

## **Introdução**

O presente trabalho, intitulado *Redes eléctricas e as aplicações das leis de Logoff*, visa abordar assuntos relacionados as preocupações da determinação das correntes eléctricas num dado circuito, onde há presença de forças electromotrizes. Com isso, pretende-se descrever as leis de Logoff e explicar como elas são aplicadas numa rede eléctrica.

A lei de Jorge Simon Ohm, permite determinar a intensidade da corrente num circuito simples com geradores e receptores em serie, conhecidas as forças electromotrizes e resistências nele inseridas. Uma vez conhecidas às intensidades de corrente, cálculos posteriores permitem determinar os valores de tensões, potências eléctricas, rendimentos de geradores ou receptores, etc. Quando um circuito não pode ser reduzido a um circuito simples, para determinação das intensidades de correntes recorre-se as ditas leis de Kirchhoff (lei de nódo e das malhas).

Assuntos como estes são detalhados no desenvolvimento deste trabalho, logo a posterior. Para além da introdução e o desenvolvimento, o trabalho apresenta também uma conclusão por onde estão resumidos os conteúdos deste trabalho. Tratando-se de um trabalho científico, apresenta-se uma ficha bibliográfica no final do mesmo por onde estão citadas todas obras e fontes recorridas na elaboração dos conteúdos deste trabalho.

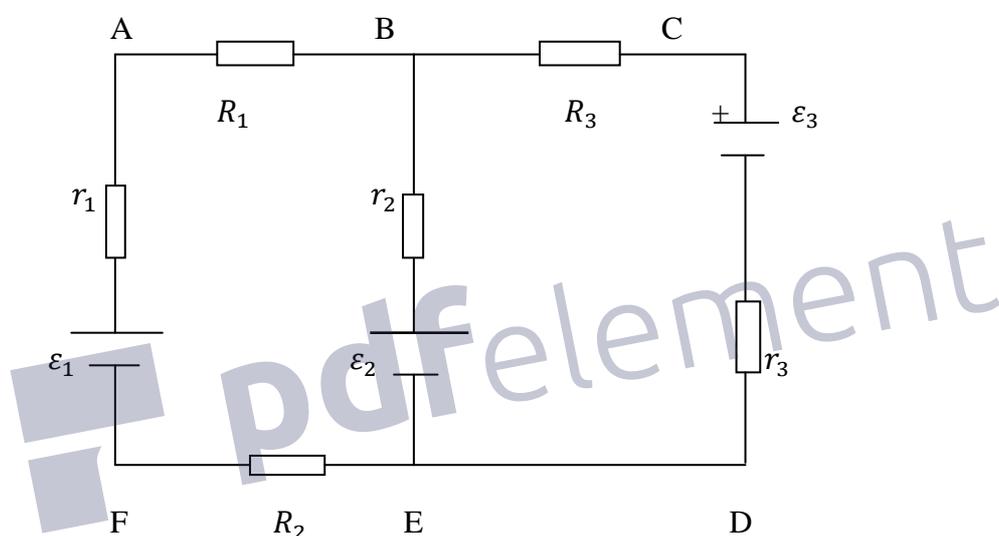
## REDES ELÉCTRICAS E APLICAÇÃO DAS LEIS DE KIRCHHOFF

### 1. Redes Eléctricas

Uma *rede eléctrica* é um conjunto de condutores (incluindo resistências, geradores e receptores) arbitrariamente associados, onde há mais de um percurso para a corrente. SILVA & VALADARES, (1986; p. 144)

Para KELLER et all, (S/A: P.512) uma *rede eléctrica* é uma combinação de condutores e fontes de forças electromotrizes (fem). Como a que se representa na figura a baixo.

Figura 1:



Fonte: RAMALHO, p. 220

Ao projectarmos um circuito para determinada tarefa, temos em geral baterias (ou outras fontes) de forças electromotriz (fem) conhecida e resistores de resistências também conhecida. Frequentemente o problema consiste em determinar como se pode produzir determinada corrente em um elemento particular de circuito.

#### 1.1. Elementos de uma Rede Eléctrica

Uma rede eléctrica é constituída por vários elementos, de entre os quais destacam-se:

##### 1.1.1. Nódo ou Nó

Numa rede eléctrica chama-se **nó** ou **nódo** a qualquer ponto da rede no qual a corrente eléctrica se divide. Na figura acima temos os nódos B e E.

