

LOCALIZAÇÃO DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ATRAVÉS DO CÁLCULO DO CENTRO DE MASSA

Matheus Souza Bispo¹
Wanderson Vieira Dias Santos²
Yan Kelvin Oliveira Soares³
Aislan Primo⁴
Maria Anita S.S. de Mendonça⁵



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

O conjunto de informações conceituais importantes, como por exemplo, circuitos elétricos, instalações elétricas, quadro de distribuição, centro de massa e centro de carga foram relatados, de maneira sucinta, a partir da fundamentação teórica. Aplicações físicas e matemáticas foram introduzidas dentro de um assunto técnico específico da engenharia elétrica de modo que fosse possível alcançar o objetivo deste trabalho, o qual é demonstrar uma aplicação de um determinado assunto abordado na disciplina de cálculo III na engenharia elétrica. A localização do centro de massa foi o assunto escolhido para ser aplicado, todavia, fazendo com que a relação matemática utilizada para determinar o cálculo do centro de massa fosse usada para calcular o centro de carga. É nesse contexto de centro de carga que se insere a aplicação do ramo matemático do cálculo III na engenharia elétrica, a qual faz uma utilização dessa ferramenta numérica para localizar um determinado local de uma instalação elétrica. Esse local pode ser de escala residencial por meio da localização do quadro de distribuição, passando pela escala industrial e chegando até em escalas maiores, como por exemplo, um local de uma subestação.

PALAVRAS-CHAVE:

Cálculo. Centro de Carga. Centro de Massa. Circuitos Elétricos. Instalações Elétricas.

ABSTRACT

The set of important conceptual information, such as electrical circuits, electrical installations, distribution board, center of mass and load center were succinctly reported from the theoretical basis. Physical and mathematical applications were introduced within a specific technical subject of electrical engineering so that it was possible to achieve the objective of this work, which is to demonstrate an application of a certain subject addressed in the discipline of calculation III in electrical engineering. The location of the center of mass was the subject chosen to be applied, however making the mathematical relationship used to determine the center of mass calculation to be used to calculate the center of charge. It is in this context of load center that the application of the mathematical branch of calculation III in electrical engineering is inserted, which makes use of this numerical tool to locate a certain place of an electrical installation. This location can be residential scale through the location of the distribution board, through the industrial scale and even on larger scales, such as a location of a substation.

KEYWORDS:

Calculus III. Load Center. Center of mass. Electric circuits. Electrical Installations

1 INTRODUÇÃO

O ramo da matemática é um dos ramos fundamentais de um curso de graduação em engenharia, seja ela qual for; neste trabalho, todavia, o foco será na engenharia elétrica e isso com certa convergência em um determinado assunto específico. Dentro desse ramo, ramo matemático existe diversas ferramentas, ou em outras palavras, assuntos, os quais, em uma grande parte desse ramo, são abordados em um curso de engenharia e o cálculo é um desses.

Restringindo-se ao cálculo, de modo que fique mais próximo do assunto abordado neste artigo, é necessário dizer que ele é uma ferramenta que tem diversas utilidades na engenharia e por esse fato é preciso restringir um pouco mais, até um ponto em que seja possível determinar o centro de massa de um sistema. Dessa maneira é possível introduzir conceitos e fundamentos necessários para demonstrar uma determinada aplicação do cálculo III, em específico a determinação do centro de carga de um sistema elétrico, isso, claro, na engenharia elétrica.

De acordo com o crescimento populacional e tecnológico o surgimento de dispositivos, aparelhos e máquinas que necessitam de ser ligados a uma fonte de diferença de potencial elétrico ou, em outras palavras e no contexto deste artigo, a uma fonte de energia elétrica a famosa tomada, vem crescendo. Junto a isso, surge

também, a necessidade de se ter uma instalação elétrica, seja essa de pequeno porte, como em uma residência, de médio porte, como em um comércio ou de grande porte, como em uma indústria.

Entretanto para se ter um desses tipos de instalações elétricas é preciso determinar, de maneira geral, o centro de distribuição de potência ou energia elétrica, local onde se instala dispositivos que controlam e distribuem energia elétrica para os circuitos terminais. No âmbito residencial esse local é chamado de quadro geral de distribuição, no âmbito industrial esse local é chamado de centro de comando motores, centro de comando de iluminação, centro de comando de tomadas entre vários outros centros de comandos que uma indústria pode ter, em âmbitos mais complexo esse local pode ser chamado de subestação; no aspecto físico e matemático esses locais são chamados de centro de carga de um sistema elétrico.

A partir desse problema a matemática fornece subsídios que auxiliam para se determinar esses locais, que de maneira geral, podem ser chamados de centro de distribuição de potência ou energia elétrico. Vale ressaltar, por fim, que além de agregar conhecimento matemático para uma futura vida profissional, esse tema estimula a prática de localizar assuntos matemáticos que podem ser aplicados a determinados assuntos da graduação, algo que traz como benefício a absorção de conhecimento de maneira fácil e a longo prazo.

