Sumário

Introdução 5
Corrente elétrica 6
Descargas elétricas 6
Unidade de medida da intensidade de corrente elétrica 8
Cargas que se movimentam 10
Corrente contínua 10
Resistência elétrica 11
Origem da resistência elétrica 11
Unidade de medida da resistência elétrica 12
Instrumento de medição de resistência elétrica 13
Aplicações da resistência elétrica 13
Medição de resistência elétrica 13
Medição de resistência com o multímetro 14
Procedimentos para medição de resistência com o multímetro 16
Desconexão de resistência 16
Seleção da escala ou fator multiplicativo 17
Ajuste do zero 17
Conexão do instrumento à resistência 19
Interpretação da leitura 20
Apêndice 22
Questionário 22
Bibliografia 22

Espaço SENAI

Missão do Sistema *SENAI*

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do País, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão de tecnologia.

No *SENAI* a Formação Profissional está voltada para a Educação permanente e a cidadania.

Introdução

A eletricidade está presente diariamente na vida do homem moderno, seja na forma de um relâmpago num dia de tempestade ou no simples ligar de uma lâmpada. A nossa volta, milhões de cargas elétricas fluem sem que percebamos, originando efeitos que nos são agradáveis, tais como luz, som, calor etc.

Para se entender como são obtidos estes efeitos, faz-se necessário, em primeiro lugar, compreender o movimento das cargas elétricas e suas particularidades.

Este fascículo foi elaborado para isso e tratará, portanto, das grandezas corrente e resistência elétrica, visando a capacitá-lo a interpretar e medir resistência elétrica inclusive caracterizando os seus efeitos sobre a circulação da corrente.

Para ter sucesso no desenvolvimento do conteúdo e atividades deste fascículo, o leitor já deverá ter conhecimentos relativos a:

- Estrutura da matéria.
- Diferença de potencial entre dois pontos.

Corrente elétrica

A corrente elétrica consiste em um movimento orientado de cargas, provocado pelo desequilíbrio elétrico (ddp) existente entre dois pontos, como mostrado na **Fig.1**.

Fig.1 Origem da corrente elétrica.

A corrente elétrica é a forma pela qual os corpos eletrizados procuram restabelecer novamente o equilíbrio elétrico.

DESCARGAS ELÉTRICAS

As descargas elétricas são fenômenos comuns na natureza. Os relâmpagos são exemplos característicos de descargas elétricas.

O atrito contra o ar faz com que as nuvens fiquem altamente eletrizadas, adquirindo um potencial elevado (tensão muito alta). Quando duas nuvens com potenciais elétricos diferentes se aproximam uma da outra, ocorre uma descarga elétrica (relâmpago) entre elas, como ilustrado na **Fig.2**.

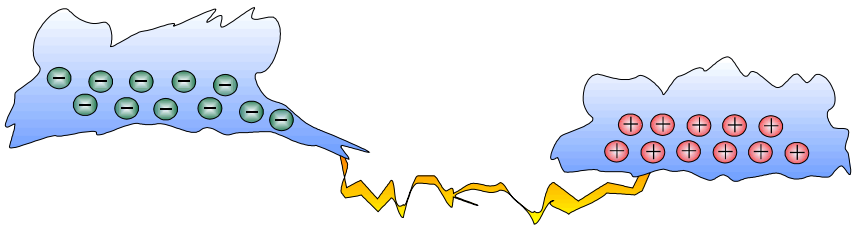


Fig.2 Descarga elétrica entre duas nuvens com potenciais diferentes.

Esta descarga nada mais é do que uma transferência orientada de cargas elétricas de uma nuvem para a outra.

A descarga elétrica é o movimento de cargas elétricas orientado entre dois pontos onde exista ddp.

Durante a descarga, um grande número de cargas elétricas é transferido numa única direção para diminuir o desequilíbrio elétrico entre dois pontos, conforme mostrado na **Fig.3**.

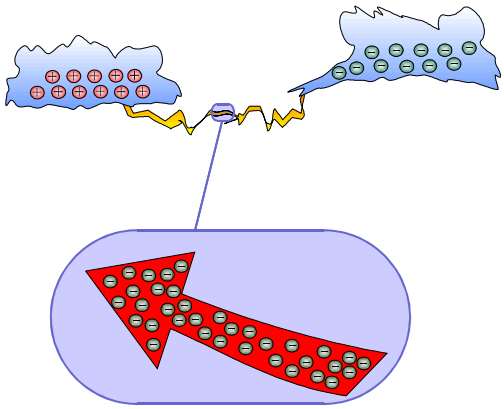


Fig.3 Movimento de cargas elétricas entre nuvens de diferentes potenciais.

