Universidade do Minho
Escola de Engenharia

PL1 – Medidas

Carlos Ferreira – A92846

Beatriz Demétrio – A92839

Ano 1 - Turno 1

Engenharia Física

Conceitos essenciais:

Tensão Elétrica (V)

É uma medida da energia envolvida no transporte de uma carga elementar entre dois pontos de um campo elétrico. É uma quantidade que se mede em *Volt* (V) e cuja expressão é:

$$V = \frac{W}{Q} = \int_{x_i}^{x_f} E \,.\, dL \quad (Volt)$$

W = energia libertada

Q = carga transportada

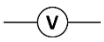
Igualmente conhecida como *diferença de potencial* (*d.d.p.*), a tensão é a tendência que uma carga tem de ir de um ponto para o outro, podendo representar tanto uma fonte de energia como também a energia "perdida" ou armazenada (quebra de tensão).

Um **voltímetro**, tal como o nome indica, é utilizado para medir a *d.d.p.* entre dois pontos, sendo por esse motivo que é sempre ligado em paralelo com a parte do circuito que pretendemos obter o valor da tensão elétrica.

Sendo o voltímetro mais um elemento a adicionar no circuito, este virá a fornecer uma medida da *d.d.p.* diferente da real. Para que isso não ocorra, a corrente que passa no voltímetro deve ser mínima, sendo isto apenas possível se a *resistência interna* (*r*) deste for maior que a resistência do elemento que se deseja medir.

Assim, um **voltímetro ideal tem resistência interna infinita**, no qual a intensidade da corrente elétrica que passa por ele é desprezável.

Caso um voltímetro fosse ligado em série com um elemento de um circuito, não passaria corrente elétrica por este, o que deixaria o circuito aberto.

O símbolo do voltímetro é o seguinte: 

Corrente Elétrica (I)

Define-se *corrente média* como a quantidade de carga elétrica que na unidade de tempo atravessa uma dada superfície. Assumimos o sinal positivo para a corrente correspondente à direção que a carga positiva se estaria a mover. Uma vez que a corrente é a medida da quantidade de carga que passa por um certo espaço limitado numa determinada quantidade de tempo, a sua *intensidade média* é obtida pela seguinte expressão:

$$I = \frac{Q}{\Delta T}$$

Q = quantidade da carga que passou pelo espaço limitado

ΔT = intervalo de tempo

Um **amperímetro** é utilizado para medir a intensidade da corrente elétrica que percorre um elemento de circuito elétrico. Para tal, o amperímetro é colocado em série com este elemento.

Assim como acontece com o voltímetro, um amperímetro tem uma *resistência interna* (*r*) o que provoca um aumento da resistência total do circuito e, dessa forma, apresentar uma intensidade da corrente elétrica diferente da existente no circuito antes da sua ligação com o aparelho de medição.

Para minimizar esse problema, a resistência interna do amperímetro deverá ser menor que a resistência elétrica do elemento pela qual passa a corrente elétrica que se pretende medir, permitindo que a medida obtida se encontre dentro dos limites aceitáveis.

Assim, um **amperímetro ideal tem resistência nula**.

Caso um amperímetro fosse ligado em paralelo com um elemento de um circuito, este criaria um curto-circuito, podendo mesmo queimar alguns componentes do amperímetro.

O símbolo do amperímetro é o seguinte: 

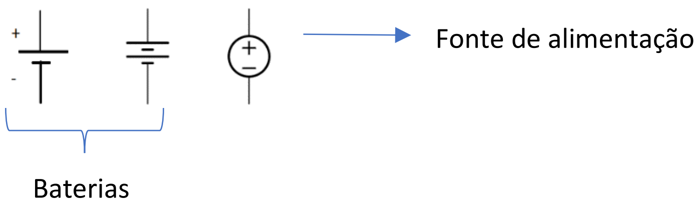
Fontes de alimentação

Elementos do circuito que lhe fornecem energia. Existem dois tipos principais:

- Fontes de tensão
- Fontes de corrente

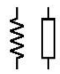
Nesta PL, utilizaremos uma <u>fonte de tensão constante</u>, a qual possui uma tensão de saída fixa, independentemente da corrente elétrica absorvida pelos componentes conectados aos seus terminais.