### 1.1.2. Ramo

Numa rede eléctrica, denomina-se **Ramo** aos trechos de circuito entre dois nós consecutivos. Na rede eléctrica acima dada, os ramos são: BAFE, BE e BCDE.

### 1.1.3. Malha

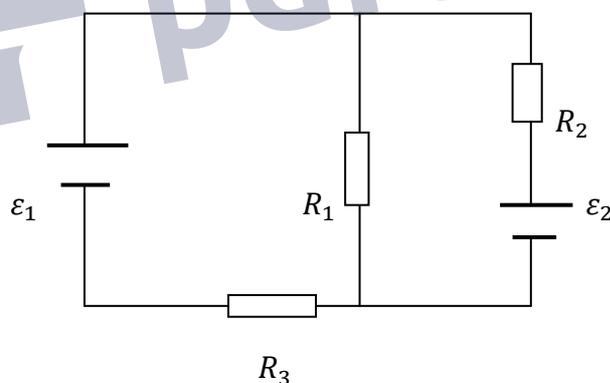
Denomina-se **malha** a qualquer conjunto de ramos que formam um percurso fechado. O nosso exemplo acima, temos as seguintes malhas: ABEFA, BCDEB e ABCDEFA.

Para além desses elementos mencionados acima existem outros que fazem parte da constituição de uma rede eléctrica, frequentemente. É o caso de fem e as resistências (internas e externas).

## 2. Leis de KIRCHHOFF

Existem muitos circuitos simples que não podem ser analisados apenas sob a óptica da substituição de um conjunto de resistores por uma resistência equivalente. Como o caso da figura abaixo.

Figura 2:



Fonte: **TIPLER & MOSCA**, p. 163

Da figura acima, os dois resistores,  $R_1$  e  $R_2$  parecem estar em paralelo, mas não estão. A queda de potencial não é a mesma entre os terminais de ambos resistores devido à presença da fonte da fem  $\varepsilon_2$  em série com  $R_2$ . Os resistores  $R_1$  e  $R_2$  também não estão em série, porque por eles não passa a mesma corrente.

Duas regras, denominadas leis de kirchhoff, são aplicadas a este e qualquer outro circuito para determinar as correntes que atravessam a cada fonte.

### 2.1. 1ª Lei de kirchhoff ou lei dos nós

Esta lei estabelece que: “a soma das correntes que se dirigem para um ponto de ramificação é igual a soma das correntes que partem do mesmo ponto de ramificação”, (TIPLER: p.154).

Num fio de ligação a carga não se acumula em nenhum ponto. Portanto, a regra do nó é simplesmente uma afirmação da conservação da carga e pode ser escrita da seguinte maneira:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

### 2.2. 2ª Lei de kirchhoff ou lei das malhas

Percorrendo-se uma malha num certo sentido, partindo-se e chegando-se ao mesmo ponto, a soma algébrica das diferenças de potenciais é nula.

$$\sum_{i=1}^n U_i = 0$$

A primeira lei denominada lei dos **nós**, é uma consequência da conservação da carga. E a segunda regra de kirchhoff, denominada lei das **malhas**, é uma consequência directa da presença de um campo conservativo, ou da conservação da energia.

Portanto, se tivermos uma carga  $q$  num ponto do circuito onde o potencial seja  $V$ , a energia potencial desta carga é  $qV$ . Se tivermos a carga percorrendo uma malha do circuito, haverá ganho ou perda de energia ao passar através de resistores, de baterias, etc, mas ao retornar ao ponto inicial a sua energia é novamente  $qV$ . Isto significa que “a *variação líquida de potencial é necessariamente nula*”.