Os elétrons que estão em excesso em uma nuvem se deslocam para a nuvem que tem falta de elétrons.

O deslocamento de cargas elétricas entre dois pontos onde existe uma **ddp** é denominado de corrente elétrica.

Corrente elétrica é o deslocamento orientado de cargas elétricas entre dois pontos quando existe uma ddp entre estes pontos.

A partir da definição de corrente elétrica, pode-se concluir que o relâmpago é uma corrente elétrica que ocorre devido à tensão elétrica existente entre as nuvens.

Durante o curto tempo de duração de um relâmpago, um grande número de cargas elétricas flui de uma nuvem para outra. Dependendo da grandeza do desequilíbrio elétrico entre as duas nuvens, a descarga (corrente elétrica) entre elas pode ter maior ou menor intensidade.

UNIDADE DE MEDIDA DA INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA

A corrente é uma grandeza elétrica e sua intensidade pode ser medida com um instrumento.

A unidade de medida da intensidade da corrente elétrica é o ampère e é representada pelo símbolo A.

Ampère é a unidade de medida da intensidade de corrente elétrica.

Uma intensidade de corrente de 1A significa que 6,25 x 10^{18} cargas elétricas passam em 1 segundo por um determinado ponto.

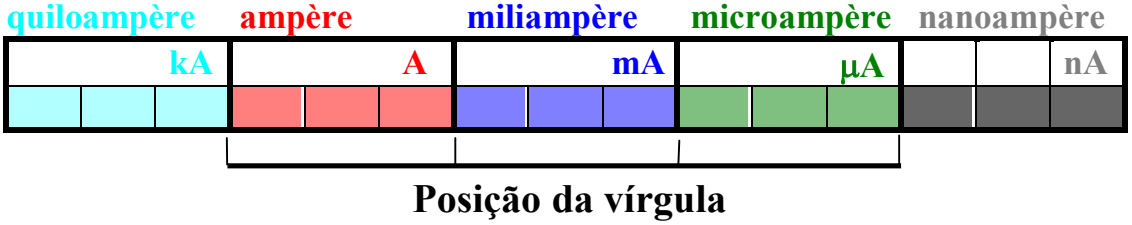
A unidade de intensidade de corrente também tem múltiplos e submúltiplos conforme apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1 Múltiplos e submúltiplos do ampére.

Denominação	Símbolo	Relação com a unidade
Quiloampère	kA	10^{3}A ou 1.000A
Ampère	A	-
Miliampère	mA	10^{-3}A ou 0,001A
Microampère	µA	10^{-6}A ou 0,000001A
Nanoampère	nA	10^{-9}A ou 0,000000001A
Picoampère	PA	10^{-12}A ou 0,000000000001A

No campo da eletrônica são mais utilizados o ampère, miliampère e o microampère.

A conversão de valores é feita de forma semelhante à de outras unidades de medida.



Apresentam-se a seguir alguns exemplos de conversão.

1) 1,2A é o mesmo que 1200mA. Veja porque:

kA			A			mA			µA					nA
					1	2								

kA			A			mA			µA					nA
					1	2	0	0						

2) 15µA é o mesmo que 0,015mA. Veja porque:

kA			A			mA			µA					nA
										1	5			

kA			A			mA			µA					nA
								0	0	1	5			

3) 350mA é o mesmo que 0,35A. Veja porque:

kA			A			mA			µA					nA
						3	5	0						

kA			A			mA			µA					nA
					0	3	5	0						

O instrumento utilizado para medir a intensidade de corrente é o amperímetro. Dependendo da intensidade da corrente, pode-se usar ainda:

- Miliamperímetros: para a medição de correntes da ordem de miliampères.
- Microamperímetros: para a medição de correntes da ordem de microampères.
- Nanoamperímetros: para a medição de correntes da ordem de nanoampères.
- Picoamperímetros: para a medição de correntes da ordem de picoampères.

CARGAS QUE SE MOVIMENTAM

Corrente elétrica é o movimento de cargas elétricas. Nos materiais sólidos, as cargas que se movimentam são os elétrons, enquanto que nos líquidos e gases o movimento pode ser de elétrons ou íons positivos.

CORRENTE CONTÍNUA

Quando o movimento de cargas elétricas (sejam elétrons ou íons) ocorre sempre em um sentido, a corrente elétrica é denominada de corrente contínua.

Corrente contínua é a corrente elétrica que flui sempre no mesmo sentido.

A corrente elétrica contínua é denominada normalmente de CC.

