

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO**  
**Centro de Computação e Engenharias**

**ELETRÔNICA I**

**FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS  
DE  
CORRENTE CONTÍNUA**

**POR**

Profº Msc. Alexsandro Monteiro Carneiro  
Profº Dr. Mauro Conti Pereira

*Material de apoio à disciplina  
Eletrônica I, onde aborda os  
fundamentos de circuitos  
de fonte contínua*

**CAMPO GRANDE – JULHO - 2008**

## SUMÁRIO

<b>1. BIPOLOS ELÉTRICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CIRCUITOS ELÉTRICOS.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>DEFINIÇÕES.....</i>	<i>5</i>
<b>3. LEIS DE KIRCHOFF .....</b>	<b>8</b>
3.1 <i>PRIMEIRA LEI DE KIRCHOFF (LEI DOS NÓS) .....</i>	<i>8</i>
3.2 <i>SEGUNDA LEI DE KIRCHOFF (LEI DAS MALHAS) .....</i>	<i>10</i>
<b>4. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES .....</b>	<b>11</b>
4.1 <i>ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE.....</i>	<i>12</i>
4.2 <i>ASSOCIAÇÃO EM PARALELO .....</i>	<i>13</i>
4.3 <i>ASSOCIAÇÃO MISTA .....</i>	<i>15</i>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>

## 1. BIPOLOS ELÉTRICOS

É um dispositivo qualquer que possui dois pólos ou terminais, aos quais podem ser ligados outros bipolos, formando um circuito elétrico. Geralmente representado da seguinte forma:



**Figura 1** - Bipolo elétrico Genérico

Os bipolos elétricos podem ser classificados em geradores (ativo) ou receptores (passivos) de acordo com a função dos sentidos convencionais de tensão e corrente relacionados e ele.

- **Ativo (gerador):** fornece energia (Ex: pilha, bateria), transforma um tipo de energia qualquer em energia elétrica. A  $I(A)$  vai do potencial menor para o maior, coincide como sentido da tensão sobre ele.
- **Passivo (receptor):** retira energia do circuito (resistor, capacitor, indutor). Neste tipo de bipolo a  $I(A)$  tem o sentido do potencial maior para o menor

Principais símbolos utilizados em eletricidade.



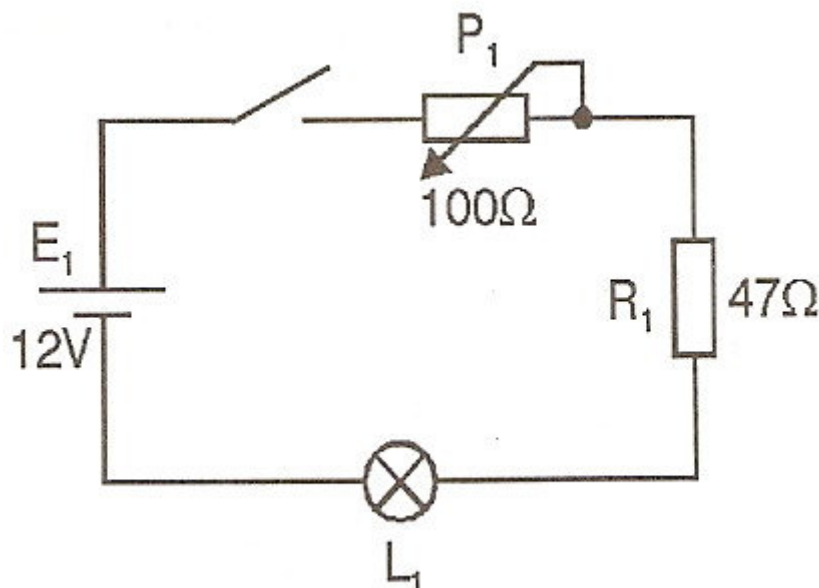
**Figura 2** - (capacitor, resistor, potenciômetro e Lâmpada)

