

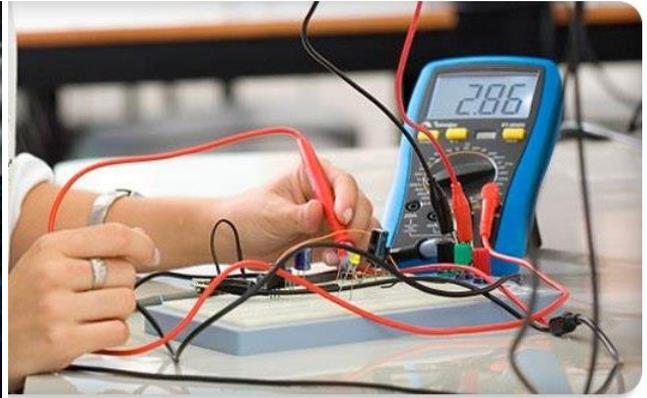


EEEM ARNULPHO MATTOS



MEDIDAS ELÉTRICAS

INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL



CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICO

2016

Sumário

CONTEÚDO - INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL E SEGURANÇA MEIO AMBIENTE E SAÚDE SMS	3
REGULAMENTO DOS LABORATÓRIOS DE ELETROTÉCNICA	4
Instrumentos de medidas elétricas	6
Multímetros	10
Megôhmetro	16
Ponte weatstone	23
Wattímetro	28
Fasímetros	33
Circuito monofásico	39

CONTEÚDO - INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL E SEGURANÇA MEIO AMBIENTE E SAÚDE SMS

1º trimestre

- Ferramentas de uso geral e específico em eletrotécnica;
- Conhecimento de componentes de fixação;
- Componentes e equipamentos elétricos;
- Emendas em condutores rígidos e flexíveis;
- Solda e isolamento de emendas;
- Operações com eletrodutos: serrar, rosquear e elaborar curvas;

2º trimestre

- O Direito à Saúde e Segurança no Meio Ambiente do Trabalho: panorama da legislação nacional e internacional e inspeção do trabalho;
- Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
- Preceitos básicos e importância na proteção ao meio ambiente do trabalho;
- História e Perspectiva evolutiva do Trabalho;
- O Meio Ambiente do Trabalho: conceito, histórico e visão internacional e nacional;
- Direitos sociais relativos à saúde e segurança do trabalhador na Constituição Federal de 1988 e na Consolidação das Leis do Trabalho;
- Aspectos da legislação acidentária brasileira;
- Tópicos das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
- NR-1: Disposições Gerais; - NR-5;- CIPA;- NR-10;
- Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR-6;
- EPI;
- NR-18;
- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- Acidentes do Trabalho: legislação regente e cultura prevencionista;

3º trimestre

- Teoria de erros;
- Ohmímetro analógico e digital;
- Amperímetros e Voltímetros analógicos e digitais;
- Multímetros analógicos e digitais;
- Osciloscópio;
- Terrômetro;
- megôhmetro
- Wattímetro.

REGULAMENTO DOS LABORATÓRIOS DE ELETROTÉCNICA

Introdução

Este documento foi elaborado com objetivo de regulamentar as aulas de laboratório dos Cursos Técnicos em Eletrotécnica e Mecânica da Escola Estadual de Ensino Médio Arnulpho Mattos; sendo aprovado pela coordenação dos supracitados cursos e pela Diretora Escolar da Instituição. O presente regulamento dos Laboratórios de Eletrotécnica e Mecânica registra informações referentes às Normas Regulamentares que deverão ser seguidas para o bom funcionamento dos mesmos.

Normas Regulamentares

I – DAS NORMAS GERAIS

Art. 1º - Horário de funcionamento: é o mesmo horário de funcionamento da EEEM Arnulpho Mattos, salvo em caso de ausência do responsável dos Laboratórios de: Eletrotécnica ou Mecânica.

Art. 2º - Os responsáveis pelos Laboratórios de Eletrotécnica e Mecânica assumem responsabilidade e colocam à disposição de seus usuários, ferramentas, equipamentos e manuais e similares.

Art. 3º - É usuário dos Laboratórios a pessoa cadastrada nas seguintes condições:

- Estudantes devidamente matriculado na EEEM Arnulpho Mattos acompanhado de um professor da Instituição.
- Professor da EEEM Arnulpho Mattos.

Art. 4º - Visando o seu perfeito funcionamento, ao constatar qualquer irregularidade nos equipamentos ou no funcionamento dos equipamentos, os usuários deverão informar aos responsáveis pelo laboratório para tomarem as devidas providências. Em caso de dano aos equipamentos ocasionado por mau uso, acarretará em pagamento do conserto por parte do usuário.

Art. 5º - Em horário não previsto de aula os Laboratórios de Eletrotécnica e Mecânica não oferecem qualquer ferramentas como alicate de bico, alicate de corte, ferro de solda, solda, ou similares aos usuários, por se tratar de material de consumo e de uso pessoal. É recomendável aos usuários que adquiram suas ferramentas de uso pessoal.

Art. 6º - A solicitação de reserva dos Laboratórios de Eletrotécnica e Mecânica, ou de equipamentos para eventos deverá ser feita, com antecedência mínima de 2 (dois) dias úteis, em formulário próprio junto ao responsável pelos laboratórios que analisará a viabilidade da solicitação.

PARÁGRAFO ÚNICO: Todo e qualquer equipamento requisitado ficará sob a responsabilidade do requisitante e deverá ser devolvido nas mesmas condições nas quais fora emprestado. Havendo algum dano ao equipamento requisitado seu conserto ou substituição ficará a cargo de quem o requisitou.

Art. 7º - Visando a segurança dos usuários e o bom funcionamento do laboratório, conforme a NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego, é obrigatório o uso de roupas secas (jalecos padrão) e de calçados com solados de borracha, devido às características de isolamento. Bem como é vetado aos usuários (professor e alunos) dos Laboratórios de Eletrotécnica e Mecânica:

- O uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades;
- Permitir o acesso a pessoas não autorizadas;
- Realizar reparos nos equipamentos do laboratório (projektor, computador, osciloscópio, multímetro, etc.);
- Desconectar os cabos de rede dos computadores;
- Desligar os disjuntores na caixa de distribuição. Não utilize os disjuntores para desligar equipamentos, pois estes possuem suas maneiras corretas de serem desligados;
- Manter os computadores, monitores, projektor, ar condicionado e outros equipamentos eletrônicos em funcionamento fora do horário de aula. Caso verificado esta situação, a mesma deve ser comunicada ao responsável pelo laboratório;
- Retirar qualquer tipo de adesivo/etiqueta dos equipamentos e bancadas;
- Fazer qualquer trabalho que não seja para fins acadêmicos;
- Alterar a configuração dos computadores e demais componentes do Laboratório;
- Abrir ou mexer de forma indevida em qualquer equipamento do Laboratório;
- Comer, beber ou fumar dentro do Laboratório;
- Fazer uso dos equipamentos para fins comerciais;
- Instalar qualquer tipo de programa nos equipamentos;
- Entrar no recinto trajando calçados que deixem expostos os pés, como por exemplo, chinelo de dedo, sandália; bem como, é proibido entrar descalço;
- Entrar no recinto trajando vestes que deixem expostos os membros inferiores do corpo
- Entrar no recinto sem camisa, ou similar; bem como trajando camiseta tipo regata ou similar.

Art. 8º - No início do trimestre será divulgado, depois de acertado com os professores, o horário de aulas práticas que serão ministradas no Laboratório.

Art. 9º - Qualquer usuário que sentir seus direitos de uso desrespeitados deve formalizar a sua queixa aos responsáveis pelos Laboratórios de Eletrotécnica.

II – DO LIVRO DE REGISTROS

- Art. 10º - No Livro de Registros deverão ser registrados os seguintes fatos: Horário de entrada e saída;
- Motivo da entrada;
- Alguma irregularidade verificada quanto ao funcionamento de quaisquer equipamentos ou partes pertencentes ao laboratório;
- Falta ou extravio de quaisquer equipamentos ou partes pertencentes ao laboratório;
- Sugestões que venham
- contribuir para o bom funcionamento do laboratório.

III – DAS PUNIÇÕES

Art. 11º - Os que infringirem as normas deste regulamento, ou desacatarem normas serão punidos obedecendo a seguinte ordem:

- a) Primeira – advertência escrita;
- b) Segunda – suspensão de uso dos Laboratórios por 7 (sete) dias úteis;
- c) Terceira - suspensão de uso dos Laboratórios por 1 (um) mês;
- d) Quarta - suspensão de uso dos Laboratórios por 1 (um) trimestre.

IV – DISPOSIÇÕES GERAIS

- Horário de entrada e saída;
- Motivo da entrada;

Alguma irregularidade verificada quanto ao funcionamento de quaisquer equipamentos ou partes pertencentes ao laboratório (a ser preenchida no campo Observações).

Falta ou extravio de quaisquer equipamentos ou partes pertencentes ao laboratório (a ser preenchido no campo Observações).

Sugestões que venham contribuir para o bom funcionamento do laboratório (a ser preenchida no campo Sugestões).

Instrumentos de medidas elétricas

O amperímetro, o voltímetro e o ohmímetro são instrumentos para medidas elétricas de uso frequente nas atividades do eletricitista de manutenção. Observe, nas figuras, as características de cada um desses instrumentos.

Amperímetro

O amperímetro serve para medir a intensidade da corrente elétrica. Esse amperímetro registra correntes superiores a 1 ampère. As divisões de escala são heterogêneas; é um instrumento do sistema ferro móvel. É indicado para trabalhos normais, de menor precisão de medidas.