2 SISTEMAS E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

É de grande importância o conhecimento de determinados conceitos, os quais são utilizados no decorrer de uma aplicação do centro de carga em instalações elétricas, como por exemplo, o conceito do próprio termo citado anteriormente, ou seja, instalações elétricas. Ademaro Cotrim (2003, p. 9) define:

Circuitos elétricos é um conjunto de corpos, componentes ou meios no qual é possível que haja corrente elétrica. Um *sistema elétrico* é um circuito ou conjunto de circuitos elétricos inter-relacionados, constituídos para uma determinada finalidade.

Uma *instalação elétrica* é o sistema elétrico físico, ou seja, é o conjunto de componentes elétricos associados e coordenados entre si, composto para um fim específico.

Um *sistema elétrico* é formado essencialmente por componentes elétricos que conduzem (ou podem conduzir) corrente, enquanto uma *instalação elétrica* inclui componentes elétricos que não conduzem corrente, mas que são essenciais ao seu funcionamento, tais como condutores, caixa e estrutura de suporte. Nessas condições, a cada instalação elétrica corresponderá um sistema elétrico. Em um 'projeto elétrico, as plantas e os detalhes (por exemplo, cortes, diagramas unifilares e trifilares) representam a instalação, enquanto que os circuitos elétricos envolventes representam o sistema.

3 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Já nesse segundo tópico, da fundamentação teórica, o conceito de quadro de distribuição é outro termo que tem grande relevância, por isso foi necessário localizar uma definição técnica-especialista. Geraldo Cavalin e Severino Cervelin (1998, p. 12) definem:

É o **local** onde se **concentra a distribuição** de toda a instalação elétrica, ou seja, onde se instalam os dispositivos de proteção, manobra e comando.

Recebe os condutores do ponto de entrada (ramal de alimentação) que vêm do medidor ou centro de medição.

Dele também partem os circuitos terminais (pontos de utilização) que alimentam as diversas cargas da instalação (lâmpadas, tomadas, chuveiros, torneira elétrica, condicionador de ar, etc.).

4 LOCALIZAÇÃO DO (S) QUADRO (S) DE DISTRIBUIÇÃO (QD'S)

O quadro de distribuição pode ser representado como o local ponto do centro de carga de um sistema elétrico ou, em outras palavras, de uma instalação elétrica. Por esse motivo torna-se importante para este trabalho acadêmico a necessidade de obter um determinado conhecimento sobre esse elemento pertencente a uma instalação elétrica.

Vale ressaltar que na maioria dos casos torna-se impossível a localização do quadro de distribuição no próprio centro de carga, levando dessa forma a localização do quadro de distribuição para um ponto que fique próximo ao ponto ideal, ou seja, um ponto que fique próximo ao ponto do centro de carga.

Conforme a literatura de Geraldo Cavalin e Severino Cervelin (1998), o quadro de distribuição deve ser instalado, observando-se determinados critérios, como por exemplo, localiza-se em locais de fácil acesso de tal forma que possibilite a maior funcionalidade, ainda, ser providos de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível e, o critério de principal foco do trabalho que vai ser desenvolvido, os quadros de distribuição devem estar próximos aos centros de carga da instalação.

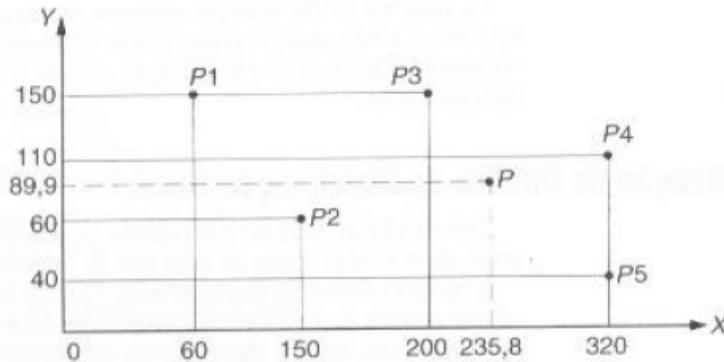
5 MODELAMENTO MATEMÁTICO

O processo para localização do centro de carga é definido pelo cálculo do baricentro dos pontos considerados como de carga puntiforme e correspondentes a potência demandada de cada ponto de utilização de energia com suas respectivas distâncias a origem do plano tomado como referência, como é mostrado na Figura 1. Para exemplificação desse processo definem-se cargas puntiformes com suas determinadas potências e distâncias como é mostrado na Figura 2.

Figura 1 – Determinação das coordenadas X e Y do centro de carga

$$X = \frac{X_1 \times P_1 + X_2 \times P_2 + X_3 \times P_3 + X_4 \times P_4 + X_5 \times P_5}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}$$

$$Y = \frac{Y_1 \times P_1 + Y_2 \times P_2 + Y_3 \times P_3 + Y_4 \times P_4 + Y_5 \times P_5}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}$$



Fonte: Próprio Autor.