## 2. CIRCUITOS ELÉTRICOS

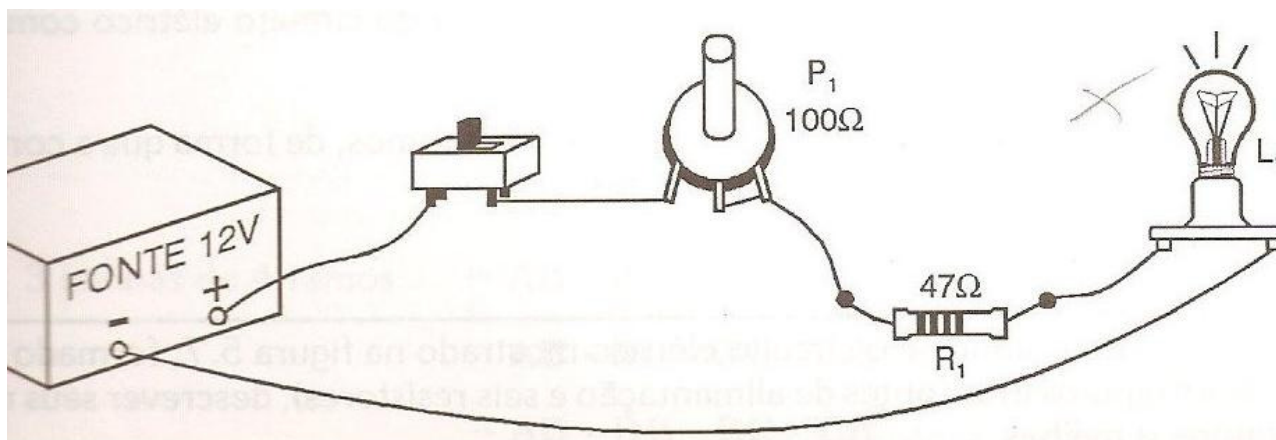
Considerando que uma fonte só pode gerar  $I(A)$  se existir um **CAMINHO FECHADO** para a  $I(A)$  sair pelo pólo + e retornar pelo -, podemos definir um circuito elétrico como:

- **Circuito elétrico:** Um conjunto de bipolos interligados por condutores, formando um ou mais caminhos fechados.