Voltímetro

O voltímetro serve para medir a tensão elétrica. Nesse voltímetro, as divisões da escala são homogêneas, do início ao fim, com deslocamento linear proporcional; é um instrumento do sistema bobina móvel.



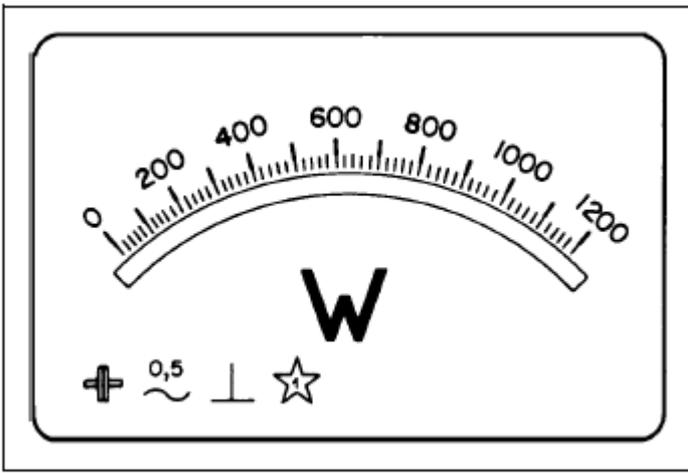
É indicado para trabalhos de laboratório, com grande precisão. Possui um espelho, logo após a escala graduada, para evitar erros do efeito de paralaxe.

Ohmímetro

O ohmímetro serve para medir resistência elétrica. As divisões da escala são heterogêneas: as distâncias aumentam até o centro da escala, depois diminuem até se concentrar no final; é um instrumento do sistema bobinas cruzadas.

Escalas

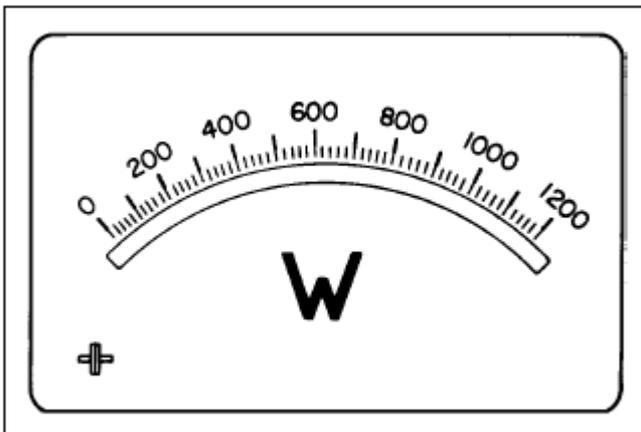
Além da escala principal, os painéis desses instrumentos indicam, por meio de símbolos, outras informações importantes. Observe, no painel do wattímetro, por exemplo, a localização desses outros símbolos. Em alguns instrumentos essa ordem poderá estar alterada.



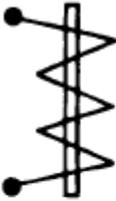
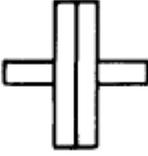
Veja a seguir o que significa cada símbolo.

Sistema de construção

Neste espaço é indicado o símbolo do princípio pelo qual foi construído o instrumento.

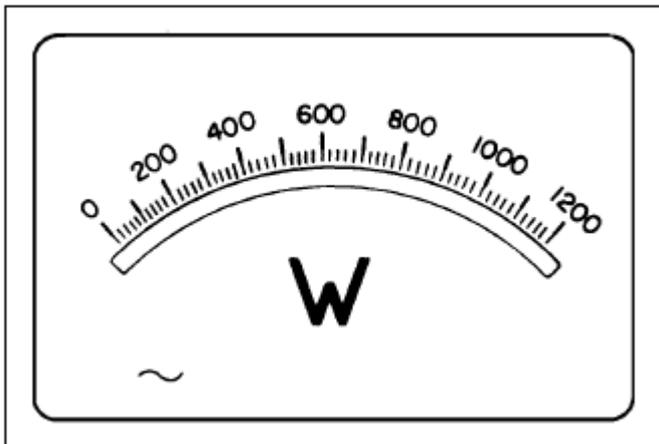


Os princípios podem ser como se vê a seguir.

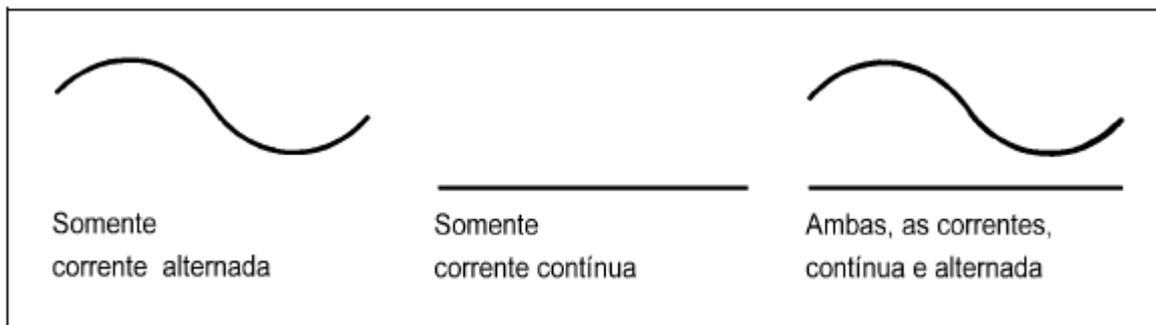
				
Sistema ferro móvel	Sistema bobina móvel	Sistema eletrodinâmico	Sistema ressonante	Sistema eletrodinâmico com bobinas cruzadas

1. Corrente

Neste espaço é indicada a precisão do instrumento conforme o uso, ou seja, instrumentos de serviço para fins normais e instrumentos de precisão para laboratório; é indicado também para o tipo de corrente do instrumento.



Os tipos de corrente são indicados assim:



Acompanhe este exemplo. Uma medição de tensão indica 120 volts em um voltímetro de serviço de classe de precisão de 1,5, cuja escala graduada é de 0-300V. O campo de variação desta tensão será:

$$\frac{300 \cdot 1,5}{100} = \frac{450}{100} = 4,5V$$

A tensão será de $120V \pm 4,5V$, ou seja, poderá variar de 115,5V a 124,5V. Você poderá encontrar outros símbolos para representar o tipo de corrente:

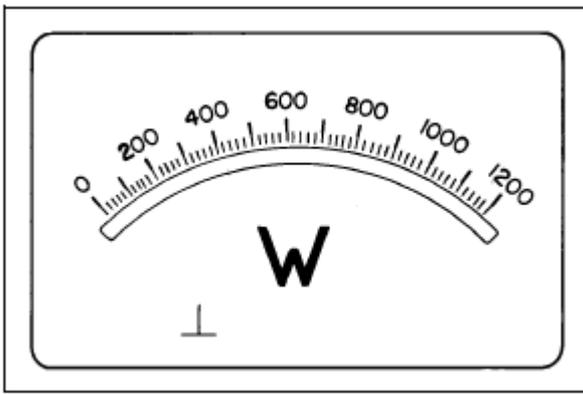
AC - para corrente alternada

DC - para corrente contínua

 - para ambas as correntes

2. Posição

Neste espaço é indicada a posição adequada ao funcionamento do instrumento.

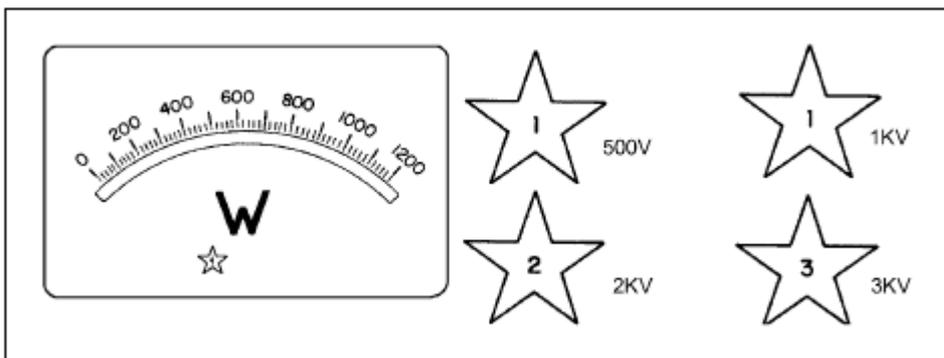


Um aparelho pode funcionar nas seguintes posições:

- Posição vertical 
- Posição reclinada 
- Posição horizontal 

3. Tensão

Neste espaço é indicada a tensão de isolamento do instrumento, isto é, a tensão máxima em que pode ser operado o instrumento sem pôr em risco o operador e o próprio instrumento.



A seleção do instrumento está relacionada ao tipo de serviço a ser realizado. O dimensionamento das escalas depende da grandeza que se quer medir. Selecione sempre da maior para a menor, evitando trabalhar com as extremidades das escalas, onde a precisão é menor.

Preste muita atenção às conexões próprias de cada instrumento; acostuma-se a sempre conferir as ligações, os níveis de tensão e os possíveis retornos dos circuitos, para não pôr em risco pessoas e instrumentos.

Conservação

- Evite choques mecânicos; não deixe os instrumentos junto a outras ferramentas;
- Devem ser guardados em armários próprios. Longe do calor e umidade.
- Todas as recomendações técnicas, dadas através de simbologia impressa em suas escalas, devem ser seguidas, para se obter a precisão das medidas.

Multímetros

Estudando os capítulos anteriores, você aprendeu o que é corrente, o que é tensão e o que é resistência. Por isso, você já sabe que corrente, tensão e resistência são grandezas elétricas e que, como tal, podem ser medidas.