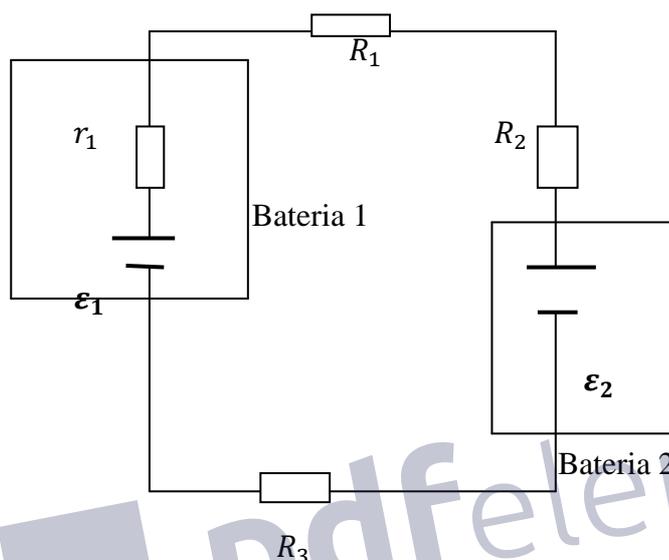
### 2.3. Aplicação das Leis de KIRCHHOFF

As leis de KIRCHHOFF são aplicadas na determinação das correntes que percorrem os diferentes ramos dos circuitos eléctricos em que há muitas derivações.

### 2.3.1. Circuitos com uma única Malha

Analise a aplicação da lei das malhas de KIRCHHOFF considerando o circuito abaixo, com duas baterias de resistência internas e três resistores externos. Sublinhamos que pretendemos determinar a corrente em função das forças eletromotrizes.

Figura 3:



#### Legenda:

$a - b$  Queda  $iR_1$

$b - c$  Queda  $iR_2$

$c - d$  Queda  $\varepsilon_2$

$d - e$  Queda  $ir_2$

$e - f$  Queda  $iR_3$

$f - g$  aumento  $\varepsilon_1$

$g - a$  Queda  $ir_1$

Fonte: **TIPLER**, (2000; p. 133)

Geralmente, ao analisar um circuito aplicando as leis de Kirchhoff é necessário ter em consideração às seguintes critérios:

- 1ª Atribuir a cada fonte (fem) e à cada corrente um sentido (arbitrário).
- 2ª Escolher qualquer malha da rede e determinar o sentido de circulação para essa malha.
- 3ª Percorrendo na malha no sentido escolhido, escreve-se as equações da lei das malhas.
- 4ª Escolher a segunda malha e nós para obter número de equações independentes, mas considerando o número das variáveis.
- 5ª Resolver o sistema de equações para determinar os sentidos reais das fem e valores das correntes que atravessam em resistores.

**Nota:** Após os cálculos, quando os valores das correntes determinadas tiverem sinais negativos, significa que o sentido escolhido é oposto ao sentido real das correntes ou das forças electromotrizes.

Na figura acima (fig.3) admitimos que o sentido do  $i$  seja horário, e apliquemos a regra das malhas percorrendo o circuito neste sentido, começando pelo ponto A. O aumento ou diminuição do potencial estão na legenda. Nota-se que há uma *queda de potencial* ao se atravessar uma fonte de fem entre os pontos C e D e um *aumento de potencial* ao se atravessar a outra fonte, entre f e g. Aplicando a regra das malhas teremos:

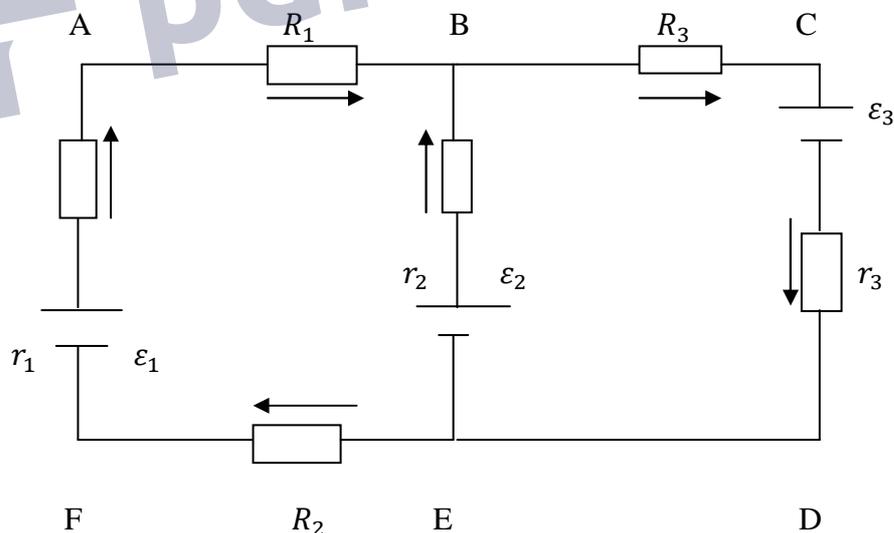
$$-IR_1 - IR_2 - \mathcal{E}_2 - Ir_2 - IR_3 + \mathcal{E}_1 - Ir_1 = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2}$$

### 2.3.2. Circuitos com mais de uma Malhas

De um modo geral, para analisar circuitos com mais de uma malha é preciso aplicar as duas leis de Kirchhoff. A regra dos nós aplica-se aos pontos em que a corrente se divide em outras duas ou mais. Para este caso analisemos o circuito a baixo.