Resistência elétrica

Resistência elétrica é uma propriedade dos materiais que reflete o grau de oposição ao fluxo de corrente elétrica.

Resistência elétrica é a oposição que um material apresenta à passagem da corrente elétrica.

Todos os dispositivos elétricos e eletrônicos apresentam uma certa oposição à passagem da corrente elétrica.

ORIGEM DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência que os materiais apresentam à passagem da corrente elétrica tem origem na sua estrutura atômica.

Para que a aplicação de uma **ddp** a um material origine uma corrente elétrica, é necessário que a estrutura deste material propicie a existência de cargas elétricas livres para movimentação.

Quando um material propicia a existência de um grande número de cargas livres, a corrente elétrica flui com facilidade através do material, conforme ilustrado na **Fig.4**. Neste caso, a resistência elétrica destes materiais é pequena.

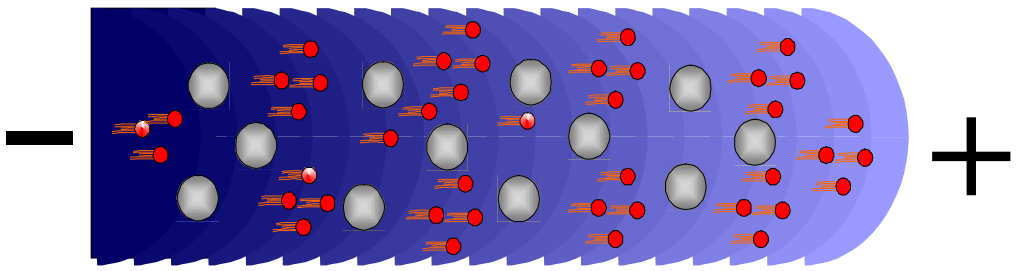


Fig.4 Movimento de cargas livres em um material de baixa resistência elétrica.

Por outro lado, nos materiais que propiciam a existência de um pequeno número de cargas livres, a corrente elétrica flui com dificuldade, como mostrado na **Fig.5**. A resistência elétrica destes materiais é grande.

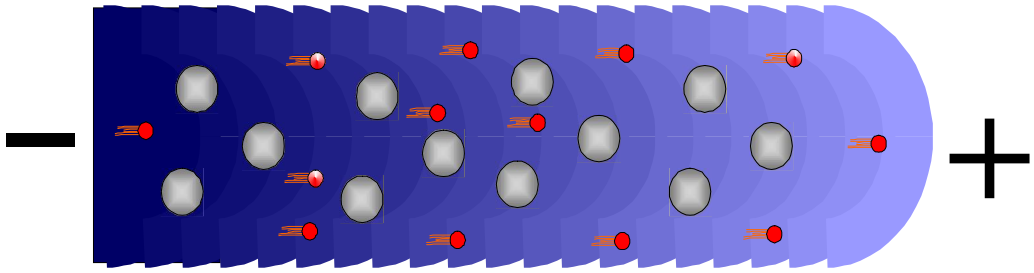


Fig.5 Movimento de cargas livres em um material de elevada resistência elétrica.

A resistência elétrica de um material depende da facilidade ou dificuldade com que este material libera cargas para a circulação.

UNIDADE DE MEDIDA DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A unidade de medida da resistência elétrica é o Ohm e é representada pelo símbolo Ω.

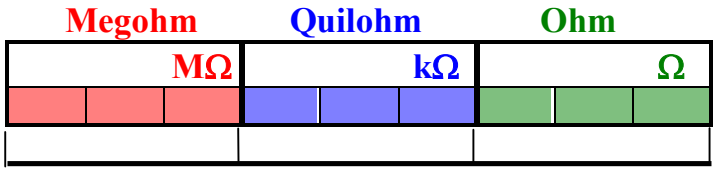
Ohm é a unidade de medida da resistência elétrica.

A unidade de medida da resistência elétrica tem múltiplos e submúltiplos. Entretanto, na prática, usam-se quase exclusivamente os múltiplos, que estão apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2 Múltiplos do ohm.

Denominação	Símbolo	Relação com a unidade
Megohm	MΩ	10^6Ω ou 1.000.000 Ω
Quilohm	kΩ	10^3Ω ou 1.000 Ω
Ohm	Ω	-

A conversão de valores obedece ao mesmo procedimento de outras unidades.



Posição da vírgula

Exemplos de conversão:

1) 120Ω é o mesmo que 0,12kΩ
2) 5,6kΩ é o mesmo que 5.600Ω
3) 2,7MΩ é o mesmo que 2.700kΩ
4) 390kΩ é o mesmo que 0,39MΩ
5) 470Ω é o mesmo que 0,00047MΩ
6) 680kΩ é o mesmo que 0,68MΩ

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA

O instrumento destinado à medição de resistência elétrica é denominado de ohmímetro.

