

USO DA SIMETRIA COMO FORMA DE OTIMIZAÇÃO DO CÁLCULO DA RESISTÊNCIA EQUIVALENTE DE UM CIRCUITO ELÉTRICO

Francisco Lopes Dornela¹

Douglas Henrique Queiroz de Carvalho²

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar o uso da simetria como forma de aperfeiçoar o cálculo da resistência equivalente de circuitos elétricos simétricos e facilitar a análise destes. Para fundamentar este estudo foram realizadas consultas a acervos bibliográficos que também abordam estudos semelhantes, além da aplicação de um questionário para medir a eficácia da simetria como ferramenta na otimização do cálculo da resistência equivalente. Com este estudo foi possível concluir que com o uso da simetria o acerto na resolução de arranjos resistivos foi 60% maior do que sem o uso dessa ferramenta.

Palavras-chave: Simetria. Otimização. Resistência.

ABSTRACT

This article aims to show the use of symmetry in order to improve the calculation of equivalent resistance of symmetrical electrical circuits and facilitate analysis of these. In support of this study consultations were held to bibliographies who also dealt with similar studies, apart from the application of a questionnaire to measure the effectiveness of symmetry as a tool in the equivalent resistance calculation optimization. Through this study it was concluded that with the use of symmetry in the arrangement resolution of resistive arrangements was 60% higher than without using this tool.

Keywords: Symmetry. Optimization. Resistance

¹ Graduando em Engenharia Elétrica. UNIBH, 2014, MG. Email: franciscodornela@gmail.com

² Mestre em Física pela UFSJ, professor na UNIBH e orientador deste artigo. Email: douglas-fisica@ibest.com.br

1 INTRODUÇÃO

Segundo Yaro Burian Jr. e Ana Cristina C Lira (2006), é fácil obter resistores equivalentes a associações de resistores lineares em série ou em paralelo. Resistores lineares com resistência, respectivamente, R_1 e R_2 , associados em série, são equivalentes a um único resistor com resistência $R_{eq} = R_1 + R_2$. Resistores lineares com condutância, respectivamente, G_1 e G_2 , associados em paralelo, são equivalentes a um resistor com condutância $G_{eq} = G_1 + G_2$. [3]

Porém quando se mistura resistores em série e paralelo, certa dificuldade pode surgir e uma maneira ainda mais eficaz para o cálculo da resistência equivalente é o uso da simetria.

Explorar conceitos de simetria é sempre uma tarefa incomum, embora ela esteja presente em muitas situações de interesse, criando padrões que nos auxiliam no conceito de organização. [2]

Já para Antônio. J. Mania (2008) do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, estar apto a identificar linhas de simetria, congruências e formas similares é um desafio que campos da mente humana tendem a incorporar. [2]

Dirigindo a esse propósito, iremos apresentar a aplicação da solução de um problema comum na engenharia elétrica e áreas correlatas: encontrar as resistências equivalentes entre resistores iguais em arranjos de configurações tridimensionais (3D) e os mesmos circuitos expostos em arranjos em formas planas (2D), explorando as situações simétricas entre as geometrias e verificando suas validades.

2 PROBLEMA DA PESQUISA

A pesquisa se faz necessária visto que a quantidade de pessoas que não conseguem resolver a resistência equivalente de um circuito elétrico tridimensional (3D) é bastante elevada. Pretende-se ao final do estudo mostrar que a melhor forma para esse tipo de cálculo é a eliminação de alguns resistores pela simetria de cada figura.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Otimizar o cálculo da resistência equivalente de circuitos elétricos com simetria.

3.2 Objetivos específicos

A proposta deste artigo é compartilhar uma maneira eficiente de analisar circuitos elétricos com o uso da simetria e eliminação de resistores. Para tal estudo, foram analisados circuitos com simetria onde, espera-se, por meio deste trabalho, que o leitor perceba que alguns circuitos elétricos podem ser facilmente resolvidos por este processo.

