



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
PSI - EPUSP

PSI 3212– LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

No. USP	Nome	Nota	Bancada

Data:	Turma:	Profs:
-------	--------	--------

EXPERIÊNCIA 1: INSTRUMENTAÇÃO LABORATORIAL

GUIA EXPERIMENTAL E ROTEIRO DO RELATÓRIO

Edição 2019

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. São eles: multímetro digital portátil e fonte de tensão DC. Além disso, os alunos aprenderão os procedimentos para a montagem de circuitos em *proto-board* e para medição de grandezas elétricas. Serão exploradas as principais funções dos multímetros e apresentadas as suas limitações. Também serão abordados conceitos de incertezas instrumentais.

Materiais necessários para realização do experimento:

- 1 multímetro digital portátil modelo TX3 –TEKTRONIX (sala C1-06) ou 1 multímetro digital portátil modelo DMM830 – TEKTRONIX (sala C1-01);
- 1 fonte de tensão contínua, modelo E3631A Power Supply, da AGILENT;
- 1 *proto-board*;
- 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 (*vide item 3.3 da **Introdução Teórica***) e descreva-os:

A figura abaixo sugere como conectar um resistor ao multímetro portátil, utilizando-se cabos simples com terminações banana e garras jacaré.



Faça um esboço do multímetro conectado ao resistor, indicando a posição do seletor e os terminais utilizados para a medição de resistência.

- 1.2. Identifique os resistores R_A , R_B e R_C da **Tabela 1** por meio do seu código de cores (vide [Anexo 1_Código_cores_resistores.pdf](#) na pasta **Anexos da Experiência 01**).
- 1.3. Configure o multímetro digital para operar na configuração padrão (ou default) (por exemplo, no multímetro portátil TX3 o modo padrão é de 5000 contagens)¹ (para mais informações, vide o manual do equipamento na aba “**Manuais**” no e-disciplinas da disciplina). Depois disso, meça as resistências R_A , R_B e R_C com o **ohmímetro**.
- 1.4. Calcule a incerteza da medição instrumental do ohmímetro para cada valor de resistência (vide [Incerteza_instrumental_multímetro_TX3_Tektronics_default_2018.pdf](#) ou [incerteza_instrumental_multímetro_DMM830_Tektronix_2018.pdf](#) na pasta **Anexos da experiência 01**, para obter as expressões fornecidas pelo fabricante do seu multímetro). Assista ao vídeo “**Como calcular incerteza instrumental dos multímetros digitais**” no e-disciplinas, para entender como efetuar os cálculos.

Tabela 1 – Dados relacionados à medição dos resistores. Modelo do multímetro: _____

	Código de cores	Valor nominal da resistência (pelo código de cores)	Tolerância nominal (pelo código de cores)	Valor obtido com o ohmímetro	Escala e resolução utilizadas no ohmímetro	Incerteza da medição instrumental * (somente alg. significativo):
R_A	Marron Vermelho Marron				Escala: Resolução:	
R_B	Verde Azul Laranja				Escala: Resolução:	
R_C	Marron Preto Azul				Escala: Resolução:	

* Apresente as fórmulas utilizadas e os cálculos efetuados para cada caso:

¹ Para habilitar a configuração *default* ou *high resolution* no multímetro TX3: pressione e segure por alguns segundos o botão azul do painel do multímetro e clique na tecla softkey “4” até encontrar a função *HrEs*. Acione a softkey + (1) = ON (para selecionar *high resolution*) e a tecla - (2) = OFF (para selecionar *default*).

- 1.5. Compare os resultados obtidos experimentalmente com os valores nominais. Apresente o erro relativo (%) entre os resultados obtidos pelo instrumento e os valores nominais fornecidos, e faça suas conclusões.

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.

Meça o valor experimental dos resistores R_1 e R_2 . A seguir monte o circuito da **Figura 1** num **protoboard** (informações sobre protoboard encontram-se no **Anexo 3_Protoboards.pdf** situado na pasta **Anexos da Experiência 01**).

