



**PSI 3212 – LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

**GUIA DE EXPERIMENTOS**

**EXPERIÊNCIA 1: INSTRUMENTAÇÃO LABORATORIAL**

**Edição 2017**

ELISABETE GALEAZZO E LEOPOLDO YOSHIOKA

**Objetivos da experiência**

Esta experiência tem como objetivo familiarizar os alunos com alguns dos principais equipamentos que serão utilizados no laboratório ao longo da disciplina. Incluem, entre eles: multímetro digital portátil, fonte de tensão DC e gerador de sinais. Além disso, os alunos aprenderão os procedimentos para a montagem de circuitos em *protoboard* e sobre medição de grandezas elétricas. Serão exploradas as principais funções dos equipamentos e apresentadas as suas limitações. Também serão abordados conceitos de incertezas instrumentais.

**Materiais necessários para realização do experimento:**

- 1 multímetro digital portátil (TX3 -TEKTRONIX);
- 1 fonte de tensão contínua, modelo E3631A Power Supply, AGILENT;
- 1 gerador de funções modelo 33500B da AGILENT;
- 1 *protoboard*;
- Resistores, cabos e conectores diversos.

## PARTE EXPERIMENTAL

### 1. Resistores: código de cores e utilização do ohmímetro

---

*Objetivos: aplicar código de cores para identificar valores nominais de resistores, utilizar ohmímetro para medição de resistências e calcular incertezas instrumentais associadas às medições.*

---

- 1.1. Verifique os cuidados a serem tomados para utilização do Ohmímetro (item 3.3 da **Introdução Teórica**).

*Dica para conectar um resistor ao multímetro, utilizando-se cabos simples com terminações de garras jacaré:*



- 1.2. Identifique os valores nominais dos resistores indicados a seguir por meio do seu código de cores (**Anexo 1\_Código\_cores\_resistores**).

Resistor:	$R_A$	$R_B$	$R_C$
Código de cores:	<b>Marrom Vermelho Marrom</b>	<b>Verde Azul Laranja</b>	<b>Marrom Preto Azul</b>

- 1.3. Avalie se o multímetro portátil está configurado para operar na configuração padrão (*default*) (**vide manual do equipamento**). Depois disso, meça as resistências  $R_A$ ,  $R_B$  e  $R_C$  com o **ohmímetro** com a resolução padrão do equipamento.
- 1.4. Calcule a incerteza da medição instrumental do ohmímetro para cada valor de resistência mensurada (**Anexo 2\_Incerteza\_instrumental\_TX3\_conf\_padrao**).
- 1.5. Compare os resultados obtidos experimentalmente com os valores nominais.

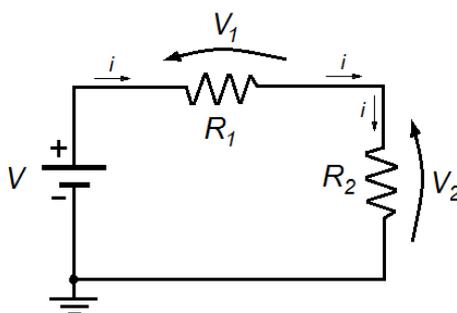
## 2. Montagem de circuitos resistivos e avaliação da limitação do voltímetro digital

*Objetivos: exercitar montagens de circuitos simples em protoboard, efetuar medições de tensão com voltímetro e avaliar suas limitações.*

Neste item analisaremos o circuito divisor resistivo apresentado na **Figura 1**.

### 2.1. Medições de tensões DC com Voltímetro.

Considere os valores nominais de  $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ . Meça o valor dos resistores  $R_1$  e  $R_2$  com o ohmímetro.

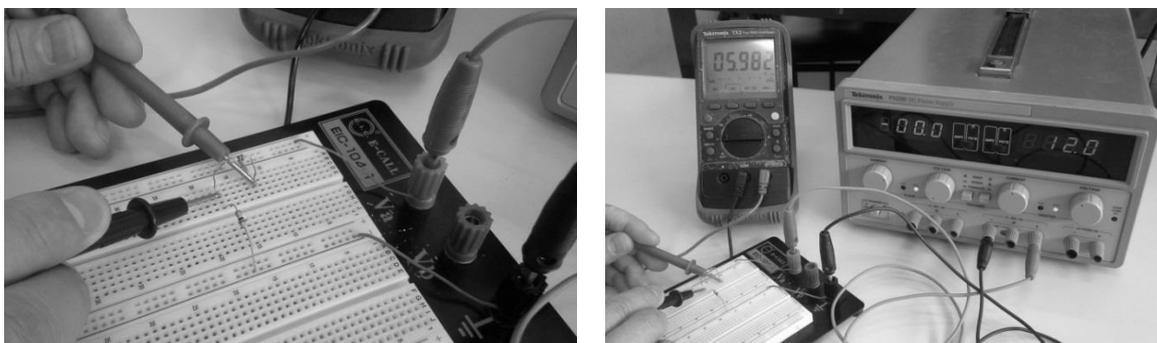


**Figura 1:** Esquema elétrico do circuito divisor resistivo.

A seguir, monte o circuito da **Figura 1** num **protoboard** (**Anexo 3\_Protoboards**).

**Dicas:** veja como montar e medir tensões no circuito com o multímetro portátil através do exemplo ilustrado na **Figura 2**. Utilize a fonte de tensão contínua (DC) disponível para alimentar o circuito. Leia o **item 4 da Introdução Teórica** para obter maiores detalhes e cuidados a serem tomados com as fontes de tensão contínua.

- . Programe a fonte de tensão para fornecer **12 V** e conecte-a ao circuito da Figura 1.
- . Meça as tensões **V**, **V<sub>1</sub>** e **V<sub>2</sub>** com o voltímetro portátil (modo de operação DC) e anote os valores obtidos em Tabela 2.