Existem vários instrumentos para medições dessas grandezas elétricas mas, neste capítulo, estudaremos apenas o multímetro digital e o volt-ampérímetro alicate.

Multímetros

O multímetro digital e o volt-ampérímetro alicate são instrumentos dotados de múltiplas funções: com eles é possível fazer medições de tensão, corrente, resistência. Com alguns de seus modelos pode-se, também, testar componentes eletrônicos, e até mesmo medir outros tipos de grandezas.

A figura que segue, ilustra um modelo de multímetro digital e um modelo de volt-ampérímetro alicate digital.



Multímetro digital

Com a utilização do multímetro digital, a leitura dos valores observados é de fácil execução, pois eles aparecem no visor digital, sem a necessidade de interpretação de valores como ocorre com os instrumentos analógicos, ou seja, que têm um mostrador com um ponteiro.

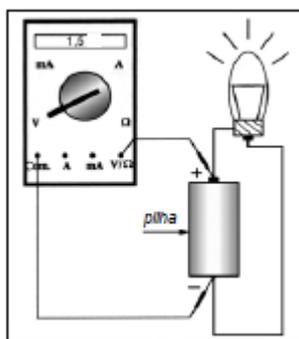


Antes de se efetuar qualquer medição, deve-se ajustar o seletor de funções na função correta, isto é, na grandeza a ser medida (tensão, ou corrente, ou resistência) e a escala no valor superior ao ponto observado. Quando não se tem idéia do valor a ser medido, inicia-se pela escala de maior valor, e de acordo com o valor observado, diminui-se a escala até um valor ideal.

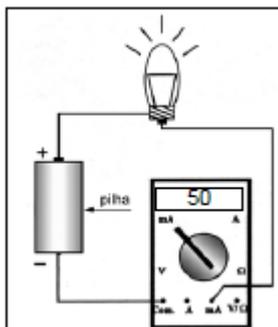
Observação

Nunca se deve mudar de escala ou função quando o instrumento de medição estiver conectado a um circuito ligado, porque isso poderá causar a queima do instrumento. Para a mudança de escala, deve-se desligar antes o circuito. Para a mudança de função, deve-se desligar o circuito, desligar as pontas de prova, e selecionar a função e escala apropriadas antes da ligação e conexão das pontas de prova no circuito.

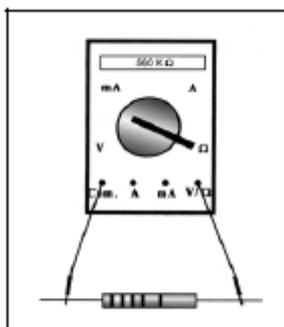
Para a medição de tensão elétrica, as pontas de prova do instrumento devem ser conectadas aos pontos a serem medidos, ou seja, em paralelo.



Nas medições da corrente elétrica, o circuito deve ser interrompido e o instrumento inserido nesta parte do circuito, para que os elétrons que estão circulando por ele passem também pelo instrumento e este possa informar o valor dessa corrente. Desse modo, o instrumento deve ser ligado em série com o circuito.



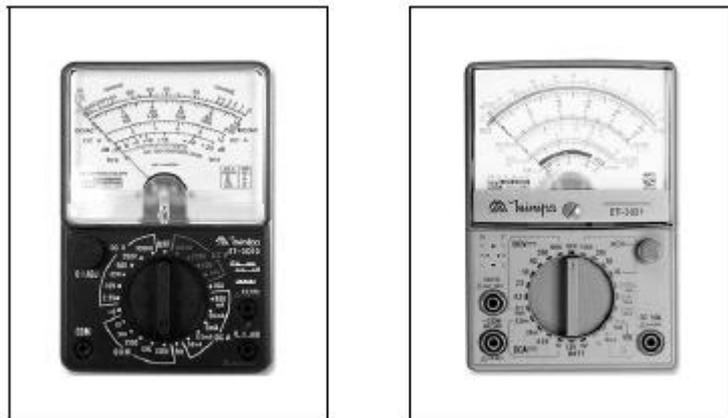
Para a medição de resistência elétrica, o resistor desconhecido deve estar desconectado do circuito. Se isto não for feito, o valor encontrado não será verdadeiro, pois o restante do circuito funcionará como uma resistência. Além disso, se o circuito estiver energizado poderá ocorrer a queima do instrumento.



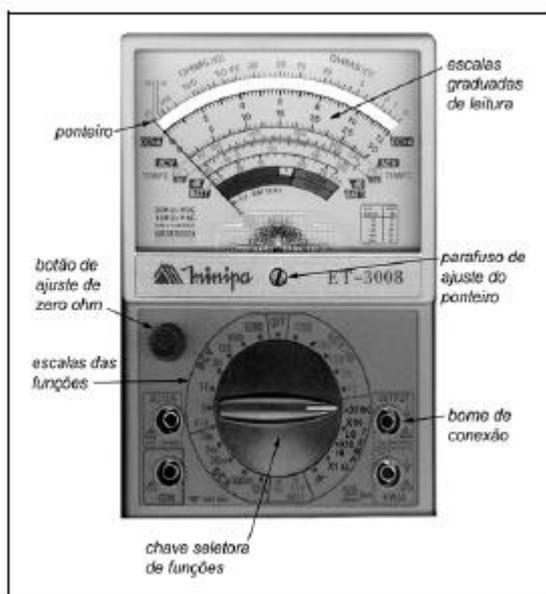
Multímetro analógico

O multímetro analógico é um instrumento dotado de múltiplas funções: com ele é possível fazer medições de tensão, corrente, resistência. Com alguns modelos de multímetros pode-se, também, medir outros tipos de grandezas e até mesmo testar componentes eletrônicos.

A figura que segue ilustra alguns modelos de multímetros analógicos.



O multímetro analógico normalmente é composto por escalas graduadas de leitura, ponteiro, parafuso de ajuste do ponteiro, chave seletora de função, bornes de conexões, escalas das funções e botão de ajuste de zero ohm.



Antes de efetuar qualquer medição, deve-se ajustar a chave seletora de funções na função correta, ou seja, na grandeza a ser medida seja ela tensão, corrente ou resistência. Ajusta-se, também, a escala de função, no valor superior ao ponto observado. Quando não se tem ideia do valor a ser medido, inicia-se pela escala de maior valor e, de acordo com o valor observado, diminui-se a escala até um valor ideal.

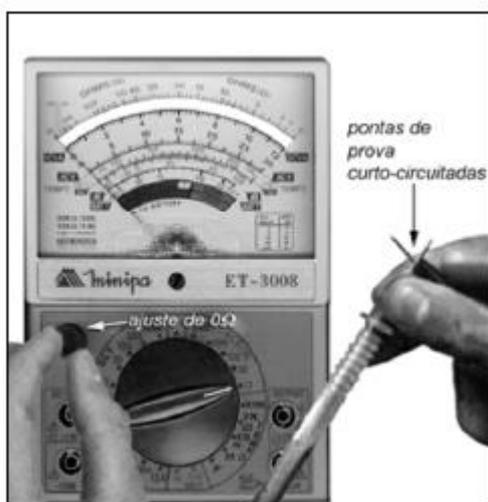
Nunca se deve mudar a chave seletora de funções quando o multímetro estiver conectado a um circuito ligado, porque isso poderá causar danos ao instrumento. Para a mudança da chave seletora, deve-se desligar o circuito, retirar as pontas de prova, e selecionar a função e escala apropriadas antes da ligação e conexão das pontas de prova no circuito.

Medição de resistência elétrica

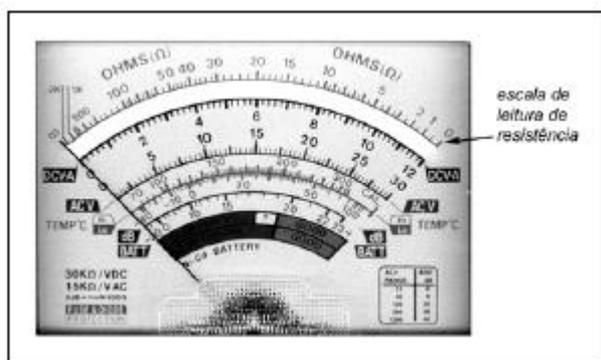
Para a medição de resistência elétrica, o resistor desconhecido deve estar desconectado do circuito. Se isto não for feito, o valor encontrado não será verdadeiro, pois o restante do circuito funcionará como uma resistência. Além disso, se o circuito estiver energizado poderão ocorrer danos no instrumento.

Antes de efetuar qualquer medição de resistência elétrica, o ponteiro deve ser ajustado através do botão de ajuste de zero.

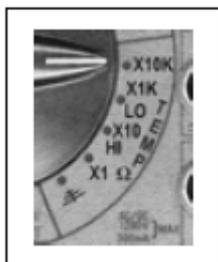
Para fazer o ajuste do zero, a chave seletora deve estar na função resistência e na escala apropriada (x1, x10, x1k ou x10 k). As pontas de prova devem ser curto-circuitadas e o ponteiro ajustado no valor 0 Ω , por meio do botão de ajuste do zero. Para cada escala selecionada deve-se fazer o ajuste de zero.



O instrumento possui várias escalas graduadas de indicação. Normalmente apenas uma escala é de indicação de valores de resistência, e se posiciona acima de todas escalas de leitura.



Para medir uma resistência, deve-se selecionar na escala de funções uma das quatro escalas sugeridas; x1, x10, x1K, ou x10K.

