. Disponível em: <https://zappycode.com/tutorials/deploy-Django-project-on-Pythonanywhere> acesso em 23/02/2023
- Django Software Foundation. Django: The web framework for perfectionists with deadlines, © 2005. pagina inicial. Disponível em: <https://www.Djangoproject.com/> acesso em 13/08/2023.
- Anaconda. Pythonanywhere:Host, run, and code Python in the cloud, © 2011. pagina inicial. Disponível em: <https://www.Pythonanywhere.com/> acesso em 23/02/2023.
- Github. GitHub: Let's build from here · GitHub, © 2005. pagina inicial. Disponível em: <https://github.com/>. Acesso em: 13/08/2023.