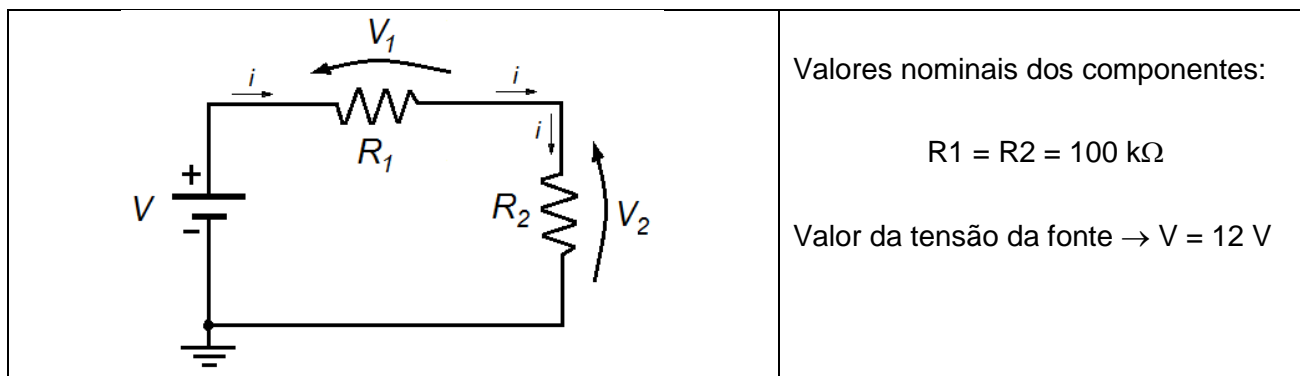


Figura 1: Esquema elétrico do circuito divisor resistivo.

Dicas: veja exemplos de como montar um circuito no protoboard e medir tensões no circuito com o multímetro portátil através de exemplos ilustrados na **Figura 2**. Utilize a fonte de tensão contínua

(DC) disponível em sua bancada para alimentar o circuito. Leia o item 4 da **Introdução Teórica e assista ao vídeo “Fonte DC: como programar o limitador de corrente”** para obter maiores detalhes e cuidados a serem tomados com esta fonte de tensão. Consulte o manual da fonte DC (acesse a aba “Manuais”) se desejar obter outras informações técnicas da fonte.

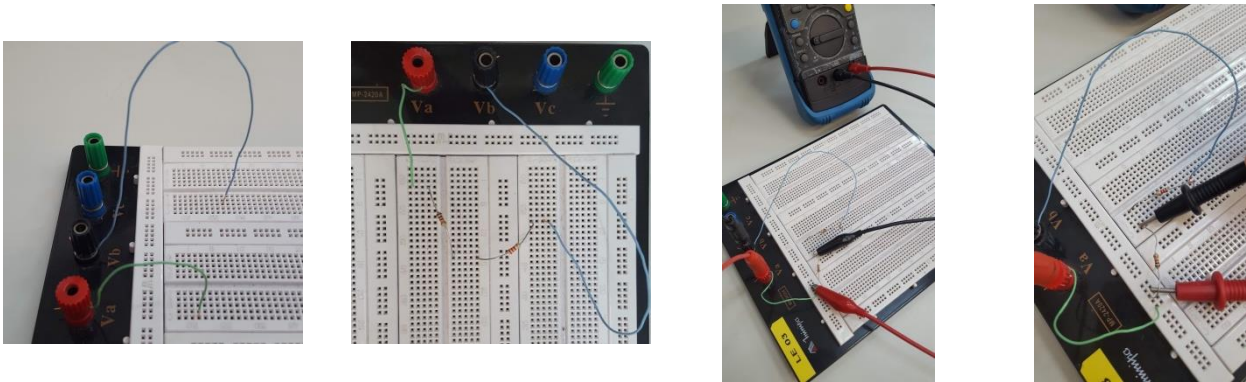


Figura 2: Exemplos de montagem de circuito em *protoboard* e de medição com multímetro.

- Faça um esboço da montagem experimental, indicando como os equipamentos estão conectados aos componentes do circuito, e apresente os valores experimentais dos resistores.