Figura 2 – Sistema de cargas pontiformes para exemplificação

$$X = \frac{60 \times 225 + 150 \times 500 + 200 \times 750 + 320 \times 300 + 320 \times 1.000}{225 + 500 + 750 + 300 + 1.000} \rightarrow X = 235,8 \text{ m}$$

$$Y = \frac{40 \times 1.000 + 60 \times 500 + 110 \times 300 + 150 \times 225 + 150 \times 750}{225 + 500 + 750 + 300 + 1.000} \rightarrow Y = 89,8 \text{ m}$$

Fonte: Próprio Autor

6 CENTRO DE MASSA E CENTRO DE CARGA

O centro de massa de um sistema de partículas é o ponto que se comporta como se toda a massa do sistema estivesse concentrada nesse ponto. Em analogia com centro de massa o centro de carga é o ponto que se comporta como se toda a carga do sistema estivesse concentrada nesse ponto. Em um âmbito matemático o centro de massa de um sistema de partículas é por definição, o ponto (X_c, Y_c) como é mostrado na figura 4.

Figura 4 – Determinação das coordenadas do centro de massa

$$x_c = \frac{x_1m_1 + x_2m_2 + \dots + x_nm_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$y_c = \frac{y_1m_1 + y_2m_2 + \dots + y_nm_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Fonte: James Stewart

Por fim vale ressaltar que para se determinar o centro de carga de um sistema de cargas puntiformes com coordenadas (x_c, y_c) utiliza-se a mesma relação matemática da Figura 4. Todavia no lugar de se colocar o valor da massa coloca-se o valor da carga.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

É válido relatar que este trabalho foi realizado em torno de uma pesquisa bibliográfica que tem como objetivo demonstrar uma aplicação de um dos vários assuntos abordados na disciplina de cálculo III na graduação de engenharia elétrica. Com base nesse fato pode-se dizer que os resultados obtidos a partir da utilização dos fundamentos e conceitos descritos na fundamentação teórica será a determinação de um ponto, o qual nesse contexto representa o local do centro de carga de um sistema elétrico.

Em um âmbito residência esse centro de carga é chamado de quadro de distribuição de potência ou quadro de distribuição de circuitos terminais. Já em um âmbito industrial ele representa o centro de comando de motores, o centro de comando de iluminação, o centro de comando de tomadas entre vários outros centros de comandos que uma indústria pode ter. Junto a esses dois âmbitos existem, também, outros âmbitos considerados complexos, como por exemplo, quando esse centro de carga representa uma subestação.

8 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a partir de uma pesquisa sistemática que conecta diversas literaturas foi possível relatar uma das aplicações da disciplina de Cálculo III a realidade, especificamente, neste artigo, a utilização de ferramentas do cálculo, que possibilita determinar o centro de carga de um sistema elétrico ou instalação elétrica, seja isso em um âmbito residencial, industrial ou em âmbitos mais complexos como os que envolvem uma subestação.

Conclui-se então que essa ferramenta matemática possibilita o estudo de instalações elétricas, de forma que seja possível determinar a localização de um quadro de distribuição de circuitos terminais em uma residência, o centro de controle de motores entre vários outros centros de controle que existem em uma indústria até a localização de uma subestação.

É importante ressaltar que esse trabalho contribui para conclusões incentivadoras, não só para alunos, mas para muitos indivíduos, os quais pensam que determinados ramos da matemática não têm aplicações na vida real, uma afirmativa que não é válida, pois como disse Nikolai Ivanovich Lobachevsky (1792 - 1856) "Não há ramo da Matemática, por mais abstrato que seja, que não possa um dia vir a ser aplicado aos fenômenos do mundo real".

REFERÊNCIAS

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. 14.ed. São Paulo: ÉRICA, 1998.

COTRIM, Ademaro A.M.B. **Instalações elétricas**. 4.ed. São Paulo: PEARSON Prentice Hall, 2003.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. **Um curso de cálculo**: volume 1. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER Jearl. **Fundamentos de Física**: Volume 1 Mecânica. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétrica industriais**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

STEWART, James. **Cálculo**: Tradução da 7ª edição norte-americana, volume 1. 7.ed. São Paulo: CENGAG Learning, 2013.



ANEXO A



ANEXO B



ANEXO C

Data do recebimento: 27 de Janeiro de 2017

Data da avaliação: 05 de Fevereiro de 2017

Data de aceite: 15 de Fevereiro de 2017

1 Graduando em da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: matheussouzabispo@gmail.com

2 Graduando em Engenharia Elétrica da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: wandersonosenhordoxadrez@outlook.com

3 Graduando em Engenharia Elétrica da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: yan.kelvin@hotmail.com

4 Prof. Esp. da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: aislanprimo14@gmail.com

5 Graduanda em Licenciatura em matemática da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: anitasilvs74@gmail.com