Figura 4:



Fonte: **RAMALHO: p. 221**

A cada ramo de circuito atribuímos um sentido de corrente eléctrica. Este sentido, embora arbitrário, deve ser coerente com o elemento do circuito do ramo. Sendo gerador, a corrente entra pelo terminal negativo e, sendo receptor, pelo positivo (fig.4).

Aplicando a lei dos nós ao nó B do circuito teremos:

Licenciado em Física com Habilitações a Matemática/electrónica  
 Email: sebasjunior.chirrinzane@hotmail.com  
 Cell: +258848013154/+258824951500

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad (1)$$

Ainda falta-nos duas equações. Para tal consideremos a malha  $ABEFA$  (da figura 4) e sejam  $V_A$ ,  $V_B$  e  $V_F$  os potenciais eléctricos dos pontos A, B, E e F respectivamente. Percorrendo a malha no sentido horário ( $I^a$ ), teremos:

$$V_A - V_B + V_B - V_E + V_E - V_F + V_F - V_A = 0$$

$$\Rightarrow U_{AB} + U_{BE} + U_{EF} + U_{FA} = 0 \quad (2)$$

2ª Lei de KIRCHHOFF

Na malha  $ABEFA$ , a partir de A e no sentido do percurso escolhido teremos o seguinte:

$$R_1 I_1 - r_2 I_2 + \mathcal{E}_2 + R_2 I_1 - \mathcal{E}_1 + r_1 I_1 = 0 \quad (3)$$

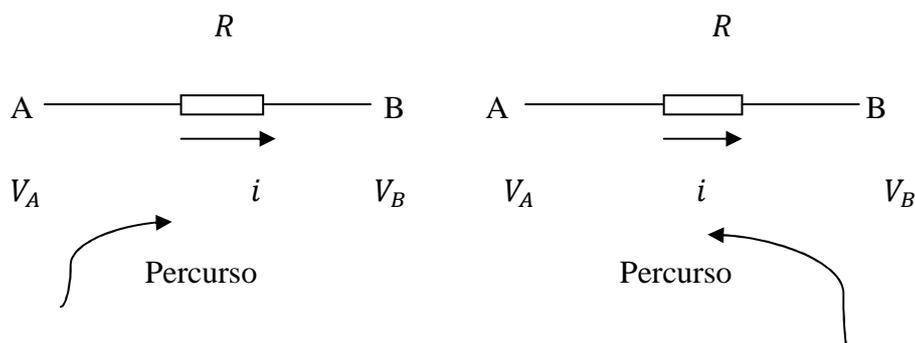
Na malha  $BCDEB$ , a partir de C e no sentido do percurso escolhido teremos:

$$\mathcal{E}_3 + r_3 I_3 - \mathcal{E}_2 + r_2 I_2 + R_3 I_3 = 0 \quad (4)$$

Das expressões 1, 2, e 4, podemos determinar as intensidades das correntes eléctricas em todos os ramos do circuito, basta resolver o sistema de equações obtido.

$$\begin{array}{l} \text{Nó B} \\ \text{Malha I} \\ \text{Malha II} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} I_1 + I_2 = I_3 \quad (1) \\ R_1 I_1 - r_2 I_2 + \mathcal{E}_2 + R_2 I_1 - \mathcal{E}_1 + r_1 I_1 = 0 \quad (3) \\ \mathcal{E}_3 + r_3 I_3 - \mathcal{E}_2 + r_2 I_2 + R_3 I_3 = 0 \quad (4) \end{array} \right.$$

Observa-se que para aplicação da lei das malhas no resistor, a ddp é do tipo  $\pm Ri$ , valendo o sinal (+) se o sentido da corrente coincide com o sentido do percurso adoptado. E sinal negativo (-) no caso contrario. Vejamos nos esquemas a baixo ilustradas.