- Programe a fonte de tensão para fornecer **12 V** e conecte-a ao circuito da Figura 1. Meça as tensões **V**, **V₁** e **V₂** com o voltímetro portátil (modo de operação DC) e anote os valores obtidos:

V	V ₁	V ₂

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

- a)** Calcule a tensão **V₂** do circuito da Figura 1, considerando: os valores experimentais dos resistores e resistência interna infinita do voltímetro (ou seja, assumo que o voltímetro é ideal).

b) Considere agora o voltímetro real com resistência interna de $10\text{ M}\Omega$. **Repita os cálculos** para obter a tensão V_2 :

--

c) **Compare** os resultados dos cálculos com os resultados experimentais obtidos no item 2.1 (analise os resultados baseando-se no erro relativo em ambos os casos).

--

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

a) Troque os resistores da Figura 1 para os valores $R_1 = R_2 = 10\text{ M}\Omega$. Repita o procedimento experimental do item 2.1, informando os valores experimentais de R_1 , R_2 , V_1 e V_2 nesta nova condição.

R1	R2	V1	V2

b) Desenhe o circuito com os modelos equivalentes dos equipamentos utilizados. Considere a fonte de tensão ideal e o voltímetro real sobre a carga R_2 (vide item 3.1 da Introdução Teórica):

--

c) Calcule a tensão V_2 sobre o resistor R_2 supondo dois casos: voltímetro ideal e real

ideal:	real:
--------	-------

d) Apresente o erro relativo entre o valor experimental e o calculado nos dois casos acima.

--	--

e) Apresente 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 no *protoboard* com um resistor de **10 kΩ** alimentado por uma tensão de **12 V**. Inclua o amperímetro digital neste circuito para efetuar a medição de corrente, de acordo com a sugestão do item 3.2 da Introdução Teórica.

Desenhe o circuito elétrico conectado ao amperímetro. Faça um esboço do amperímetro (indique a posição do seletor do medidor e os terminais utilizados nesta medição).

--

Indique o valor experimental e compare com o valor esperado teoricamente.

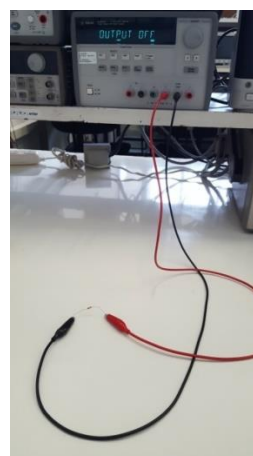
--

A resistência interna do amperímetro afetou a medição neste caso? Justifique.

4. Avaliação da dissipação de calor no resistor

Objetivo: avaliar a capacidade de dissipação de calor de resistores

Conecte um resistor de $100\ \Omega$ e potência de $1/8$ de watt ($1/8\ W$) diretamente à fonte de tensão (programando-a para fornecer $0\ V$ e com limite de corrente igual a $0,5\ A$), por meio de cabos e garras jacaré. Atenção: **não use o protoboard nesta etapa da experiência!!!!!!**



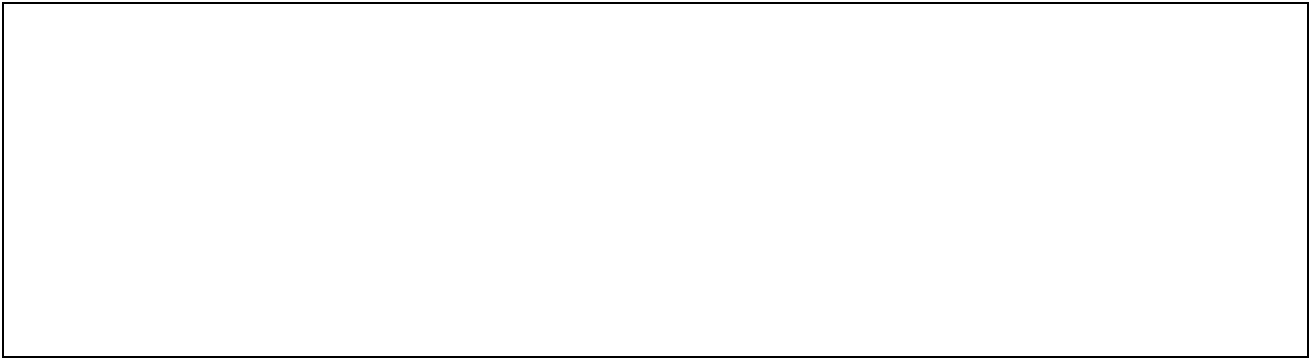
Veja a sugestão de montagem da figura ao lado.