Raramente se encontra um instrumento que seja unicamente ohmímetro. Em geral, as medições de resistência elétrica são realizadas através de um multímetro.

APLICAÇÕES DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA

O efeito causado pela resistência elétrica, que pode parecer inconveniente, encontra muitas aplicações práticas em eletricidade e eletrônica. Alguns exemplos práticos de aplicação da elevada resistência de alguns materiais são:

- Aquecimento: em chuveiros e ferros de passar.
- Iluminação: lâmpadas incandescentes.

MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência elétrica é medida através de um ohmímetro. Os multímetros, além de possibilitarem a medição de tensão, incorporam ainda um ohmímetro para medição de resistência elétrica, conforme ilustrado na **Fig.6.**

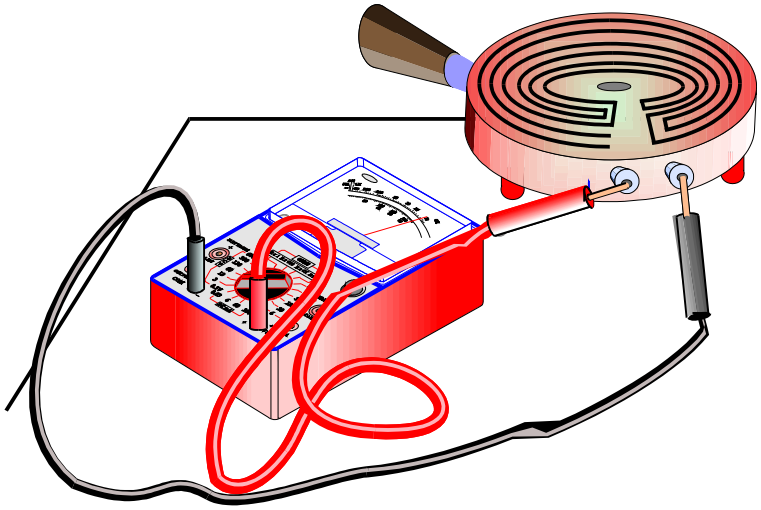


Fig.6 Exemplo de medição de resistência elétrica com um multímetro.

MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA COM O MULTÍMETRO

Os multímetros têm uma escala no painel e algumas posições da chave seletora destinadas à medição de resistência elétrica. A **Fig.7** mostra um multímetro, destacando a escala e as posições da chave seletora destinadas à medição de resistência.

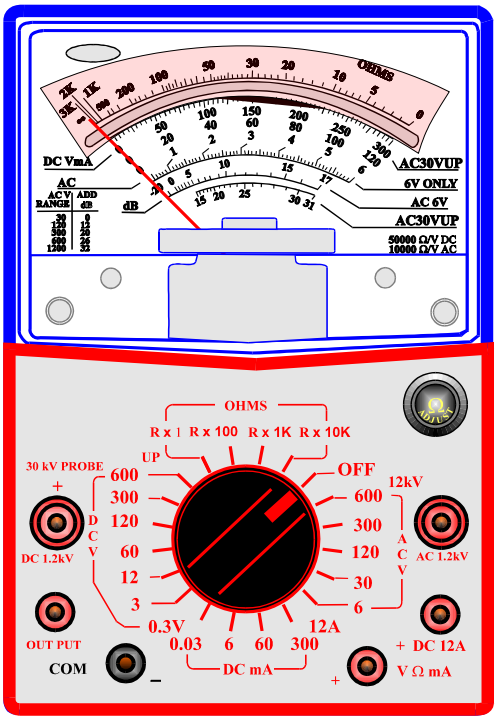


Fig.7 Multímetro com destaque na escala de medição de resistência.

Os bornes do multímetro onde são colocadas as pontas de prova para medição de resistência são os mesmos utilizados para as medições de tensão, conforme ilustrado na **Fig.8**.

