

Aula 1: Instrumentos de Medição – Parte 1

Objetivos

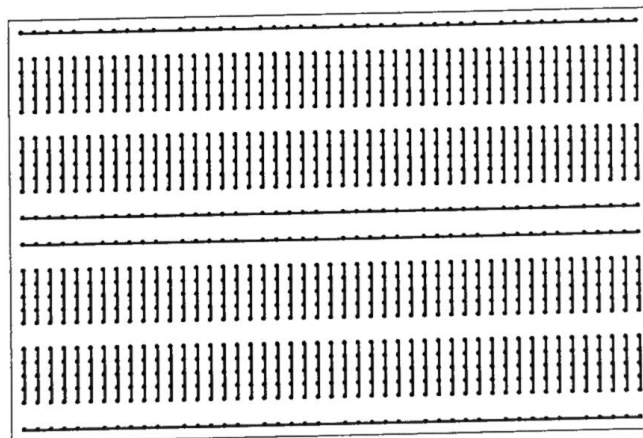
- Familiarizar-se com a matriz de contatos (*protoboard*).
- Aprender a identificar resistores por meio do código de cores.
- Utilizar o multímetro para medidas de tensão, corrente e resistência.

Lista de material

- Fonte de tensão DC
- Multímetro
- Resistores

Roteiro do experimento

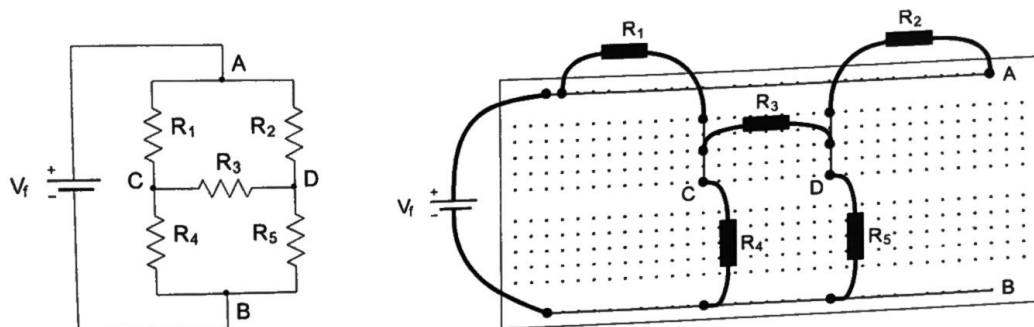
As conexões internas de uma *protoboard* (placa-protótipo ou matriz de contatos) são mostradas na figura abaixo. Observe que **todos** os furos de uma mesma linha horizontal (em vermelho) estão conectados entre si, enquanto nas linhas verticais (em azul) apenas **grupos de 5 furos** estão conectados entre si. Note que não há conexão entre grupos verticais adjacentes.



Para verificar **continuidade** usando o multímetro, gire a chave seletora para a escala indicada por um diodo (\rightarrow). O multímetro emitirá um som (e mostrará resistência zero ou próxima de zero) quando os dois terminais estiverem “em curto”, isto é, no mesmo potencial. Para testar, encoste uma na outra as duas ponteiros do multímetro.

1) Familiarização com a *protoboard*.

- a) Monte o circuito abaixo na *protoboard* (desconsidere a fonte de tensão), seguindo aproximadamente o exemplo fornecido. **Ignore os valores dos resistores**. Observe que para cada nó do circuito (A, B, C e D) foi atribuído um grupo de furos da *protoboard*.
- b) Verifique se todas as conexões foram feitas corretamente usando a medida de continuidade do multímetro. Por exemplo, encoste as ponteiros do multímetro nos terminais dos dois resistores conectados ao ponto A e verifique se é emitido um aviso sonoro.



DICA: Quando se está medindo a resistência de um resistor com o multímetro, a prática de segurar com as mãos os terminais do resistor pode interferir na medição (uma vez que o corpo estará em paralelo com o resistor). Uma forma de evitar esse problema é realizar a medição com o resistor conectado na *protoboard* (desde que seus terminais não estejam em curto, claro).