A seguir, efetue:

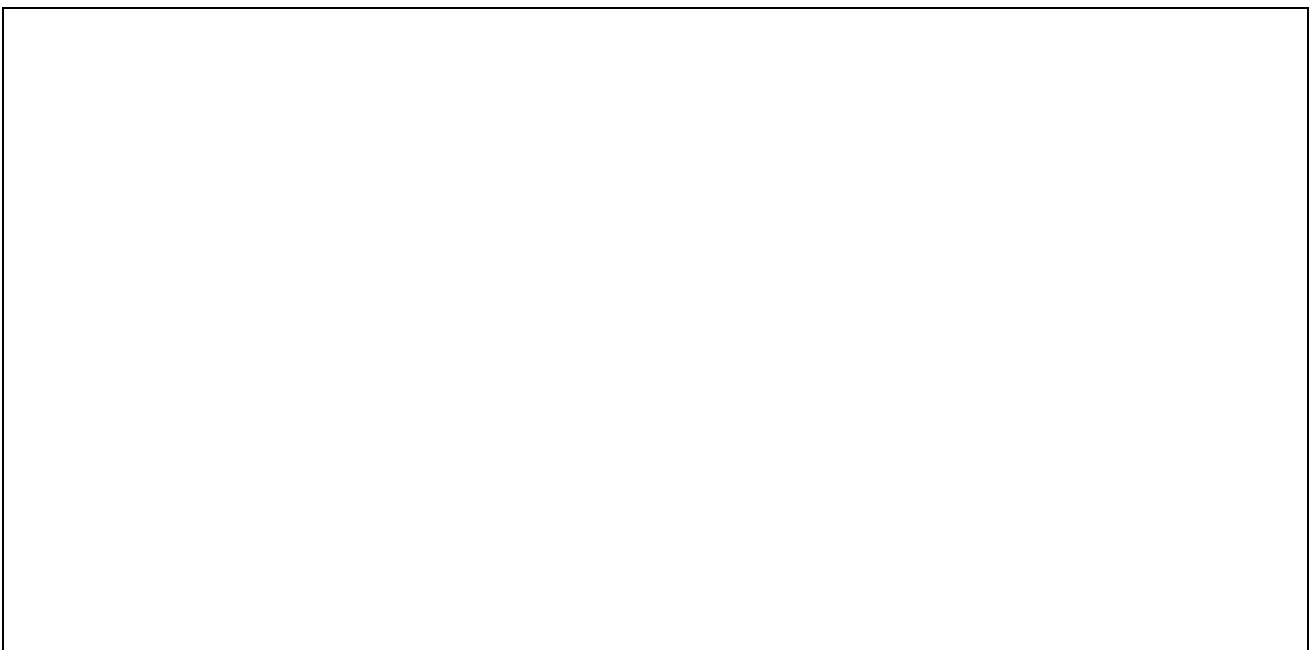
- Aumente devagar, com passos de $1\ V$, a tensão de alimentação sobre o resistor a partir de $0\ V$ até atingir no máximo $20\ V$ (sugestão: altere a tensão a cada 10 segundos aproximadamente). Através do amperímetro da fonte de tensão, meça a corrente em cada passo. Esboce o gráfico da tensão em função da corrente medida.

Valores medidos:	Gráfico (V em função da I):

- **Descreva** o que foi observado com o componente a cada acréscimo de volt.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student to describe their observations during the experiment.

- **Analise** o que ocorreu com o resistor nesse ensaio.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student to analyze what happened to the resistor during the experiment.