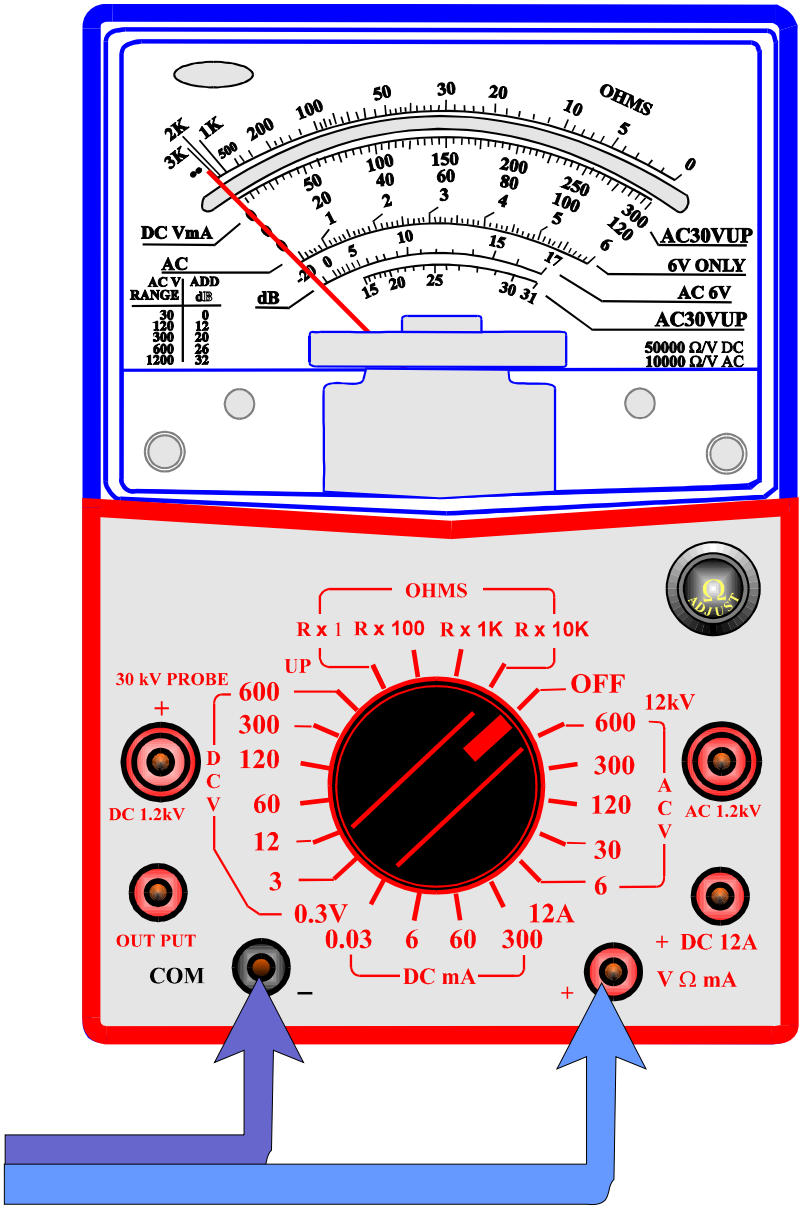


Fig.8 Bornes de conexão das pontas de prova do multímetro**.**

Em alguns multímetros pode existir um borne específico para a função de ohmímetro, indicado pelo símbolo Ω

PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA COM O MULTÍMETRO

A medição de resistência elétrica com o multímetro requer uma seqüência de procedimentos para que o valor obtido seja confiável e o instrumento não seja danificado. Esta seqüência é:

- Desconectar a resistência que será medida de qualquer fonte de energia elétrica (pilhas, bateria ou tomada elétrica).
- Selecionar a escala ou fator multiplicativo.
- Ajustar o zero do instrumento.
- Conectar o instrumento à resistência.
- Interpretar a medida.

A seguir, serão discutidos individualmente cada um dos procedimentos.

DESCONEXÃO DE RESISTÊNCIA

Devido às características internas, os ohmímetros não podem ser utilizados para medir resistências que estejam em funcionamento. Se a medição é feita em uma resistência que está em funcionamento o ohmímetro pode ser danificado.

O ohmímetro deve ser usado apenas para medir resistências que não estejam energizadas.

Para medir, por exemplo, a resistência de um ferro de passar roupas, deve-se desconectá-lo da tomada elétrica.

SELEÇÃO DA ESCALA OU FATOR MULTIPLICATIVO

A chave seletora dos multímetros, em geral, tem 3 ou 4 posições para medição de resistência, conforme ilustrado na **Fig.9**.