- **Resistores** comerciais são identificados por um **código de cores** que permite determinar sua resistência. Este código de cores está descrito na tabela abaixo (veja também a tabela afixada na parede do laboratório). A 1ª faixa corresponde ao dígito das dezenas, a 2ª faixa corresponde ao dígito das unidades, a 3ª faixa corresponde a um fator multiplicativo, e a 4ª faixa indica a "tolerância" no valor de resistência especificado (isto é, o máximo erro relativo entre o valor especificado e o valor real). Por exemplo, "marrom, vermelho, laranja, prata" corresponde a uma resistência de $12 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ (a qual pode estar situada entre $10,8 \text{ k}\Omega$ e $13,2 \text{ k}\Omega$).
- Resistores de maior precisão possuem 5 faixas; nesse caso, a 1ª faixa indica o dígito das centenas, e as demais seguem a mesma convenção.

Código de cores

Cores	1ª faixa: 1º dígito	2ª faixa: 2º dígito	3ª faixa: Multiplicador	4ª faixa: Tolerância
(Ausência)	-	-	-	20%
Prateado	-	-	$10^{-2} = 0,01$	10%
Dourado	-	-	$10^{-1} = 0,1$	5%
Preto	0	0	$10^0 = 1$	-
Marrom	1	1	$10^1 = 10$	1%
Vermelho	2	2	$10^2 = 100$	2%
Laranja	3	3	$10^3 = 1\ 000$	3%
Amarelo	4	4	$10^4 = 10\ 000$	4%
Verde	5	5	$10^5 = 100\ 000$	-
Azul	6	6	$10^6 = 1\ 000\ 000$	-
Violeta	7	7	$10^7 = 10\ 000\ 000$	-
Cinza	8	8	-	-
Branco	9	9	-	-

2) Responda as questões a seguir.

- a) Quais valores de resistências correspondem às seguintes sequências de cores? i) amarelo, verde, marrom, prata; ii) verde, azul, amarelo, ouro; iii) branco, preto, vermelho; iv) marrom, preto, prata, marrom.

i) $450 \Omega \pm 10\%$

iii) $9 \text{ k}\Omega \pm 20\%$

ii) $560 \text{ k}\Omega \pm 5\%$

iv) $0,1 \Omega \pm 1\%$

- b) Quais sequências de cores correspondem aos seguintes valores de resistências? i) $22 \text{ k}\Omega \pm 5\%$; ii) $6,9 \text{ M}\Omega \pm 10\%$; iii) $120 \Omega \pm 2\%$; iv) $3,3 \text{ k}\Omega \pm 20\%$.

i) Vermelho, vermelho, laranja, dourado

ii) Azul, branco, verde, prata

iii) Marrom, vermelho, marrom, vermelho

iv) Laranja, laranja, vermelho

- Para utilizar o multímetro na função de **ohmímetro** (medidor de resistência), gire a chave seletora até uma das escalas de resistência, indicadas pelo símbolo " Ω ".
- As pontas de prova devem estar conectadas usando a seguinte convenção: **ponteira preta** no terminal indicado por "COM" (comum/referência) e **ponteira vermelha** no terminal indicado por " V/Ω ".
- **Para medir a resistência** equivalente entre os pontos A e B, uma das pontas deve ser conectada ao ponto A e a outra ao ponto B, não importando a ordem entre elas;
- Cada **escala** do multímetro é rotulada com um número seguido possivelmente de um multiplicador (Ex.: 200K); o número indica o maior valor que pode ser medido nesta escala, enquanto o multiplicador indica o fator pelo qual a leitura do visor deve ser multiplicada. Por exemplo, uma leitura de resistência de "123.4" na escala de 200K significa $123,4 \text{ k}\Omega$.