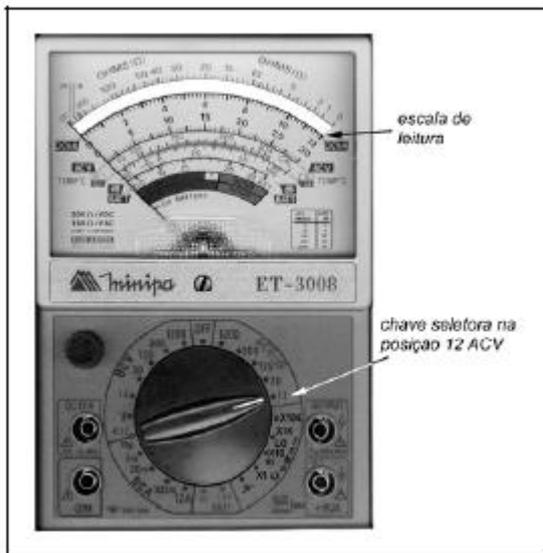


Ao selecionar a escala x1, o valor indicado pelo ponteiro é, exatamente, o valor da resistência em medição. Se a chave seletora estiver na escala x100, o valor indicado deve ser multiplicado por 100, e o mesmo ocorre com as escalas x1K e x10K, ou seja, multiplica-se o valor indicado por 1000 e 10000.

Medições de corrente e tensão

Para medições de corrente e tensão, deve-se observar a equivalência entre a escala selecionada no seletor de funções com a escala de leitura. Para cada escala selecionada no seletor de funções, a leitura deve ser feita em uma determinada escala graduada de leitura.

Por exemplo, se a chave seletora está posicionada na função AC V (medição de tensão alternada), ao se efetuar a medição de uma tensão elétrica alternada na escala de valor 12, a escala de leitura a ser observada será aquela que tem



Para medições de tensões, as pontas de prova devem ser conectadas em paralelo com o ponto em análise e, para medições de corrente, em série com o circuito.

Antes de utilizar qualquer instrumento de medição, é necessário consultar o manual do instrumento, no qual são descritas particularidades e formas de utilização, pois de um instrumento para outro ocorrem diferenças significativas.

Volt-amperímetro alicate

Para a medição de tensão e resistência com o volt-amperímetro alicate deve-se seguir os mesmos procedimentos empregados na utilização do multímetro.



Na medição de corrente elétrica, o manuseio do volt-amperímetro alicate difere do manuseio do multímetro, pois com ele não é necessário interromper o circuito para colocá-lo em série. Basta abraçar o condutor a ser medido com a garra do alicate.



O volt-amperímetro alicate é indispensável em instalações industriais, para medições da corrente elétrica de motores, transformadores, cabos alimentadores de painéis. No entanto, com este instrumento só é possível medir corrente elétrica alternada, pois seu funcionamento se baseia no princípio da indução eletromagnética.

Antes de utilizar qualquer instrumento de medida, é necessário que se consulte o manual do instrumento, no qual são descritas particularidades e formas de utilização, pois de um instrumento para outro ocorrem diferenças significativas.

Terramiter ou terrômetro:

O instrumento usado para medir a resistência de terra é chamado de terramiter ou terrômetro.



A condição necessária para a medição, é que a resistência de terra de um aterramento seja de, no máximo, 10 Ω .



Megôhmetro

O megôhmetro é um instrumento portátil utilizado para medir a resistência de isolamento das instalações elétricas, motores, geradores, transformadores.

Ele é constituído basicamente por um instrumento de medição, com a escala graduada em megohms e um pequeno gerador de corrente contínua girado por meio de uma manivela.

Na parte externa, possui dois bornes de conexão e um botão para ajustar o instrumento no momento de se efetuar a medição.

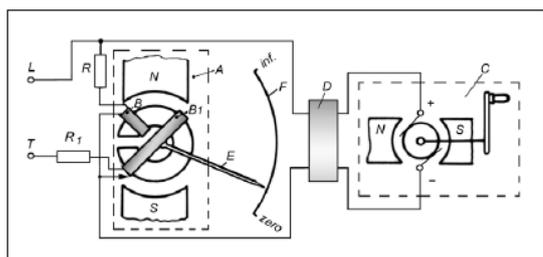
Veja nas figuras abaixo alguns modelos de megôhmetro.



Existem megôhmetros sem esse botão, nos quais a tensão do gerador se mantém constante, independentemente da velocidade do giro da manivela.

Na parte interna, o megôhmetro possui os seguintes componentes:

- A - galvanômetro com bobinas cruzadas;
- B e B1 - bobinas móveis cruzadas;
- C - gerador manual de CC de 500 ou 1000 V
- D - regulador de tensão;
- E - ponteiro
- F - Escala graduada
- L e T - bornes para conexões externas
- R e R1 - resistores de amortecimento



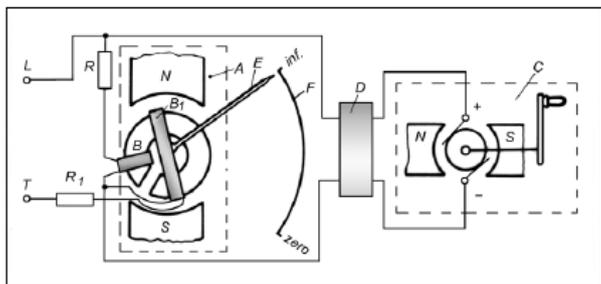
Os megôhmetros são construídos com diferentes faixas de medição e um gerador de tensão com o valor adequado a cada aplicação. Os mais comuns são os que permitem medir até 50 megohms com uma tensão de 500 V.

Quando a instalação elétrica ou o aparelho que se está testando destina-se a trabalhar com alta tensão, deve-se utilizar megôhmetros de maior alcance, de 1000 ou 10000 megohms, cujo gerador proporciona uma tensão de 2500 ou 5000 V.

Funcionamento

O funcionamento do megôhmetro é baseado no princípio eletrodinâmico com bobinas cruzadas, tendo como pólo fixo um ímã permanente e, como pólos móveis, as bobinas B e B1.

Quando a manivela do gerador de CC (componente C) é girada, obtém-se uma tensão de valor variável de acordo com a velocidade que esteja sendo imprimida à manivela.



Essa tensão é enviada ao regulador de tensão D, que a estabiliza em 500 V, sendo enviada em seguida aos bornes L e T.

Se os bornes L e T estiverem abertos, haverá circulação de corrente somente pela bobina B, que, por sua vez, receberá tensão através do resistor de amortecimento R.

O campo magnético criado pela bobina (B) provocará um deslocamento do conjunto de bobinas móveis, levando o ponteiro E para o ponto "infinito" da escala graduada F.

Resistência de isolamento

A resistência de isolamento é medida pelos megôhmetros e existem vários fatores que interferem na medição a saber:

- Temperatura ambiente e da máquina;
- Tipo de construção, potência e tensão;
- Umidade do ar e do meio envolvente;
- Condições da máquina, ou seja, se é nova, recuperada, estocada;
- Qualidade dos materiais usados e seus estados.

Em virtude desses fatores, é difícil formular regras fixas para se determinar com precisão o valor da resistência de isolamento para cada máquina. Por isso, é necessário usar o bom senso baseado em experiências e anotações anteriores. Há, em todo caso, algumas regras que podem ser utilizadas e que são descritas a seguir.

Regra para instalações elétricas

O Instituto Americano dos Engenheiros Eletricistas (AIEE) sugere que a resistência de isolamento seja calculada pela fórmula:

$$\text{Resistência de isolamento} = \frac{\text{Tensão de funcionamento da máquina}}{1000} \text{ (em } M\Omega \text{)}.$$

Com esta fórmula deduz-se que para cada volt deveremos ter 1000 Ω de isolação, admitindo porém que as resistências de isolação para circuitos, mesmo quando calculadas, não podem ser menores que 1 M Ω , devido a problemas de corrente de fuga.

Tensão	Calculado	Mínimo exigido entre a parte ativa e a carcaça
220 V	0,2 M Ω	1 M Ω
440 V	0,4 M Ω	1 M Ω
550 V	0,5 M Ω	1 M Ω
1000 V	1 M Ω	1 M Ω

Este sistema, embora muito aceito, fica restrito a instalações elétricas, pois deixa a desejar em termos de precisão técnica.

Regra para máquinas

Esta regra, muito utilizada para máquinas rotativas, precisa de uma resistência de isolação para máquina limpa e seca, numa temperatura de 40° C, quando for aplicada a tensão de ensaio (do megôhmetro) durante um minuto.