O presente artigo também objetivou a aplicação de um questionário a estudantes da fase final da graduação do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH para corroborar a simetria como ferramenta eficaz nos cálculos de resistência equivalente.

E por fim, colaborar para haja o aumento de interesse das pessoas, principalmente dos alunos, pelas disciplinas de física elétrica, uma vez que a dificuldade na resolução dos problemas pode agir como fator desmotivador.

4 JUSTIFICATIVA

Um estudo realizado pela Universidade Complutense de Madrid e publicado pela revista *Physical Review Letter* afirma que a física é uma matéria muito complicada. Um dos autores da pesquisa, Tony Cubitt (2014) afirma ainda que os computadores jamais substituirão os físicos (humanos).

É sabido também que cerca de 50 % dos calouros em cursos de engenharia não formam (BOLONHA, 2013) isso se dá ao fato de ingressarem no ensino superior com uma grande

deficiência no ensino médio, mas também por não ser dado a eles, maneiras simples e eficazes de resolução de problemas, tais como esse trabalho almeja apresentar. [1]

5 METODOLOGIA

Na Figura 1.2 é mostrada a forma 2D (com as propriedades de simetria) do circuito da Figura 1.1.

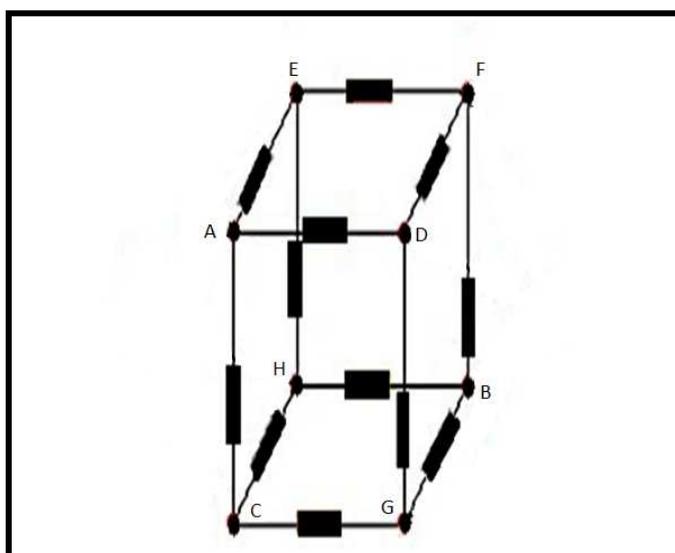


Figura 1 – Circuito 1 na Forma 3D

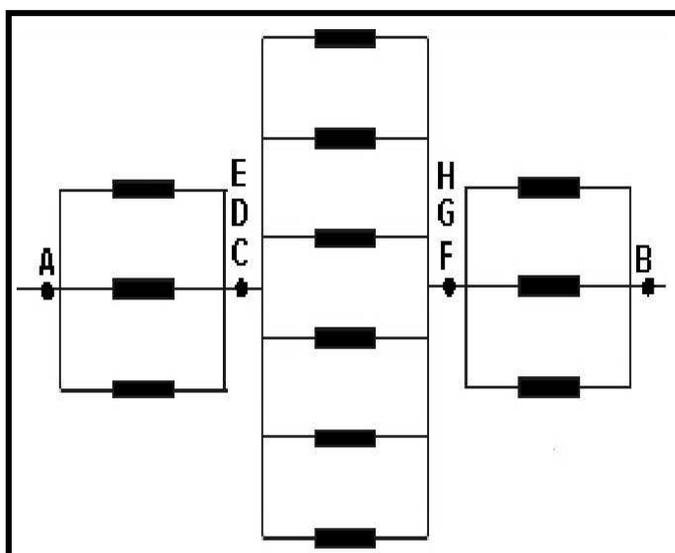


Figura 2 – Circuito 1 na Forma 2D

Dessa forma, percebe-se que os nós E, D e C possuem potenciais elétricos idênticos, o mesmo ocorre nos nós H, G e F. O estudo prova a seguir então que entre os nós com mesmo potencial, não existe passagem de corrente elétrica, podendo ser inserido uma resistência de qualquer valor ou até mesmo um curto-circuito entre eles. Essa propriedade permite que circuitos simétricos possam ser simplificados. Ver Figura 1.2.