### Exemplo de um Circuito Elétrico



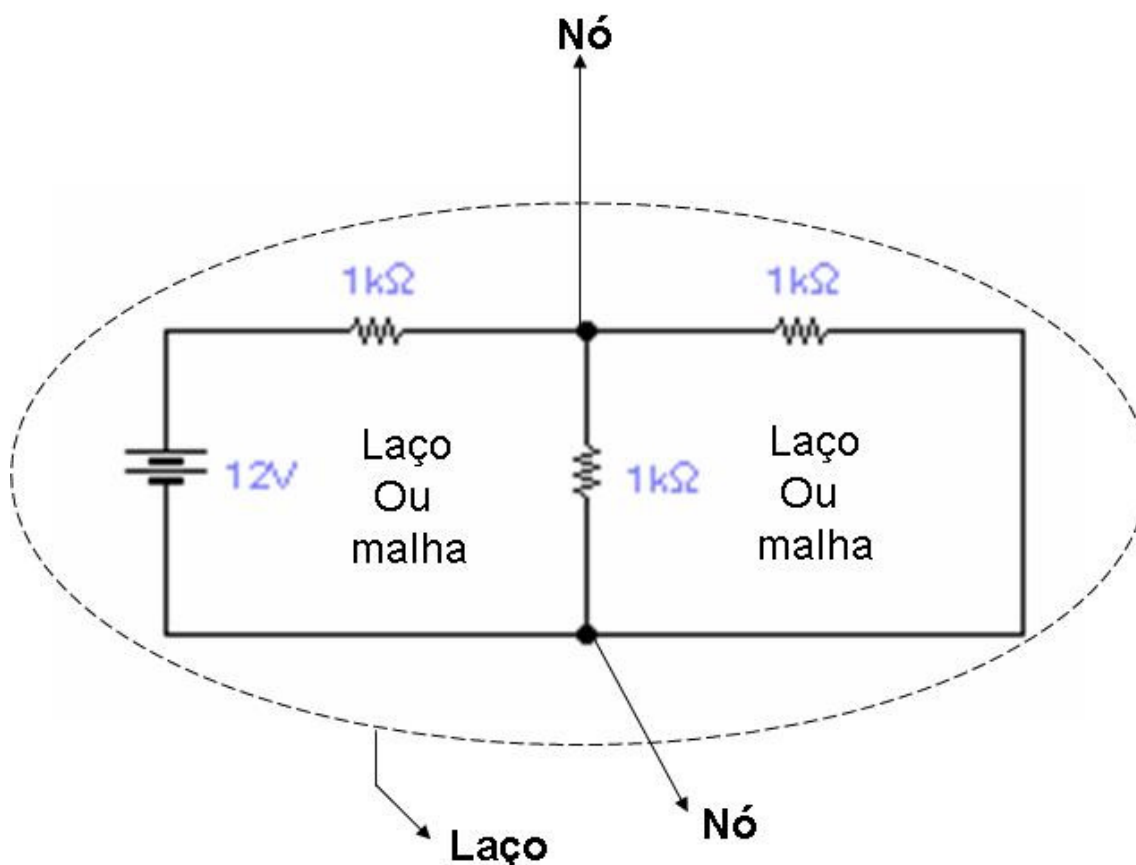
### Circuito Elétrico Real

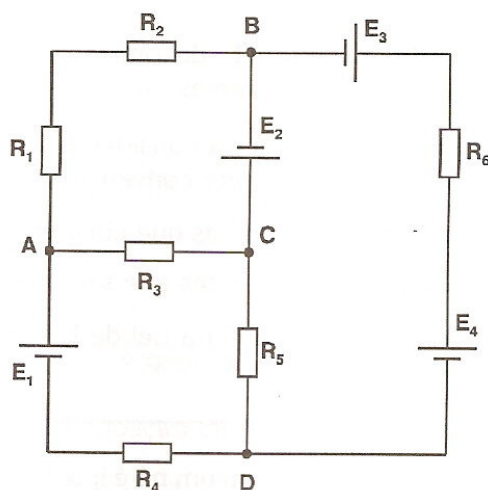


## 2.1 Definições

Algumas definições importantes aplicadas em eletricidade e eletrônica. Considere o circuito abaixo:

- **Ramo:** Conjunto formado por um ou mais bipolos ligados serialmente sem derivação entre eles, de modo que a  $I(A)$  seja a mesma em todos os bipolos e a  $V(v)$  seja distinta (depende do circuito elétrico).
- **Nó:** Ponto onde 3 ou mais elementos tem uma conexão em comum. A  $I(A)$  se divide entre os ramos.
- **Laço ou Malha:** Linha fechada contínua, passando apenas uma vez em cada nó, e terminando no nó de partida.





*Figura 5.7 - Análise das Malhas, Ramos e Nós do Circuito Elétrico*

Analisando-se este circuito, conclui-se que ele é constituído por:

4 nós: **A, B, C e D**

6 ramos: **AB -  $R_1$  e  $R_2$**

**AC -  $R_3$**

**AD -  $E_1$  e  $R_4$**

**BC -  $E_2$**

**CD -  $R_5$**

**BD -  $E_3$ ,  $R_6$  e  $E_4$**

4 malhas de 3 ramos: → **AB - BC - CA**

→ **AC - CD - DA**

→ **BC - CD - DB**

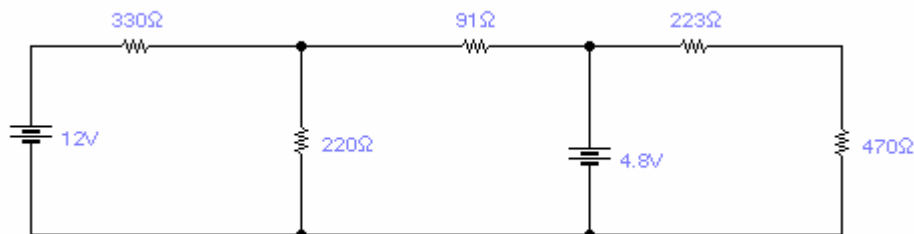
→ **AB - BD - DA**

3 malhas de 4 ramos → **AB - BC - CD - DA**

→ **AB - BD - DC - CA**

→ **AD - DB - BC - CA**

Dado o circuito abaixo informe que são os nós, ramos e malhas.