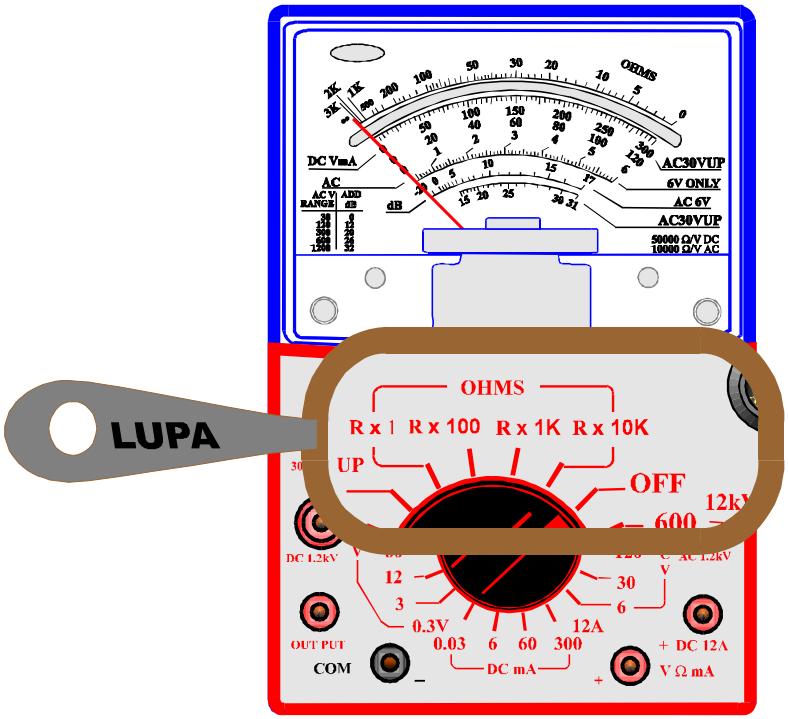


Fig.9 Posição da chave seletora para a medição de resistência.

Quando o valor a ser medido é completamente desconhecido, pode-se iniciar selecionando-se a escala ×1 (ou R × 1).

AJUSTE DO ZERO

Para medição de resistência, o multímetro utiliza uma fonte de energia interna (pilhas). Estas pilhas ficam alojadas no interior do multímetro.

Como estas pilhas sofrem um desgaste com o passar do tempo, as medições podem ser prejudicadas.

Para solucionar este problema, os ohmímetros dispõem de um controle denominado de AJUSTE DO ZERO que permite a compensação do desgaste destas fontes de energia através de um ajuste.

Este ajuste é feito através de um controle que está colocado no painel frontal do multímetro, conforme ilustrado na **Fig.10**.

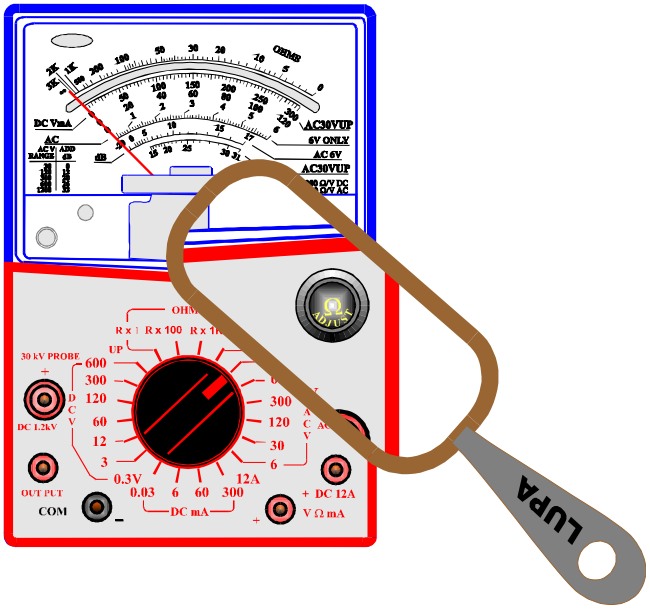


Fig.10 Controle do ajuste do zero de um multímetro.

Para ajustar o zero do instrumento, deve-se unir as pontas de prova e atuar no controle de ajuste até que o ponteiro se situe exatamente sobre o "0" da escala de Ohms, conforme ilustrado na **Fig.11.**

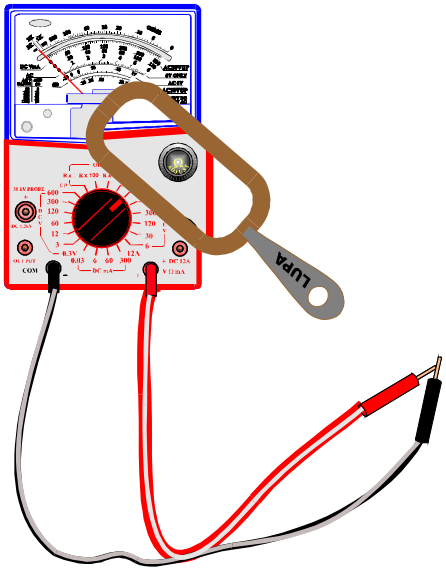


Fig.11 Procedimento para o ajuste do zero de um multímetro.