A resistência equivalente entre os nós A e B pode ser encontrada pela equação 01.

$$R_{eq} = R \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \right) = R \left(\frac{5}{6} \right)$$

Equação 1

Vejamos outro exemplo para que a proposta possa ficar mais clara, a seguir é apresentado o circuito 2 (Figura 1.3). A partir das propriedades de simetria, os pontos C, D, E e F possuem o mesmo potencial, o mesmo ocorre com os pontos G, H, I e J.

Em razão da ausência de diferença de potencial (ddp), qualquer resistor que tenha seus nós conectados aos nós C, D, E e F ou G, H, I e J podem ser retirados sem prejuízo da resistência equivalente do circuito.

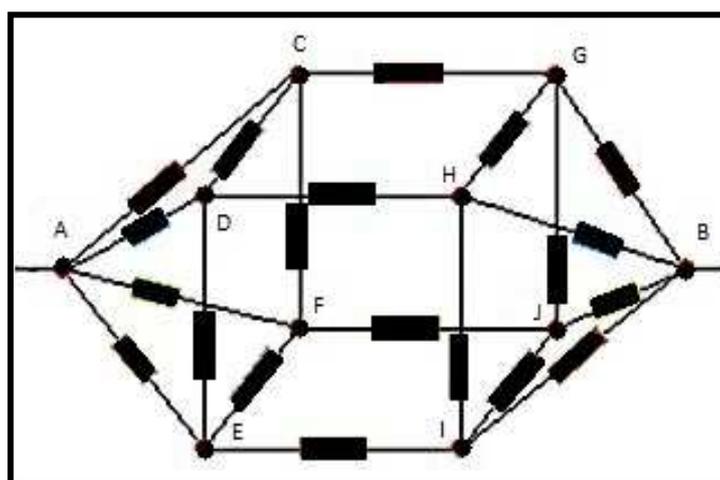


Figura 3 – Circuito 2

Observe agora a Figura 1.4, a simetria permite essa simplificação sem que se perca nenhuma propriedade elétrica do circuito.

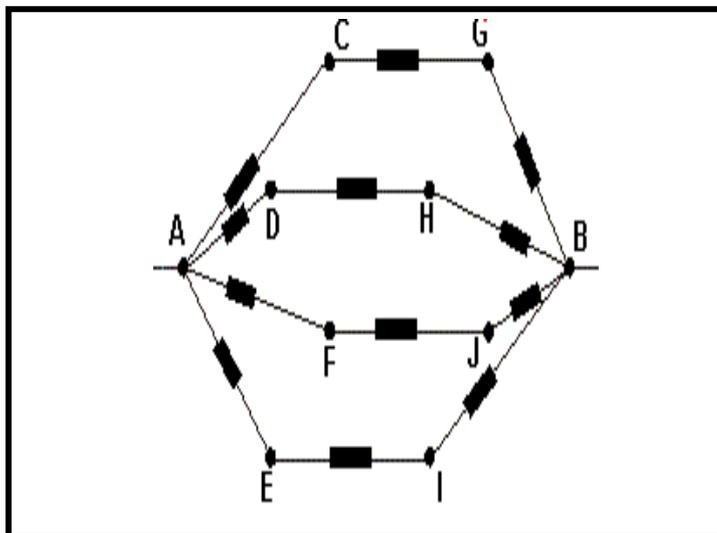


Figura 4 – Circuito 2 simplificado

Deste modo a visualização da resistência equivalente se torna bem mais fácil se comparado a Figura 1.3, neste caso, logo é possível saber calcular a resistência equivalente do circuito (Equação 02).

$$R_{eq} = R(3 \parallel 3 \parallel 3 \parallel 3) = R\left(\frac{3}{4}\right)$$

Equação 2

No caso visto acima, foram retirados 8 resistores e nenhuma propriedade elétrica do arranjo resistivo foi perdida.