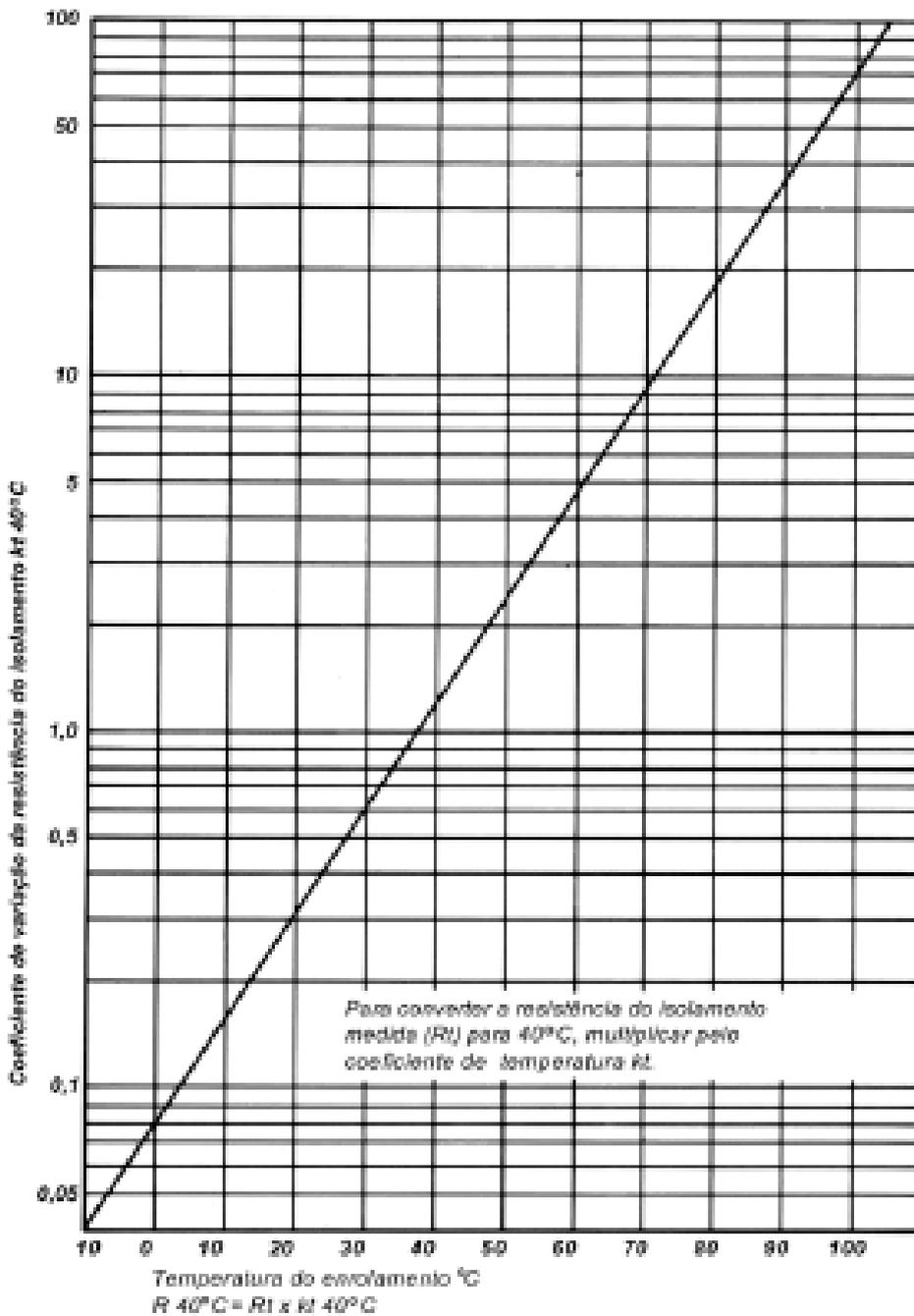
Assim, $R_m = E_n + 1$

Nessa igualdade R_m é a resistência de isolação mínima recomendada em M Ω com enrolamento a 40°C, e E_n é a tensão nominal da máquina (enrolamento em kV).

Observações

Quando a medição for feita a temperatura diferente de 40°C, será necessário corrigir o seu valor através da fórmula $R_{40^\circ C} = R_t \cdot K_{t40^\circ C}$, para satisfazer o valor de R_m . Veja a curva no gráfico a seguir.

Gráfico da resistência de isolamento



- Quando não se dispõe dessa curva, pode-se fazer o levantamento de uma nova curva para que sejam estabelecidos parâmetros específicos para determinada máquina.
- A cada 10°C de temperatura diminuída no enrolamento, resistência de isolamento praticamente dobra.
- Máquinas novas poderão fornecer valores de resistência de isolamento menores que as mais antigas, devido a secagens incompletas dos solventes dos vernizes.
- Quedas bruscas na resistência de isolamento indicam que o sistema está comprometido. Se a resistência medida, após a correção, for menor que a indicada pela fórmula e tabela, é indício de que esse motor deverá ser submetido a um processo de recuperação do sistema de isolamento.

Regra para transformadores

Transformador parado	Transformador em funcionamento
$R_{isol} = \frac{30 E_n}{\sqrt{\frac{kVA}{f}}}$ 30°C	$R_{isol} = \frac{E_n}{\sqrt{\frac{kVA}{f}}}$ 80°C

R_{isol} = Resistência de isolamento, em megohms e a 30° C;

30 = Constante quando a temperatura for de 30° C;

kVA = Potência aparente;

f = Frequência, em Hz;

E_n = Tensão nominal em kV - primária/secundária.

Exemplo

Num transformador de 10 kVA - 3200/220V - 60Hz, quais devem ser suas resistências de isolamento?

a. Com temperatura a 30° C:

$$R_{isol} = \frac{30 E_{np}}{\sqrt{\frac{kVA}{f}}} = \frac{30 \cdot 3,2}{\sqrt{\frac{10}{60}}} = \frac{96}{0,4} = 240M\Omega$$

$$R_{isol} = \frac{30 E_{ns}}{\sqrt{\frac{kVA}{f}}} = \frac{30 \cdot 0,22}{\sqrt{\frac{10}{60}}} = \frac{6,6}{0,4} = 16,5M\Omega$$

b. Com temperatura a 80° C:

$$R_{isol} = \frac{E_{np}}{\sqrt{\frac{kVA}{f}}} = \frac{3,2}{\sqrt{\frac{10}{60}}} = \frac{3,2}{0,4} = 8M\Omega$$

$$R_{isol} = \frac{E_{ns}}{\sqrt{\frac{kVA}{f}}} = \frac{0,22}{\sqrt{\frac{10}{60}}} = \frac{0,22}{0,4} = 0,55M\Omega$$

Observações

• Corrente de fuga é a corrente que, por deficiência do meio isolante, flui à terra. • Com o aumento de temperatura, a resistência de isolamento diminui.

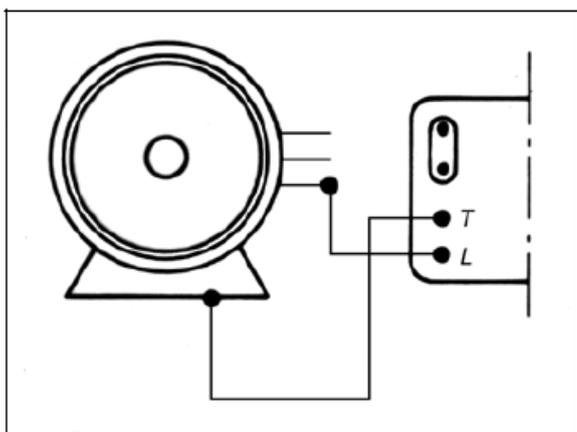
• As medições com o megômetro devem ser feitas tomando-se medida durante 1 minuto.

• Essas regras são gerais. Para casos específicos, consulte as normas específicas da ABTN.

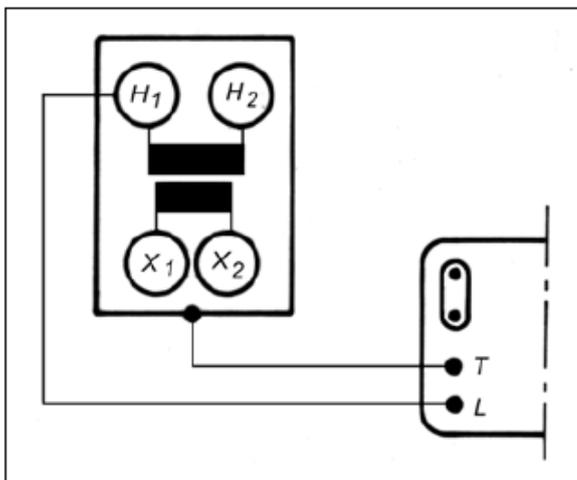
Teste de isolamento com o megôhmetro

- Verifique se o equipamento a ser testado encontra-se totalmente desligado de fontes de energia elétrica.
- Ligue, por meio de um condutor, o borne T do instrumento à massa do aparelho sob teste.
- Ligue o borne L a um dos extremos do circuito que se deseja testar.
- Acione a manivela e faça a leitura.

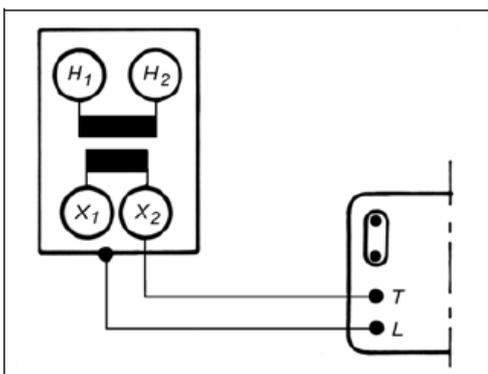
Teste de isolamento entre os enrolamentos e a carcaça de um motor.



Medição da isolamento entre tanque e secundário de um transformador.



Medição da isolamento entre tanque e primário de um transformador.



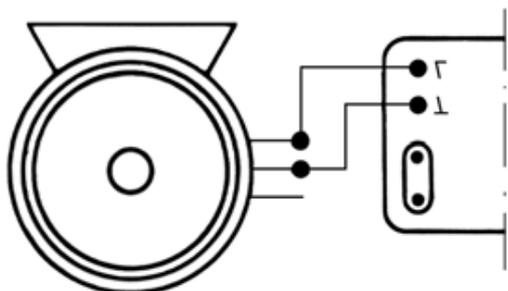
- Se a resistência de isolamento for muito elevada é conveniente que as conexões L e T sejam feitas com condutores separados e suficientemente isolados.