**Figura 2:** Montagem do circuito em *protoboard* e procedimento de medição.

## 2.2. Valores teóricos das tensões ( $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ )

- Calcule a tensão  $V_2$  do circuito da Figura 1, considerando: os valores experimentais dos resistores e que o voltímetro possui resistência interna infinita (voltímetro ideal).
- Considere agora que o voltímetro real possui uma resistência interna de  $10 \text{ M}\Omega$ . Repita os cálculos para obter a tensão  $V_2$ .
- Compare os resultados acima com os resultados experimentais (item 2.1)

## 2.3. Medição de tensões em circuitos com resistência elevada ( $R_1 = R_2 = 10 \text{ M}\Omega$ )

Troque os resistores da Figura 1 para  $R_1 = R_2 = 10 \text{ M}\Omega$ , mantendo a tensão de alimentação em  $12 \text{ V}$ .

- Meça as resistências  $R_1$  e  $R_2$
- Meça as tensões  $V_1$  e  $V_2$
- Desenhe o circuito equivalente com o voltímetro real sobre o resistor  $R_2$  (item 3.1 da Introdução Teórica)
- Calcule a tensão  $V_2$  sobre o resistor  $R_2$  supondo dois casos: voltímetro ideal e real
- Compare os resultados teóricos e experimentais, apresentando o erro relativo entre os resultados.
- Tire suas conclusões.

## 3. Medição de corrente com amperímetro digital

---

*Objetivos: exercitar montagens de circuitos simples em protoboard, efetuar medições de corrente com amperímetros e avaliar suas limitações.*

---

- 3.1 Monte um circuito simples com um resistor de  $10 \text{ k}\Omega$  nominal alimentado por uma tensão de  $12 \text{ V}$ . Meça a corrente do circuito com um amperímetro digital. Calcule a corrente esperada e compare com o valor experimental. A resistência interna do amperímetro afetou esta medição?

## 4. Avaliação da dissipação de calor no resistor

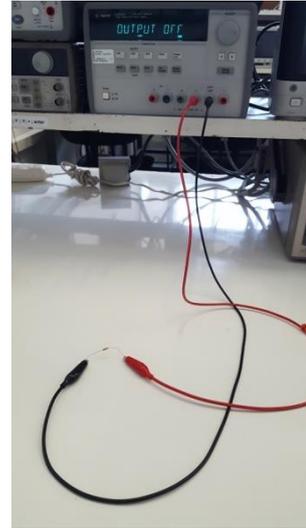
---

*Objetivo: avaliar a capacidade de dissipação de calor de resistores*

---

Conecte um resistor de  $100\ \Omega$  de  $\frac{1}{4}\ W$  diretamente à fonte (programando-o para 0 V com limite de corrente para 0,5 A), por meio de cabos e garras jacaré. Atenção: **não use o protoboard nesta etapa da experiência!!!!**

Veja o exemplo ao lado →



A seguir, efetue:

- Aumente devagar, com passos de 1 V, a tensão de alimentação sobre o resistor a partir de 0 V até atingir no máximo 20 V.
- Descreva o que foi observado com relação ao resistor a cada acréscimo de volt. Explique o que observou.

## 5. Circuitos resistivos com alimentação de tensão AC – medição com voltímetro

---

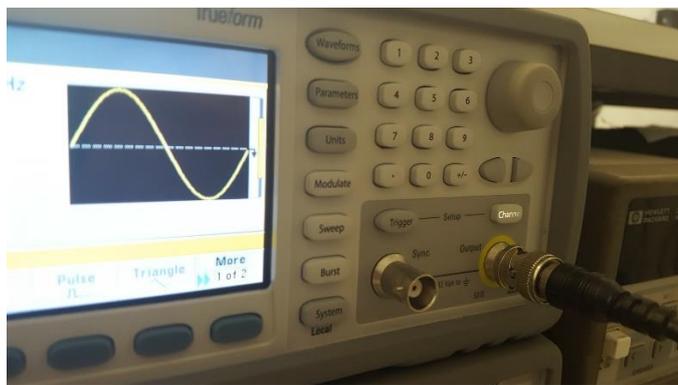
*Objetivos: aprender a utilizar o gerador de funções para programar sinais alternados para alimentar circuitos elétricos, e exercitar medições de tensão alternada com o multímetro.*

---

Repita a montagem do circuito resistivo da Figura 1 com  $R_1 = R_2 = 100\ k\Omega$ . No entanto, agora você irá alimentar o circuito com uma fonte de tensão alternada (utilize o gerador de funções modelo **33500B da Agilent**).

Para isso, programe o gerador de funções para operar na condição de **HIGH Z** (ver item 5 da **Introdução Teórica**). Depois disso, selecione no gerador um sinal de tensão eficaz ( $V_{RMS} = 7\ V$ ), função senoidal e frequência = 1 kHz.

**Observação:** note que a saída do gerador de funções tem um terminal BNC (fêmea). Você precisará utilizar um cabo BNC-Bananas (**Anexo 4\_Cabos\_Conectores**) para conectar o gerador ao circuito via protoboard, conforme exemplo da Figura 3.



**Figura 3:** Cabo coaxial com conectores BNC-bananas utilizado na saída do gerador de funções.

- a) Faça um esquema com esboço da montagem, indicando valores dos componentes e o voltímetro.
- b) Meça a tensão da fonte e sobre os resistores R1 e R2 com o multímetro portátil no modo de operação DC e depois no modo de operação AC. Anote os valores obtidos em tabela apropriada.
- c) Discuta sobre os resultados obtidos.