Deve ser notado que se em vez dos resistores existissem curtos-circuitos, o valor de resistência equivalente seria o mesmo, pois onde não existe (ddp) não pode existir corrente elétrica.

É válido salientar que montar os circuitos elétricos aqui exibidos é uma tarefa fácil e de baixo custo, onde o valor deve variar de acordo com o código de cores e potência do resistor, essa prática permite que o estudante entenda como a simetria ocorre, visualize e entenda a

aplicação desta ferramenta na solução de problemas que eventualmente aparentam ser de difícil tratamento.

E a prática desse experimento em laboratório, além de despertar o interesse do aluno para com a disciplina vem comprovar a teoria apresentada e estudada. A Prática foi então feita e suas fotos mostradas como Anexo II deste artigo.

6 RESULTADOS

No questionário que segue como Apêndice I desse artigo, foi dado o valor de 1 k Ω aos resistores da Figura 3 e Figura 4 e pedido que os estudantes calculassem a resistência equivalente dos arranjos resistivos. Foi notado que:

A quantidade de acerto na Figura 4, figura esta que, como explicado anteriormente, passou pelo processo de simplificação devido às propriedades simétricas, foi de 75% como mostra o gráfico abaixo:

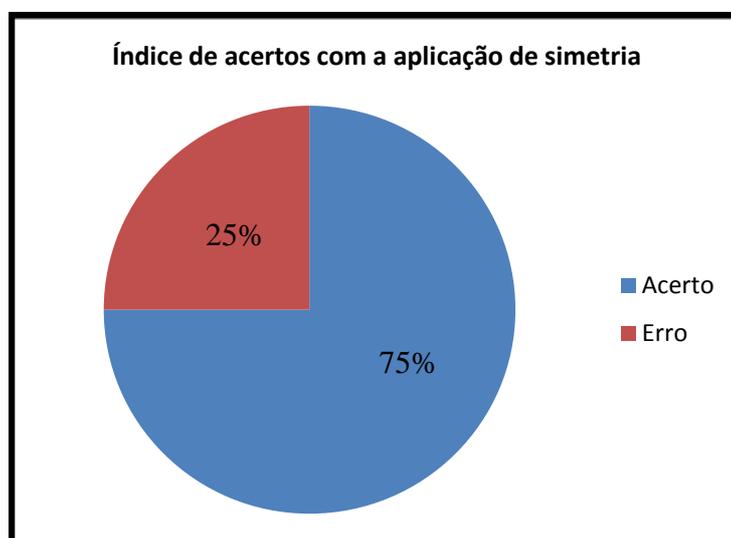


Gráfico 1 – Índice de acertos com a aplicação de simetria
(Fonte: dados desta pesquisa)

Na mesma figura foram adicionados os 8 resistores, nos nós de mesmo potencial elétrico, o que resultou na formação da Figura 3. E mais uma vez foi pedido o valor da resistência equivalente do circuito e como se pretendia mostrar a taxa de acerto foi muito menor.

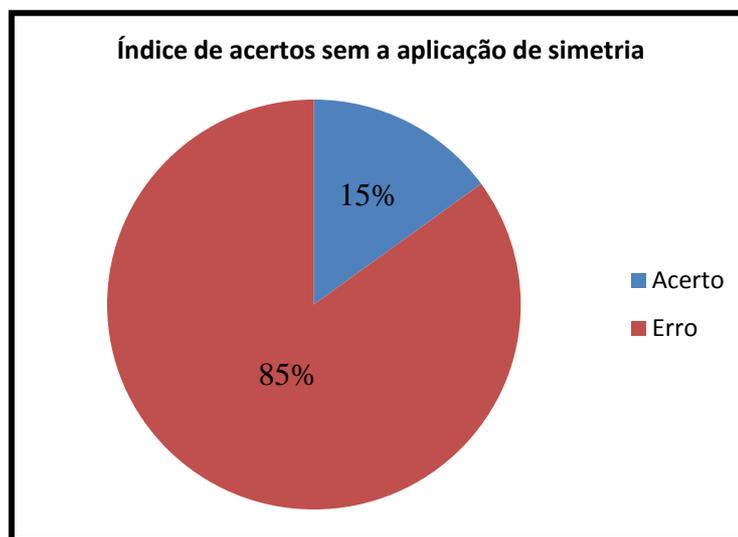


Gráfico 2 – Índice de acertos sem a aplicação de simetria
(Fonte: dados desta pesquisa)