As pontas de prova devem permanecer curto-circuitadas apenas o tempo suficiente para a realização do ajuste, evitando o desgaste das pilhas do instrumento. O ajuste do zero deve ser conferido sempre que se executar uma troca de posição na chave seletora, como por exemplo, de R × 1 para R × 10.

É necessário ajustar o zero do instrumento cada vez que posicioná-lo para leitura de resistência e também a cada troca de escala efetuada.

O botão de ajuste do zero tem influência apenas nas medições de resistência não interferindo, portanto, nas demais grandezas medidas.

Uma medição de resistência efetuada sem que o zero tenha sido ajustado indicará um valor incorreto.

CONEXÃO DO INSTRUMENTO À RESISTÊNCIA

Após a seleção da escala de resistência e o ajuste do zero, as pontas de prova são conectadas sobre a resistência que se deseja medir, conforme ilustrado na **Fig.12**.

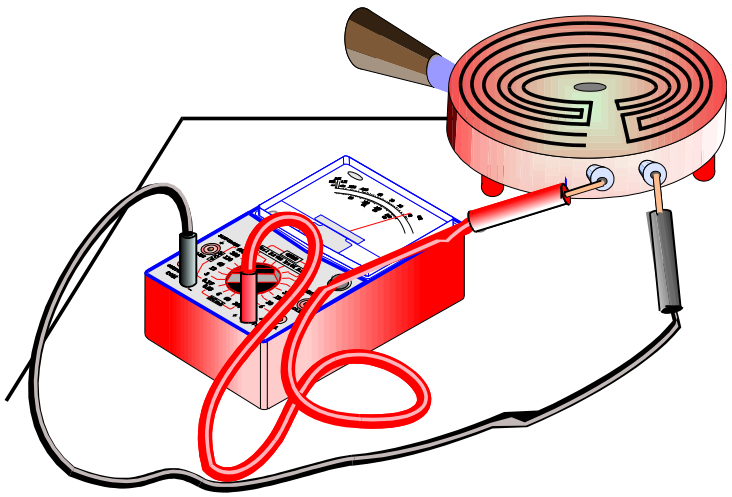


Fig.12 Exemplo de medição de uma resistência.

A ordem de colocação das pontas de prova não influencia no valor indicado pelo instrumento, conforme ilustrado nas **Fig.13**.

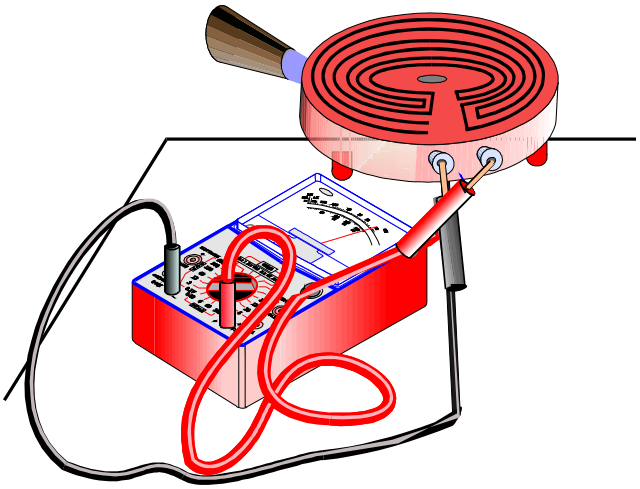


Fig.13 Outro exemplo de medição de resistência .

INTERPRETAÇÃO DA LEITURA

A interpretação da indicação do ohmímetro para determinar o valor ôhmico de uma resistência é muito simples, uma vez que os multímetros têm apenas uma escala para resistência. Realiza-se a leitura da indicação do ponteiro na escala e multiplica-se pelo fator indicado pela chave seletora (× l, × 10...).

A **Fig.14** mostra uma leitura do valor ôhmico de uma resistência de ferro de passar roupa com o multímetro.

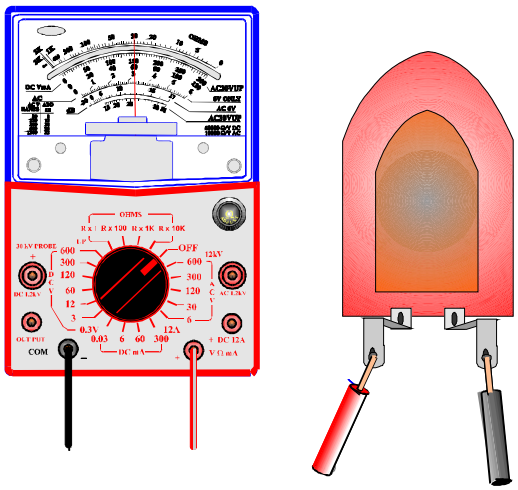


Fig.14 Medição da resistência de um ferro de passar roupa.