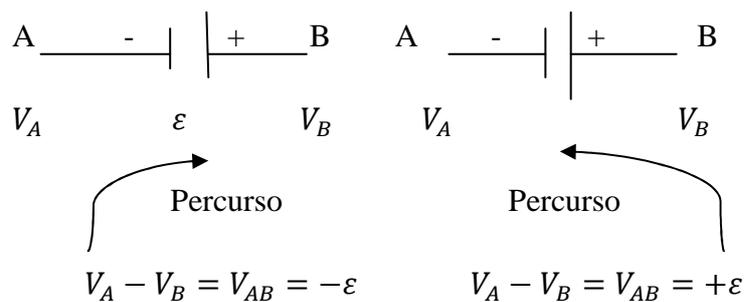
$$V_A > V_B$$

$$V_A - V_B = V_{AB} = +Ri$$

$$V_A > V_B$$

$$V_A - V_B = V_{AB} = -Ri$$

Para as forças electromotrizes e forças contra-electromotrizes vale o sinal de entrada no sentido do percurso adoptado. Vejamos:



## Conclusão

Após a abordagem dos conteúdos deste prezado tema, “ *Redes eléctricas e aplicação das leis de Kirchhoff*” conclui - se que, geralmente as redes eléctricas são circuitos eléctricos que contém vários geradores e receptores, para além dos outros componentes, ligados entre si de um modo mais ou menos complexo.

As leis de Gustav Robert Kirchhoff, são aplicadas para a determinação das correntes eléctricas num circuito que contém as forças electromotrizes. É de salientar ainda que a regra aplicada na determinação das correntes eléctricas num circuito simples (lei de Jorge Simon Ohm), não é válida para um circuito complexo (rede eléctrica).

A primeira lei de Kirchhoff é uma consequência da conservação da carga. Numa rede eléctrica a carga não é gerada e nem acumulada num determinado nó, daí que a soma das correntes que convergem nesse nó deve ser igual a soma das correntes que divergem no mesmo.

A segunda lei de Kirchhoff é uma consequência directa da presença de um campo conservativo  $\vec{E}$ . Um campo é conservativo quando:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = 0$$

Em que o integral é calculada ao longo de qualquer curva fechada  $c$ . As variações no potencial  $\Delta V$  e  $\vec{E}$  estão relacionados pela expressão:

$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

Entretanto, da expressão  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = 0$  Pode-se concluir que a soma das variações no potencial (a soma dos  $\Delta V$ s ) ao longo de qualquer trajectória fechada é nula.

O sinal obtido após a determinação das correntes da rede, não tem a ver com a positividade ou negatividade matemática, mas apenas, o dito significado Físico das correntes. Explicando assim, que os sentidos escolhidos arbitrariamente, não correspondem necessariamente ao correspondente, real. Uma vez repostos os sentidos que foram mal arbitrados (no caso de acontecer), podemos saber se uma dada força electromotriz corresponde a um gerador ou a um receptor. Num gerador, a corrente sai pelo pólo positivo, no receptor, a corrente sai pelo pólo negativo.

## Bibliografia

ALONSO, Marcelo & FINN, Edward J. *Física*, ed. Addison Wesley, Espanha. S/A

JUNIOR, Ramalho, et al, *os fundamentos da Física-III*, 8ª Ed.s/a,s/local

KELLER, Frederick J. Et. All. *Física Volume 2*, ed. Makron Books, Sao Paulo, S/A

MACIEL, Noémia. *Física 11ª classe*, ed. Plural, Moçambique, 2010

MARTINO, G. *Electricidade industrial*, ed. Hemus, Brasil, 1995

INDIAS, Amélia Cutileiro. *Curso de física II*, Mc Graw Hill, S/A, S/ local

SILVA, Luís & VALADARES, Jorge. *Textos e guia de estudo 11º ano de escolaridade*, ed. Didáctica, 1956

TIPLER, Paul A. *Electricidade e magnetismo, óptica volume 2*, 4ª ed. Edt. LTC, Rio de Janeiro. 2000

TIPLER, Paul A. & MOSCA, Gene. *Electricidade e magnetismo, óptica volume 2*. 5ª ed. Edt. LTC, São Paulo, S/A

<http://www.makron.com.br>