- 3) Para cada um dos quatro resistores fornecidos, realize o que se pede, preenchendo a Tabela 1.
- Determine a resistência especificada pelo fabricante (valor comercial) utilizando o código de cores. Não esqueça de indicar a tolerância.
 - Meça a resistência utilizando o multímetro sempre na escala mais apropriada. Não esqueça de indicar a unidade associada a cada valor medido.
 - A resistência medida está situada dentro da tolerância especificada pelo fabricante? Caso não esteja, experimente refazer os itens anteriores.

Tabela 1

Resistor	Valor comercial	Resistência medida	Escala	Confere?
R1	$380 \text{ k}\Omega \pm 5\%$	$380 \text{ k}\Omega$	2M	OK
R2	$120 \text{ k}\Omega \pm 5\%$	$118,5 \text{ k}\Omega$	200K	OK
R3	$56 \text{ k}\Omega \pm 5\%$	$55,9 \text{ k}\Omega$	200K	OK
R4	$750 \Omega \pm 5\%$	747Ω	2K	OK

- Para utilizar o multímetro na função de **voltímetro** (medidor de tensão) **de corrente contínua** (DC, do inglês *direct-current*) gire a chave seletora até uma das escalas de tensão, indicadas pelo símbolo "V--".
- As pontas de prova devem estar conectadas usando a seguinte convenção: **ponteira preta** no terminal indicado por "COM" (comum/referência) e **ponteira vermelha** no terminal indicado por "V/Ω".
- **Para medir a queda de tensão** do ponto A (+) para o ponto B (-), isto é, V_{AB} , deve-se colocar a ponteira vermelha em contato com o ponto A e a ponteira preta em contato com o ponto B.
- Cada **escala** do multímetro é rotulada com um número seguido possivelmente de um multiplicador (ex: 200m); o número indica o maior valor que pode ser medido nesta escala, enquanto o multiplicador indica o fator pelo qual a leitura do visor deve ser multiplicada. Por exemplo, uma leitura de tensão de "123.4" na escala de 200m significa 123,4 mV.
- Para ligar a **fonte de alimentação DC** aperte o botão POWER. Os valores limites de tensão e corrente podem ser ajustados a partir dos botões V-SET e I-SET. O botão OUTPUT ON/OFF liga ou desliga o canal de saída da fonte de alimentação. O modo de regulação, tensão constante (CV) ou corrente constante (CC), é mostrado no display quando a saída é ligada.

- 4) Siga os procedimentos a seguir, preenchendo a Tabela 2.
- a) Ajuste a fonte de alimentação para cada um dos valores de tensão listados na tabela.
 - b) Com a ponteira preta do multímetro em contato com o terminal negativo da fonte de alimentação (marcado como "-") e a ponteira vermelha em contato com o terminal positivo (indicado por "+"), meça as tensões da fonte. Utilize sempre a escala mais apropriada.

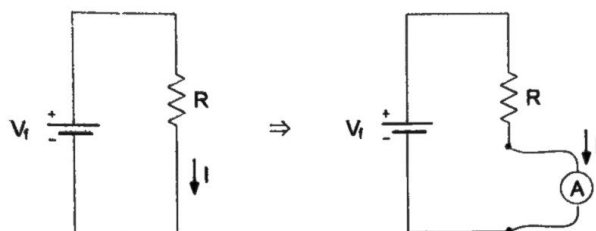
Tabela 2

	Valor Medido	Escala
1 V	1,074 V	2 V
5 V	5,07 V	20 V
12 V	11,97 V	20 V
24 V	23,8 V	200 V

- Para utilizar o multímetro na função de **amperímetro** (medidor de corrente) **de corrente contínua** gire a chave seletora até uma das escalas de corrente contínua, indicadas pelo símbolo "A--".
- As ponteiros devem estar conectadas usando a seguinte convenção: **ponteira preta** no terminal indicado por "COM" (comum/referência) e **ponteira vermelha** no terminal indicado por "mA".
- **Para medir a corrente** que percorre um determinado ramo do circuito, é preciso primeiramente **abrir o circuito** em algum ponto deste ramo (isto é, desconectar fisicamente um de seus terminais), de forma que não passe mais nenhuma corrente através do ramo. Em seguida o amperímetro deve ser ligado ao ramo aberto de forma a **fechar novamente o circuito**, isto é, a corrente que se deseja medir deve **atravessar o amperímetro**.
- O amperímetro apresentará uma leitura positiva quando percorrido por uma corrente positiva da ponteira vermelha para a ponteira preta.