Os símbolos mais comuns para este tipo de fontes de alimentação são:



Resistência

Componente do circuito cuja principal função é de “resistir”, regular ou definir o fluxo de eletrões (correntes) que o atravessam. Ao reduzir a tensão ou corrente que o atravessa, a energia elétrica é perdida na forma de calor.

Os símbolos mais comuns que representam uma resistência são: 

A **resistência elétrica** (*R*) é a facilidade ou dificuldade que os materiais possuem de se oporem à passagem de uma corrente. Ou seja, se um determinado material tem uma elevada resistência elétrica, este opõe-se eficazmente à passagem de correntes elétricas.

A relação entre a resistência elétrica, a corrente elétrica e a tensão é apresentada pela **Lei de Ohm**, que apresenta a seguinte expressão:

$$R = \frac{V}{I}$$

R = resistência elétrica (Ω)

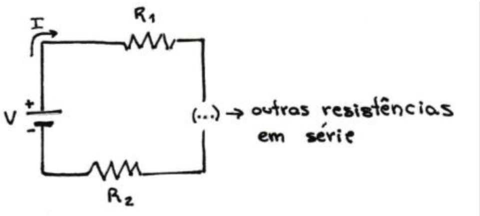
V = tensão elétrica (V)

I = corrente elétrica (A)

Segundo a **Lei de Ohm**, num condutor mantido a temperatura constante, a razão entre a tensão entre dois pontos e a corrente elétrica é <u>constante</u>, sendo esta constante denominada <u>*resistência elétrica*</u>. Quando esta lei é respeitada, o condutor passa a ser denominado por **condutor ohmico**.

Associação de resistências em série

Dois elementos estão ligados em série se forem percorridos pela mesma corrente, ou seja, o terminal de saída da corrente esteja ligado ao terminal de entrada do elemento seguinte e assim sucessivamente.



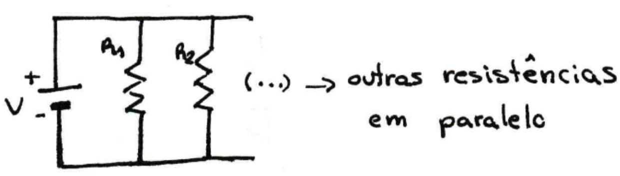
- O valor ohmico total de uma associação de resistências em série é igual à soma dos valores de cada uma delas: $R_T = R_1 + R_2 + \ldots$
- A intensidade da corrente é a mesma em qualquer uma das resistências: $I = I_1 = I_2 = \ldots$
- A soma de todas as tensões das resistências presentes no circuito em série é igual à tensão total entre as duas extremidades da associação

$V = V_1 + V_2 + \ldots$

$$\underbrace{V_x = V \cdot \frac{R_x}{R_T}}_{\text{Regra do Divisor de Tensão}}$$

Associação de resistências em paralelo

Dois elementos estão ligados em paralelo se possuírem dois terminais em comum, de tal forma que fiquem sujeitos à mesma tensão.



- O inverso do valor ohmico de uma associação de resistências em paralelo é igual à soma dos inversos dos valores de cada uma das resistências.