Medição de cabo

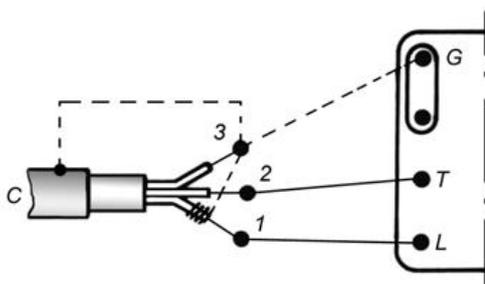
Quando, na medição de um cabo, a isolamento está muito próxima da proteção metálica, é preciso eliminar as correntes superficiais que provocam erros na medição. Isso é conseguido conectando-se o borne G do aparelho à capa isolante.

Observe as figuras a seguir.

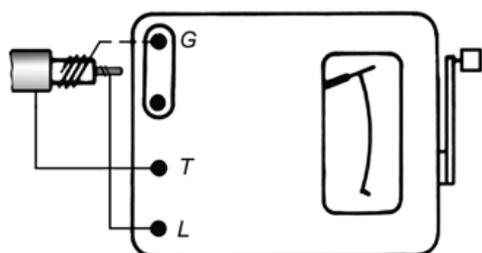
Isolação entre os enrolamentos da fase 2 e da fase 3.



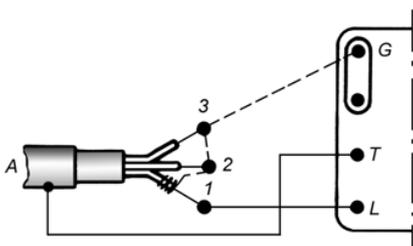
Isolação do cabo entre os condutores 1 e 2 e a massa.



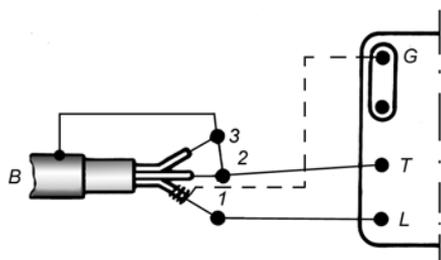
Isolação do cabo entre o condutor e a massa.



Isolação do cabo entre o condutor 1 e seus demais elementos.



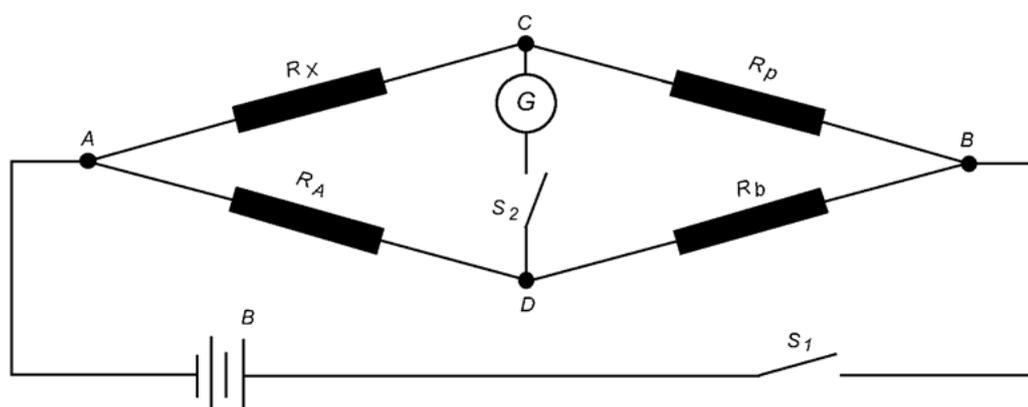
Isolação do cabo entre os condutores 1, 2 e 3 e a massa.



Ponte weatstone

A ponte de Wheatstone é um instrumento usado na medição da resistência dos condutores quando se faz necessário grande precisão de medidas.

O princípio de funcionamento está baseado no circuito apresentado abaixo.



- B = bateria de pilhas;
- S1 = Interruptor da bateria;
- S2 = Interruptor do galvanômetro;
- Ra = Valor da resistência da ponte do lado do resistor desconhecido;
- Rb = Valor da resistência da ponte do lado do resistor padrão;
- Rp = Valor da resistência padrão; e
- Rx = Valor da resistência desconhecida.

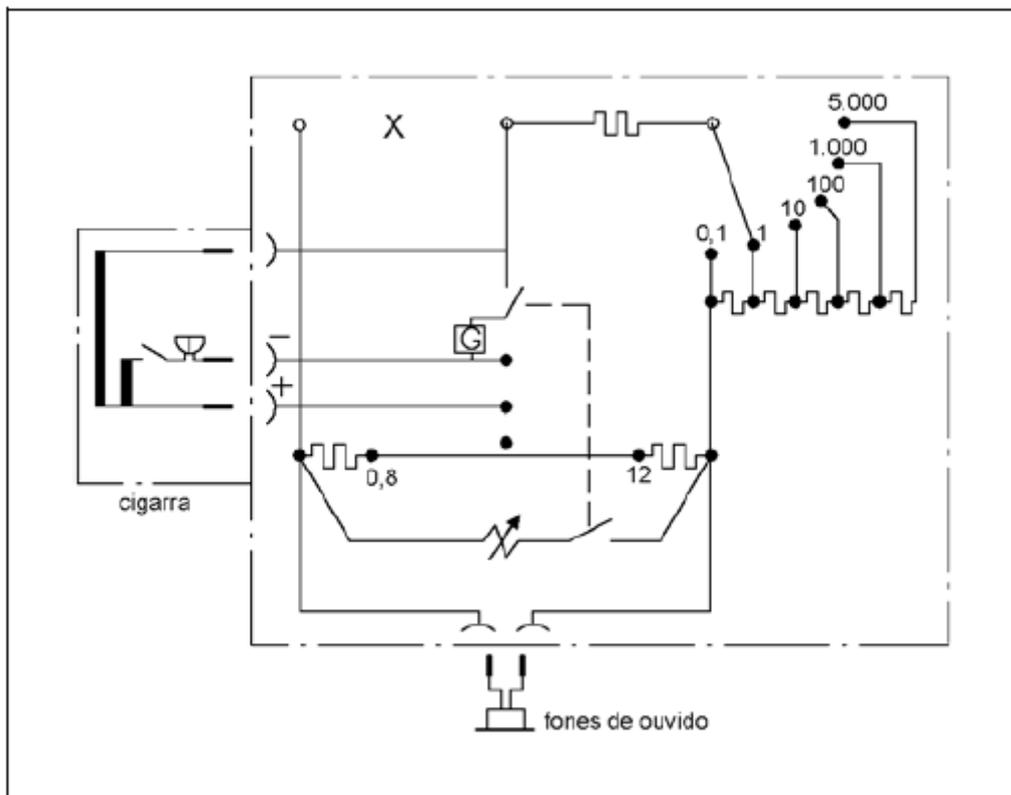
Para os elementos do circuito, quando o galvanômetro indica ser nula a diferença de potencial entre os pontos "c" e "d", isto é, o ponteiro do galvanômetro está no zero,

vale a seguinte equação:
$$R_x = \frac{R_a}{R_b} = R_p$$

Observe na figura a seguir um modelo com chaves seletoras para vários campos de medição.



Veja, agora, o diagrama esquemático da ponte.



O modelo apresentado é o R1, um modelo portátil completo.

Os componentes, o indicador do galvanômetro e a bateria de 4,5V estão contidos em uma única caixa de plástico moldado.

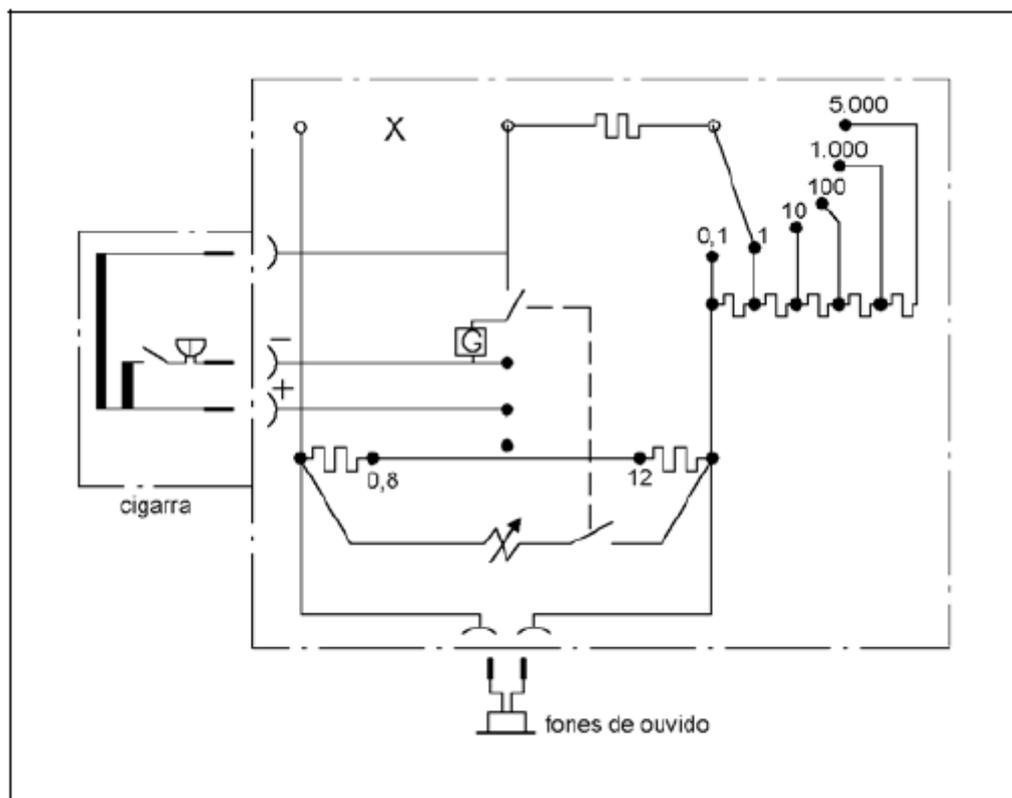
Esse modelo R1 pode ser provido com conexão para cigarra de 800 Hz e adaptador para fones.