DEFINIÇÕES	PONTOS	QUANTIDADE
Nó:		
Ramos		
Malhas:		

### 3. LEIS DE KIRCHOFF

Usada para analisar um circuito elétrico, isto é, achar todas as  $I(A)$  e  $V(v)$ .

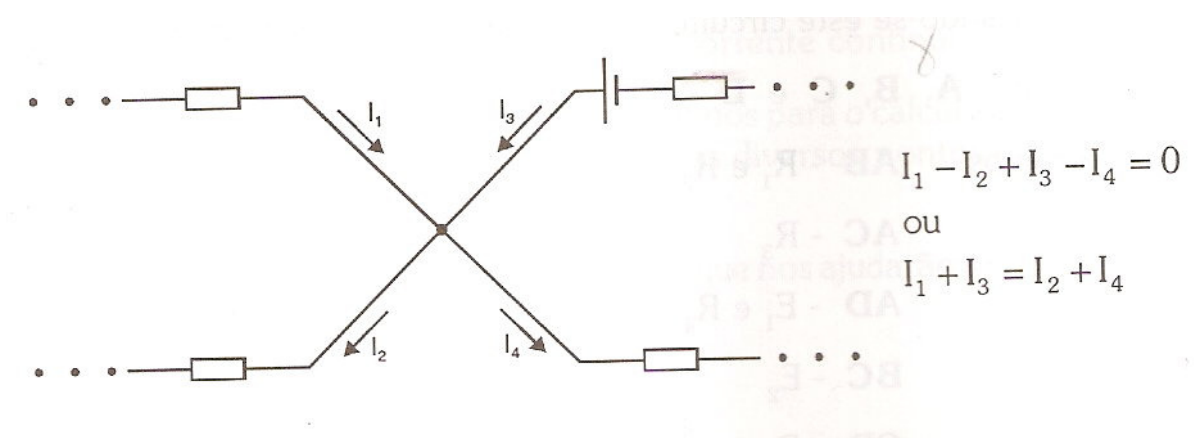
#### 3.1 Primeira lei de Kirchhoff (Lei dos Nós)

Visa o equacionamento das  $I(A)$  nos diversos nós de um circuito elétrico. Este equacionamento pode ser feito considerando-se as correntes como **variáveis**, através da seguinte convenção:

- **$I(A)$  positiva:** Correntes que chegam ao nó.
- **$I(A)$  negativa:** Correntes que saem do nó.

##### # Lei dos nós:

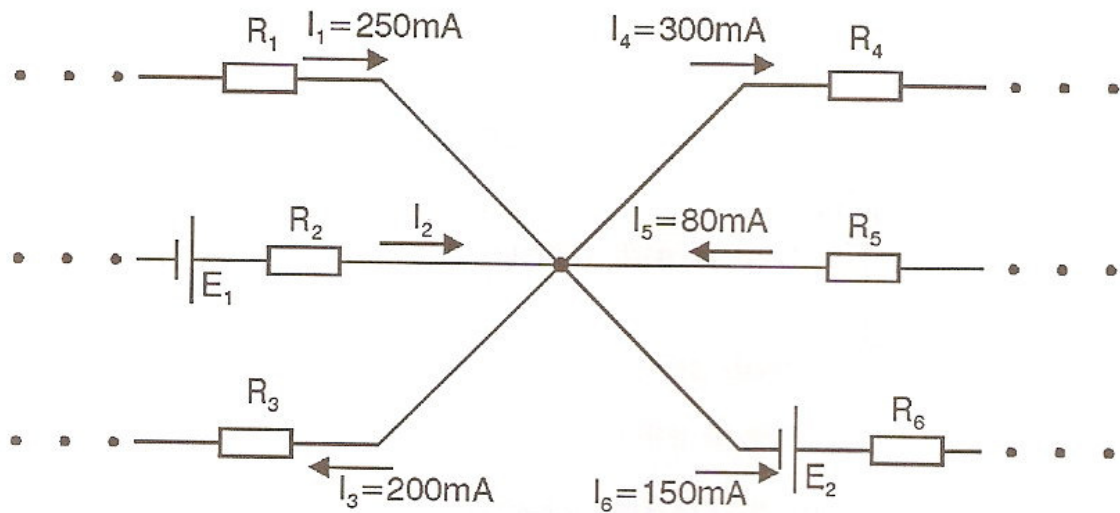
- A soma algébrica das  $I(A)$  em nó é igual à zero ou a soma das  $I(A)$  que chegam é igual à soma das  $I(A)$  que saem.