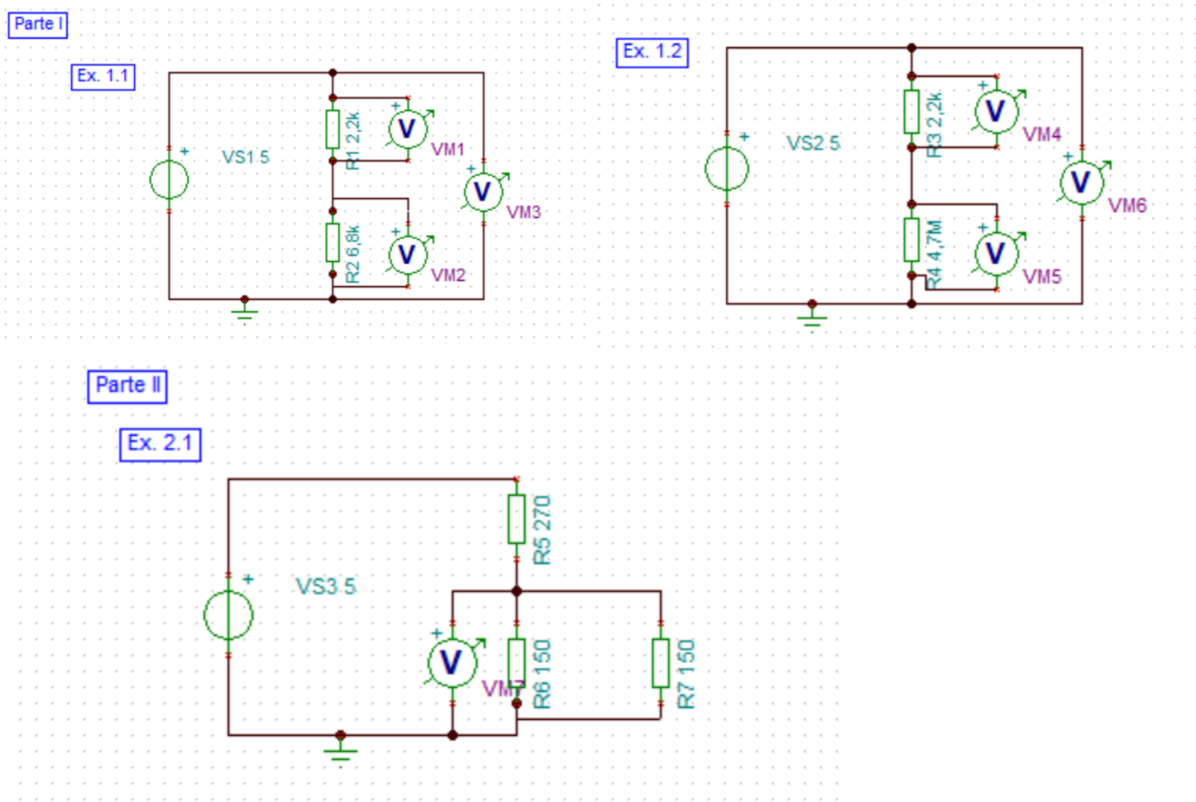
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$$

- Como todas as resistências têm as suas extremidades ligadas a um mesmo ponto, a tensão aos terminais de uma qualquer resistência é igual à d.d.p. aos terminais de qualquer outra e igual a V: $V = V_1 = V_2 = \ldots$
- A soma das correntes que saem (entram) num nó é igual à intensidade total da corrente que chega (parte) desse nó:

I = I1 + I2 + …

$I = \frac{V}{R_T}$ $\quad$ $I_x = \frac{V}{R_x}$

Esquemas dos circuitos no Software “*Tina-TI*”



I_R1[4,1]	555,56uA
I_R2[1,0]	555,56uA
I_R3[5,2]	1,06uA
I_R4[2,0]	1,06uA
I_R5[6,3]	14,49mA
I_R6[3,0]	7,25mA
I_R7[3,0]	7,25mA
I_VS1[4,0]	-555,56uA
I_VS2[5,0]	-1,06uA
I_VS3[6,0]	-14,49mA
V_R1[4,1]	1,22V
V_R2[1,0]	3,78V
V_R3[5,2]	2,34mV
V_R4[2,0]	5V
V_R5[6,3]	3,91V
V_R6[3,0]	1,09V
V_R7[3,0]	1,09V
V_VM1[4,1]	1,22V
V_VM2[1,0]	3,78V
V_VM3[4,0]	5V
V_VM4[5,2]	2,34mV
V_VM5[2,0]	5V
V_VM6[5,0]	5V
V_VM7[3,0]	1,09V
V_VS1[4,0]	5V
V_VS2[5,0]	5V
V_VS3[6,0]	5V
VM1	1,22V
VM2	3,78V
VM3	5V
VM4	2,34mV
VM5	5V
VM6	5V
VM7	1,09V
VP_1	3,78V
VP_2	5V
VP_3	1,09V
VP_4	5V
VP_5	5V
VP_6	5V

Cálculos

1 - Medição de tensões

1.1.