IMPORTANTE: nunca ligue um amperímetro em paralelo com o ramo em que se deseja medir a corrente, ou diretamente em uma fonte de tensão. Isto ocasionaria uma corrente muito alta atravessando o amperímetro, o que em pouco tempo queimaria seu fusível interno.

- 5) Considere o circuito abaixo, em que um resistor R é alimentado por uma fonte de tensão V_f .



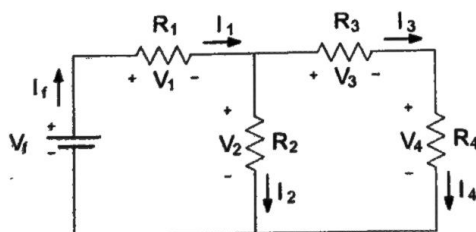
- Considere $R = R_1 = 10 \text{ k}\Omega$. Monte o circuito na *protoboard* com $V_f = 5 \text{ V}$. Verifique que o circuito está montado corretamente; para isto, meça a tensão nos terminais do resistor.
- Para cada valor de V_f dado pela Tabela 3, calcule a corrente usando a Lei de Ohm e em seguida meça a corrente utilizando o amperímetro.
- Repita o item anterior considerando $R = R_2 = 27 \text{ k}\Omega$.

Tabela 3

$$U = R \cdot I$$

V_f	I_{R1} (teórica)	I_{R1} (medida)	Escala	I_{R2} (teórica)	I_{R2} (medida)	Escala
0V	0 A	0 A		0 A	0 A	
5V	0,5 mA	0,5 mA	20 mA	0,18 mA	0,18 mA	20 mA
12V	1,2 mA	1,21 mA	20 mA	0,44 mA	0,45 mA	20 mA
24V	2,4 mA	2,43 mA	20 mA	0,88 mA	0,88 mA	20 mA

- 6) Considere o circuito abaixo. Assuma $V_f = 12 \text{ V}$, $R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 27 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ e $R_4 = 15 \text{ k}\Omega$.



- Monte o circuito na *protoboard* e meça sua resistência equivalente R_{eq} (vista pelos terminais da fonte), **com a fonte desconectada**. Preencha o valor encontrado na Tabela 4. Caso o valor esteja discrepante do encontrado teoricamente, significa que houve erro na montagem.
- Continue preenchendo a Tabela 4, medindo primeiramente as tensões, e em seguida as correntes. Lembre que **o amperímetro deve ser conectado em série**. Utilize sempre a escala que proporciona maior precisão para cada medida. Caso algum valor medido se mostre muito discrepante do valor teórico, refaça sua medição.

DICA: Sempre que um valor medido não estiver próximo do valor teórico (assumindo que este foi calculado corretamente), significa que houve erro na medição **ou** na montagem do circuito. Alguns procedimentos que podem ser usados para verificar se a montagem está correta incluem:

- Verificar a resistência equivalente do circuito (com a fonte desconectada);
- Verificar a continuidade do circuito (com a fonte desligada);
- Verificar se há tensão nos terminais da fonte e nos terminais dos resistores.

Tabela 4

	Valor teórico	Valor medido	Escala
R_{eq}	14,48 k Ω	14,33 k Ω	20 k Ω
V_f	12 V	11,99 V	20 V
V_1	1,24 V	1,243 V	2 V
V_2	10,76 V	10,76 V	20 V
V_3	4,30 V	4,31 V	20 V
V_4	6,45 V	6,44 V	20 V
I_f	0,829 mA	0,84 mA	20 mA
I_1	0,829 mA	0,84 mA	20 mA
I_2	0,398 mA	0,40 mA	20 mA
I_3	0,430 mA	0,43 mA	20 mA
I_4	0,430 mA	0,43 mA	20 mA