Para substituir a bateria, remova o parafuso do fundo da caixa, retire a bateria e coloque uma nova, observando o sinal +. Para um perfeito contato elétrico, examine se os contatos estão corretamente encaixados. É possível, também, utilizar bateria externa com tensão de 4 a 6 V, mas nunca superior a 8 V.

Caso seja necessário, observe os sinais de polaridade, na parte externa, na lateral esquerda do aparelho.

Medição de condutores sólidos

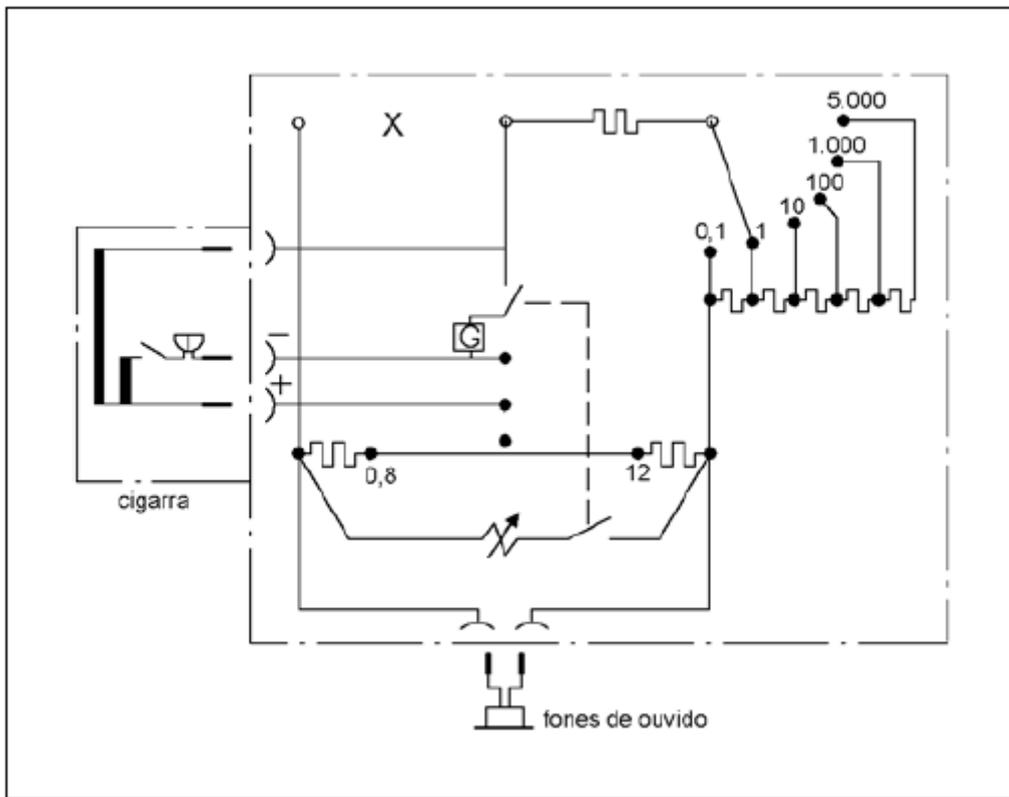
1. Ajuste o galvanômetro no parafuso 2, se necessário, fechando os contatos x com cabo de ligação.
2. Conecte a resistência desconhecida nos terminais x.



3. Ajuste suavemente o dial na posição da escala; parta sempre do ponto 3 da escala A.
 4. Pressione a chave do galvanômetro; o equilíbrio é conseguido girando-se o dial para a esquerda ou direita.
- Se o equilíbrio for conseguido na extremidade da escala A, selecione outra escala B.
 - O valor da resistência x será calculado pela fórmula $x = A.B$.
 - Quando não for possível a correção de x diretamente, sempre será necessário deduzir o valor da resistência da linha.

Medição de condutores líquidos

1. Ajuste o galvanômetro no parafuso 2, fechando os contatos x com cabos de ligação, se necessário.
2. Conecte a resistência desconhecida nos terminais x com a célula da condutibilidade.



3. Ajuste o alcance da chave seletora B para corresponder aproximadamente à magnitude do valor esperado para resistência x.

4. Ajuste suavemente o dial na posição da escala, partindo sempre do ponto 3 da escala A.

5. Ajuste a chave para cigarra girando suavemente o parafuso 7 até conseguir nos fones um som puro.

- O equilíbrio é obtido girando-se o dial; a tonalidade dos fones de ouvido deve desaparecer ou se reduzir para o mínimo.
- Se não estiver usando o galvanômetro, não ligue a sua chave. O valor da resistência x é calculado pela fórmula: $x = A \cdot B$.
- Nunca use este aparelho em rede energizada.

Dicas de uso

É importante que conhecer essas dicas que o auxiliarão no uso de ponte de Wheatstone.

Nas medições de resistência em bobinados a uma temperatura t pode-se converter a medida para uma temperatura t_2 empregando-se a fórmula:

$$R = \frac{K + t_2}{K + t_1} \cdot R_1$$

- R_1 = Resistência medida à temperatura t_1 , em graus Celsius;
- R_2 = Resistência medida à temperatura t_2 , em graus Celsius;
- K = Constante para cobre eletrolítico 234,5;
- K = Constante para alumínio 225.

As resistências são medidas normalmente através de dois métodos:

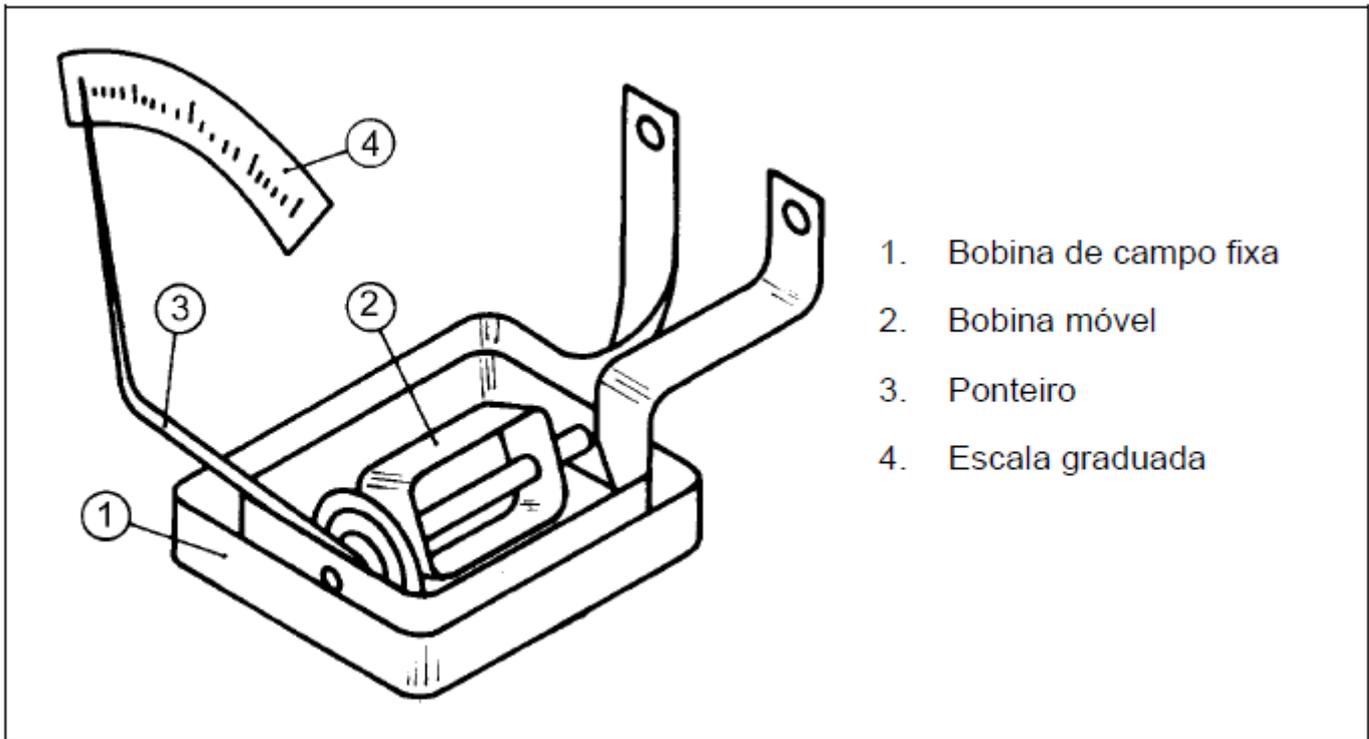
- Método de tensão e corrente, que consiste em aplicar CC sem ondulação nos bobinados, usando aparelhos de medição com precisão, descontando-se as perdas internas dos instrumentos;
- Método de comparação das pontes, mais rápido e seguro, pois trabalha com instrumentos especialmente desenvolvidos para tal situação.
- Recomenda-se o método da ponte de Wheatstone para medição de resistências de 5Ω a 10.000Ω . Para medições de resistências $100 \mu\Omega$ a 5Ω , obtém-se maior precisão usando a dupla ponte de Kelvin (Thompson), que elimina os erros provenientes da resistência de contato.
- Se possível, leia o manual do fabricante para obter maior eficiência no uso do aparelho.