Ainda foi questionado se a eliminação dos 8 resistores colaboram para se chegar mais facilmente no cálculo da resistência equivalente dos circuitos e 100% dos alunos afirmaram que sim como esse trabalho pretendia demonstrar.

7 CONCLUSÃO

Espera-se, por meio deste trabalho, que o leitor perceba que alguns circuitos elétricos podem ter sua resolução de resistência equivalente facilitada enormemente se duas importantes observações forem feitas: percebido neles a existência de simetria e que se tenha o conhecimento de que através dela podemos eliminar resistores, afim de que haja uma simplificação do circuito sem que exista nenhuma perda de propriedades elétricas.

REFERÊNCIAS

[1] BOLONHA, R, O. **Por que tantos estudantes largam o curso de engenharia?** Disponível em: <<http://engdofuturo.com.br/desistencia-do-curso-de-engenharia>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

[3] JUNIOR, Y. B e LIRA, A. C. C. **Circuitos Elétricos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

[2] MANIA, A.A. Simetria e configuração cúbica de resistores. **Física na Escola**. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 33-36, 2008.

APÊNDICE A – Questionário para medir a eficácia da simetria como ferramenta na otimização do cálculo da Resistência Equivalente.

Curso: _____
 Fez o Ensino Médio em Escola Pública: Sim () Não ()

Período: _____
 sexo: M() F()

IMPORTANTE: Para todos os casos abaixo os resistores são IGUAIS e valem **1kΩ**.

QUESTÃO 01: Calcule a Resistência Equivalente entre A e B no arranjo resistivo abaixo:

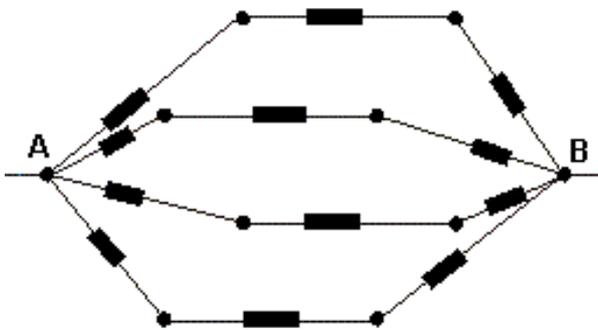


Figura 1

() Não consigo calcular

QUESTÃO 02: Calcule a Resistência Equivalente entre A e B no arranjo resistivo abaixo:

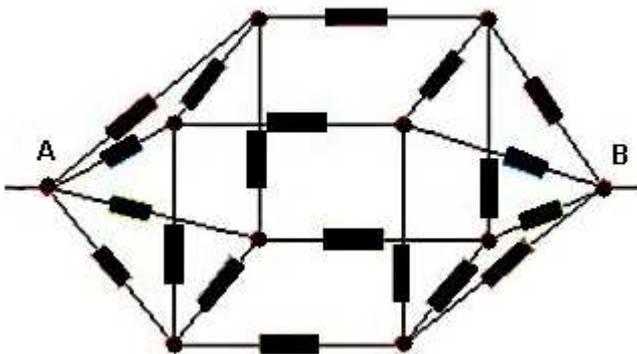


Figura 2

() Não consigo calcular

QUESTÃO 03: A Figura 1 possui 8 resistores a menos que a Figura 2. Essa eliminação de resistores facilitou o cálculo da Resistência Equivalente? SIM () NÃO ()

Obrigado pela participação!
 Francisco Dornela

APÊNDICE B - Fotos da Experimentação Prática da Teoria (Comprovando o mesmo valor de Req.)