- $V_{AB} = V \times \frac{R_{AB}}{R_{AB} + R_{BC}} = 5 \times \frac{2,2 \times 10^3}{(2,2 \times 10^3 + 6,8 \times 10^3)} \simeq 1,22\ V$

- $V_{BC} = V \times \frac{R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC}} = 5 \times \frac{6,8 \times 10^3}{(2,2 \times 10^3 + 6,8 \times 10^3)} \simeq 3,78\ V$

- $V_{AC} = V \times \frac{R_{AC}}{R_{AB} + R_{BC}} = V \times \frac{(R_{AB} + R_{BC})}{R_{AB} + R_{BC}} = 5\ V$

- $V_{AB} + V_{BC} \simeq 1,22 + 3,78 \simeq 5V$

- $V_{AC} - (V_{AB} + V_{BC}) \simeq 5 - 5 \simeq 0\ V$

1.2.

- $V_{AB} = 5 \times \frac{2,2 \times 10^3}{(2,2 \times 10^3 + 4,7 \times 10^6)} \simeq 2,34 \times 10^{-3}\ V \simeq 2,34\ mV$

- $V_{BC} = 5 \times \frac{4,7 \times 10^6}{(2,2 \times 10^3 + 4,7 \times 10^6)} \simeq 5,00\ V$

- V_{AC} = (assim como no 1.1.) = 5 V

- $V_{AB} + V_{BC} \simeq 2,34 \times 10^{-3} + 5,0 \simeq 5,00\ V$

- $V_{AC} - (V_{AB} + V_{BC}) \simeq 5 - 5 \simeq 0\ V$

2 - Medição de correntes

2.1.

Seja R' o mesmo que a associação em paralelo de R_2 e R_3:

- $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Leftrightarrow \frac{1}{R'} = \frac{1}{75} \Leftrightarrow R' = 75\ \Omega$

Consideremos que R_1 e R' são duas resistências associadas em série:

- $I_1 = I_{R'} = \frac{V}{R_1 + R'} = \frac{5}{270 + 75} \simeq 1,45 \times 10^{-2}\ A \simeq 14,50\ mA$

- $V_{R'} = 5 \times \frac{R'}{R_1 + R'} = 5 \times \frac{75}{270 + 75} \simeq 1,087\ V$

Retornaremos agora para R_2 e R_3. Nesta parte do circuito:

- $V_2 = V_3 = V_{R'} \simeq 1,087V$
- $I_2 \simeq \frac{1,087}{150} \simeq 7,25 \times 10^{-3}\ A \simeq 7,25\ mA$
- $I_3 \simeq \frac{1,087}{150} \simeq 7,25 \times 10^{-3}\ A \simeq 7,25\ mA$
- $I_2 + I_3 \simeq 14,50\ mA$
- $I_1 - (I_2 + I_3) \simeq 14,50 - (14,50) \simeq 0\ A$

Comentários:

Medição de tensões

Sabemos que ambas as resistências e a fonte de alimentação se encontram em série em relação umas às outras. Observamos que o valor obtido em $V_{AB} + V_{BC}$ é igual a 5V (aproximadamente). Com isto, verificamos que a soma das tensões que passam nas resistências entre *A e B* e *B e C*, é igual à tensão fornecida pela fonte de alimentação, V_{AC}. Ora, assim podemos afirmar que V_{AC}- $(V_{AB}+V_{BC})$ é aproximadamente $0V$. Portanto, com isto podemos provar uma das *leis de Kirchoff*: a **lei das malhas**, que diz, resumidamente, que a soma algébrica das tensões ao longo do circuito é igual a zero, que foi o que conseguimos comprovar com estas medições, mesmo alterando o valor de uma das resistências (como fizemos no passo 1.2)

Medição de correntes

Sabemos que a fonte de alimentação encontra-se em série com a *resistência 1* e que as *resistências 2 e 3* se encontram em paralelo entre si. Observamos que o valor obtido em $I_2 + I_3$ é aproximadamente igual a *14,50 mA*, que por si só é igual a I_1, pois a *resistência 1* encontra-se em série com a associação em paralelo das *resistências 2 e 3*. Ora, com isto podemos afirmar que $I_1 – (I_2+I_3)$ é aproximadamente *0 V*. Portanto, tal como nas tensões podemos provar outra *lei de Kirchoff*: a **lei dos nós**, que diz que a soma das correntes que entram num nó é igual à soma das correntes que saem desse mesmo nó. Neste exemplo, vemos que a corrente I_1, ao chegar ao nó que está entre a *resistência 1* e a associação em paralelo das *resistências 2 e 3*, divide-se pelas duas, neste caso de igual forma.