Sempre que possível, deve-se posicionar a chave seletora de forma que, ao medir a resistência, o ponteiro indicador se situe na região central da escala, como mostrado na **Fig.15**.

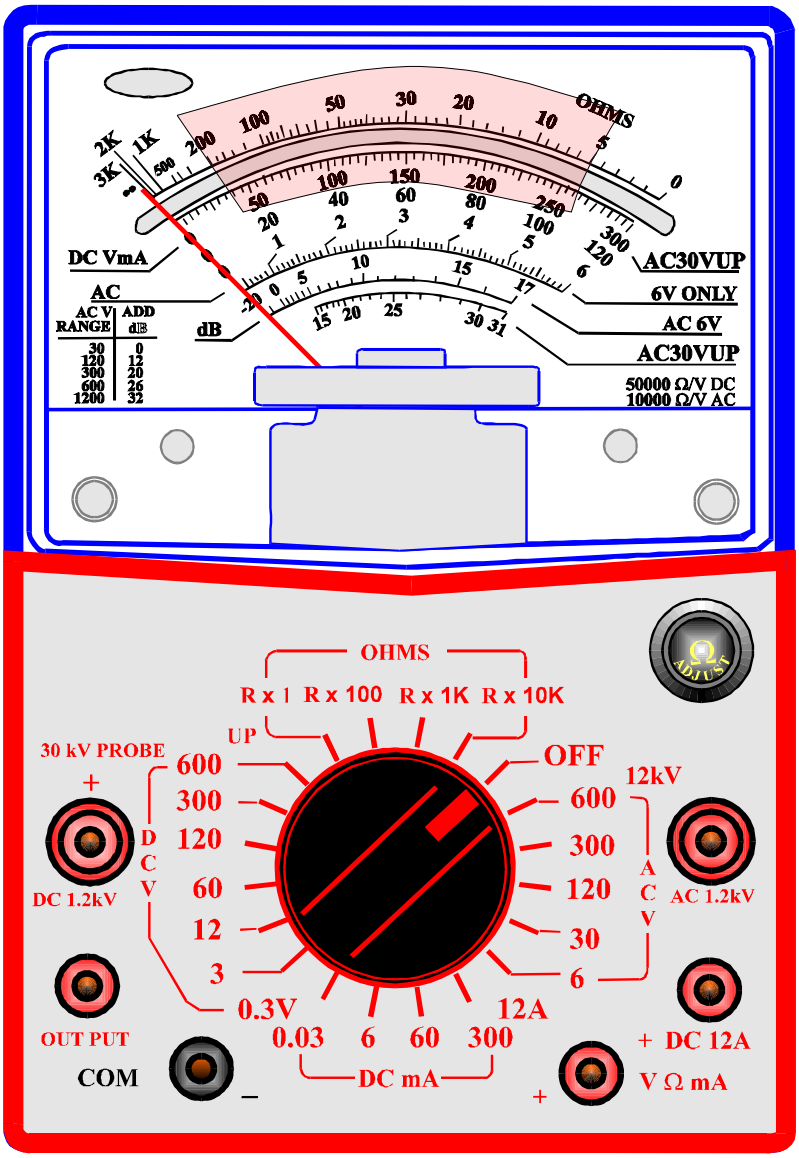


Fig.15 Indicação da posição central da escala.

Na extremidade direita e, principalmente, na extremidade esquerda, as leituras da escala não são muito precisas.

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. O que é corrente elétrica e qual a unidade desta grandeza ?

2. O que se entende por corrente contínua ?

3. O que é resistência elétrica e qual a sua unidade ?

BIBLIOGRAFIA

LANG, JOHANNES G. **Corrente, tensão, resistência** : EP 02 [Strom, - Spannung - Widerstand] Traduzido e adaptado pelo Setor de Divulgação Tecnológica, Siemens. 2.ª ed. São Paulo, Siemens/Edgard Blücher, 1977, 73p.

SENAI/Departamento Nacional. **Grandezas elétricas**. Rio de Janeiro, Divisão de Ensino e Treinamento, 1980, 65p. (Módulo Instrucional: Eletricidade-Eletrotécnica, 2).

VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE. **Eletricidade básica**. 15.ª ed. São Paulo, Freitas Bastos, 1970. v.1