##### EXEMPLO:

Calcular a corrente  $I_2$ , conhecendo as demais correntes relativas ao nó A do circuito elétrico mostrado na figura abaixo.





Pela Lei dos Nós, a equação das correntes fica:

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 + I_5 - I_6 = 0 \Rightarrow$$

$$250 + I_2 - 200 - 300 + 80 - 150 = 0 \Rightarrow$$

$$I_2 = -250 + 200 + 300 - 80 + 150 \Rightarrow$$

$$I_2 = +320 \text{ mA}$$

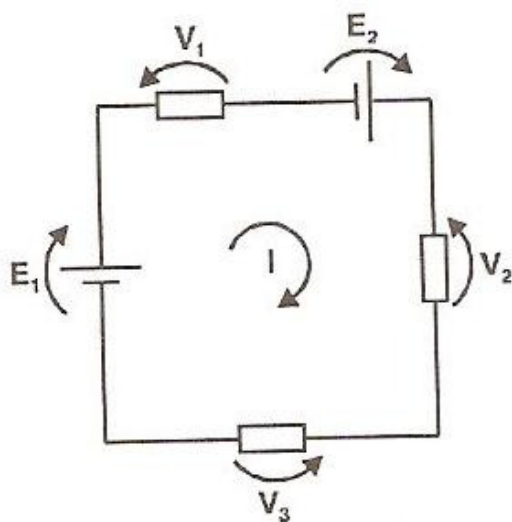
### 3.2 Segunda Lei de Kirchhoff (Lei das Malhas)

“A soma algébrica das tensões em uma malha é igual à zero” ou “a soma das tensões no sentido horário é igual à soma das tensões no sentido anti-horário.”

Variáveis algébricas:

- **Tensões positivas:** sentido anti-horário
- **Tensões negativas:** sentido horário

Observe o exemplo abaixo:

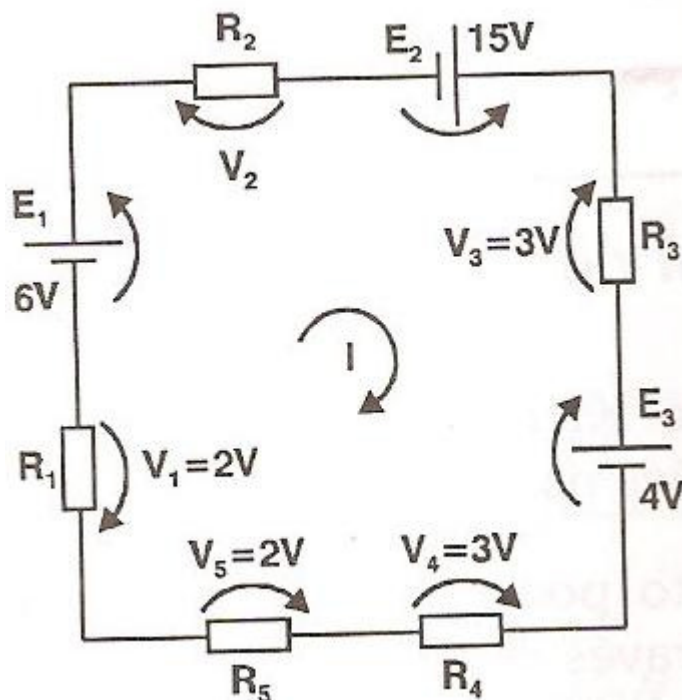


$$-E_1 + V_1 - E_2 + V_2 + V_3 = 0$$

ou

$$V_1 + V_2 + V_3 = E_1 + E_2$$

**EXEMPLO:**



$$-E_1 + V_2 - E_2 + V_3 + E_3 + V_4 + V_5 + V_1 = 0 \Rightarrow$$

$$-6 + V_2 - 15 + 3 + 4 + 3 + 2 + 2 = 0 \Rightarrow V_2 - 7 = 0 \Rightarrow V_2 = 7V$$

#### 4. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

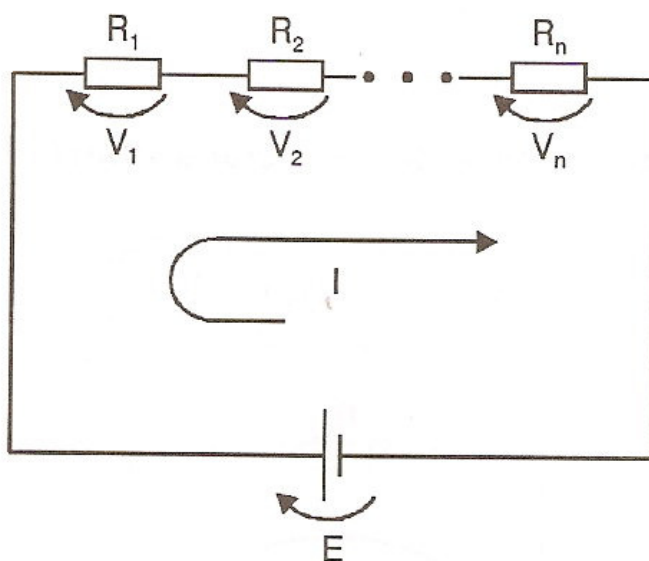
Vários circuitos possuem resistores ligados por vários motivos, entre eles podemos dizer:

- Obter valor de resistor diferente do achado no mercado.
- Obter divisão de Corrente em vários ramos do circuito.
- Obter divisão de tensão entre os bipolos de um circuito.

Para este artifício é feito o que denomina-se de associação de resistores. Trata-se da ligação de dois ou mais resistores nas configurações série, paralela ou mista. A seguir detalha-se cada uma das opções.

## 4.1 Associação em Série

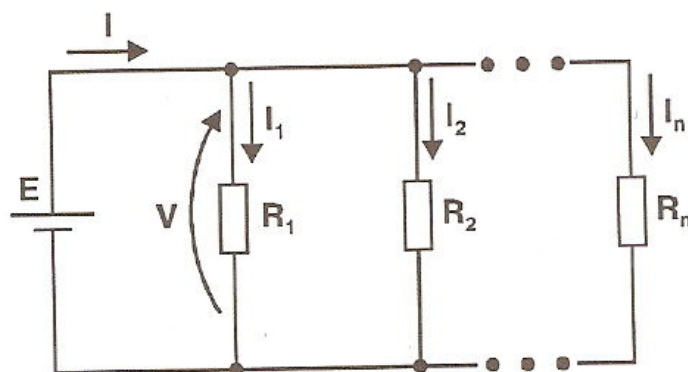
Neste modelo, cada resistor está ligado em seguida de um resistor anterior, semelhante a uma fila de veículos em um semáforo. Esta ligação faz com que a  $I$  seja a mesma em TODOS os resistores, e a tensão total dada pela fonte se dissipe em cada resistor. Vela a figura abaixo:



EQUAÇÕES		
Resistência	Tensão	Corrente
$R_{eq} = r_1 + r_2 + \dots + r_n$	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>V_1 = R_1 \cdot I_{circuito}</math></li> <li><math>V_2 = R_2 \cdot I_{circuito}</math></li> <li><math>V_3 = R_3 \cdot I_{circuito}</math></li> <li>...</li> <li><math>V_n = R_n \cdot I_{circuito}</math></li> </ul> <p><b>LOGO:</b></p> <p><math>E = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + \dots + R_n \cdot I</math></p> <p><math>E = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)</math></p> <p><math>E = V_1 + V_2 + \dots + V_n</math></p>	<p><math>E = R_1 + R_2 + \dots + R_n</math></p> <p><math>I</math></p> <p><math>E = R_{eq}</math></p> <p><math>I</math></p>

## 4.2 Associação em Paralelo

Nesta associação, todos os resistores encontram-se interligados de forma que a tensão sobre eles seja a mesma e a corrente total seja distribuída conforme figura abaixo.



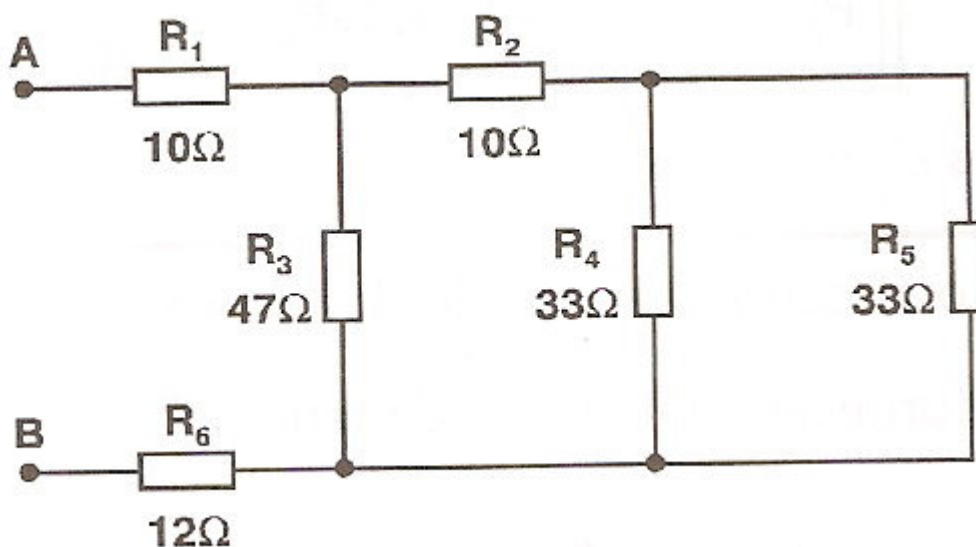
EQUAÇÕES		
Resistência	Corrente	Tensão
<p>Para n Res. em //</p> $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n}$ <p>Para 02 em //</p> $R_{eq} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$ <p>Para N res. em // de mesmo valor.</p> $R_{eq} = \frac{R}{N}$	$I_1 = \frac{E}{R_1}$ $I_2 = \frac{E}{R_2}$ <p>..</p> <p>..</p> $I_n = \frac{E}{R_n}$ <p><b>Observe mais:</b></p> $I_{total} = E * \left( \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$ $I_{total} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$	$E = V_1 = V_2 = \dots = V_n$

### 4.3 Associação Mista

Formado por uma ou mais associação série e paralelo de resistores. Neste caso os cálculos devem ser feitos por etapas, minimizando o circuito inicial de forma que o circuito reduzido seja mais simples e permita uma melhor referência para desenvolver os valores de cada nó do circuito original.

Etapas:

- Minimize o circuito achando a  $R_{eq}$ 
  - Use as referências (nós) para separar série de //
- Calcule a  $I_{total}$  do circuito
- Realize os cálculos restantes usando todo referencial anterior



### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LORENÇO, Antonio C., CRUZ, Eduardo C. A., JÚNIOR, Salomão C. Circuitos em Corrente Contínua. Editora Érica, 200. São Paulo.