Precauções para o uso da ponte de Wheatstone

- Todos os bornes e contatos devem estar, sem exceção, em boas condições mecânicas e elétricas; caso contrário, introduzirão resistências no circuito, alterando a medição.
- É necessário excepcional cuidado com a polarização da bateria.
- Em princípio deve-se trabalhar com os braços de proporção no centro, isto é, $R_a = R_b$.
- Em algumas pontes, ao se iniciar a medição, o galvanômetro deve ser protegido por um shunt que será retirado quando o sistema estiver quase equilibrado e se necessitar de maior sensibilidade do instrumento.
- A ponte deve ficar ligada o mínimo possível, a fim de ser evitado o aquecimento dos elementos do circuito e conseqüente oscilação dos valores.
- Quando for necessário usar fios entre os bornes de Rx e a própria Rx, deve-se determinar a resistência dos fios.
- Quando o instrumento não for usado por longo tempo, remova a bateria ou as pilhas.
- Nunca use a ponte em rede energizada.
- Trabalhe com muita atenção e tome muito cuidado ao manusear instrumentos de medições elétricas.

Wattímetro

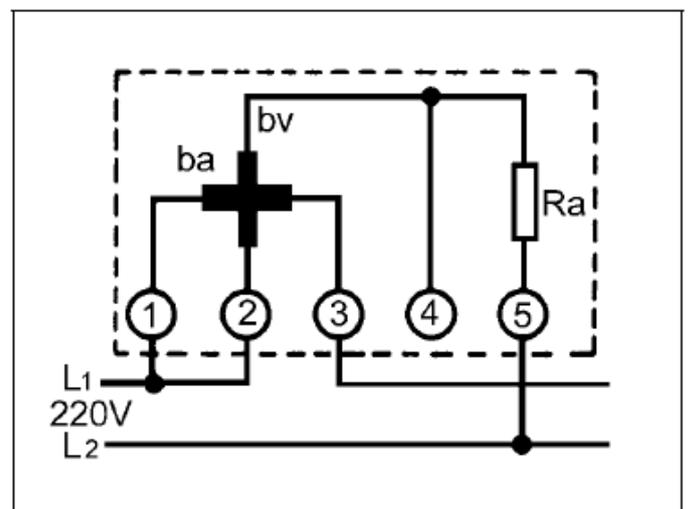
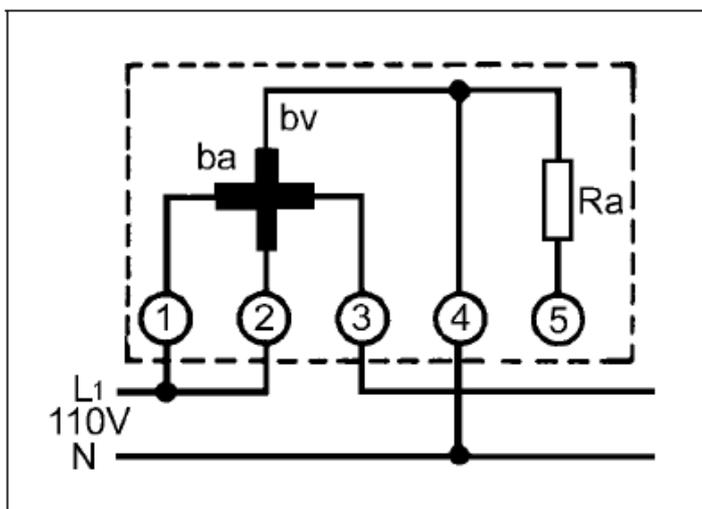
É um instrumento para medir potências elétricas. O funcionamento do wattímetro é baseado no princípio eletrodinâmico simples. É constituído basicamente pelos seguintes componentes:



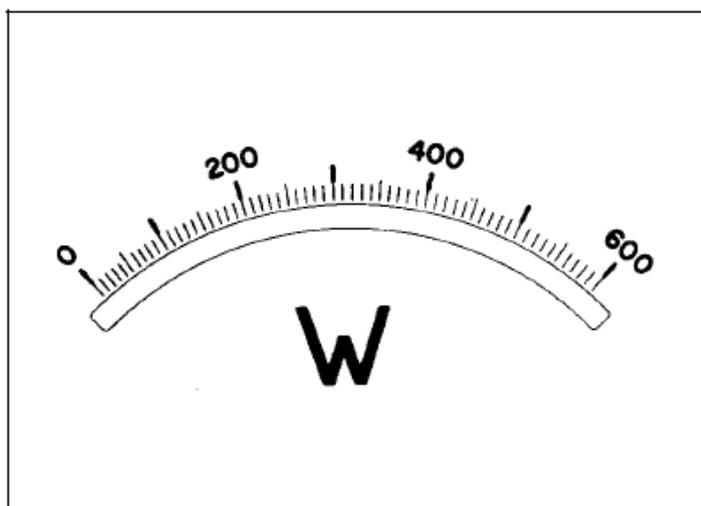
A potência é baseada no produto da tensão pela corrente. Nos wattímetros, uma das bobinas (bobina amperométrica) é constituída de poucas espiras de fio grosso e recebe a corrente do circuito; a outra bobina (bobina voltimétrica) é constituída de muitas espiras de fio fino e recebe a tensão. O wattímetro indica o produto desses dois valores, ou seja, a potência elétrica do circuito.

Essa potência indicada pelo wattímetro, tanto em corrente contínua quanto em corrente alternada, é a potência ativa (em watts), isto é, a potência realmente capaz de produzir trabalho.

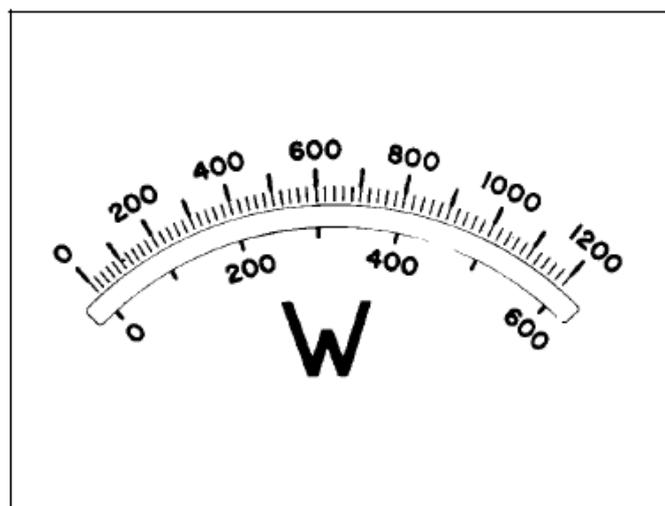
O wattímetro possui um resistor de amortecimento ligado em série com sua bobina voltimétrica. Por isso está preparado para ser utilizado na medição de potência com tensões de diferentes valores, como por exemplo, 110 e 220 volts.



As escalas do wattímetro apresentam-se de duas formas: com uma só graduação e com duas graduações.



Escala com uma só graduação



Escala com duas graduações

Quando a escala tem apenas uma graduação e o borne que está sendo utilizado é para tensão menor, a leitura deve ser direta.

Nesse caso, se o ponteiro está indicando o número 400, lêem-se 400 watts. Quando o borne utilizado é para tensão maior, a leitura do instrumento deve ser feita multiplicando-se por dois o valor indicado para compensar a tensão retida pelo resistor de amortecimento.

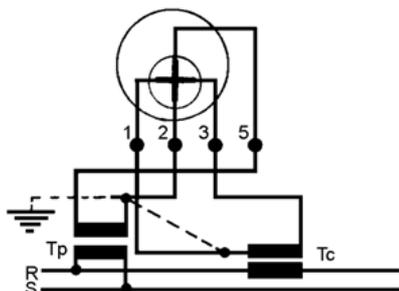
A escala de duas graduações tem uma graduação que corresponde ao dobro da outra e o procedimento para leitura é o seguinte:

- Tensão menor
 - leitura direta na escala inferior;
- Tensão maior
 - leitura direta na escala superior.

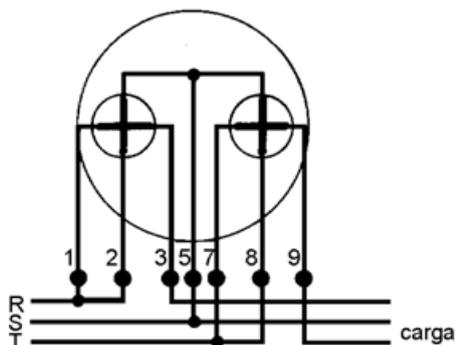
Os wattímetros podem ser monofásicos ou trifásicos. Podem ser ligados diretamente à carga ou através de transformadores de corrente (TC) e transformadores de tensão (TP).

Veja alguns tipos de wattímetros empregados em várias situações de medição:

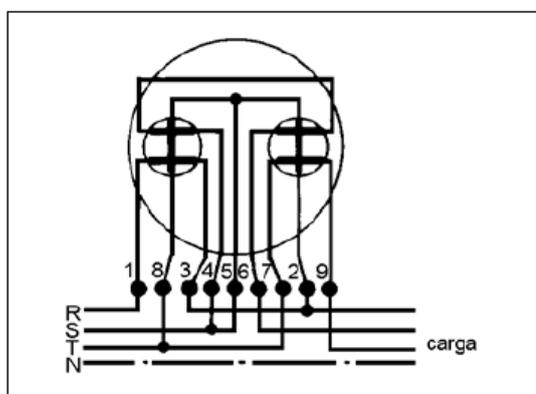
Wattímetro monofásico com transformadores de corrente (TC) e tensão (TP).



Wattímetro para medir carga trifásica arbitrária (equilibrada ou não).



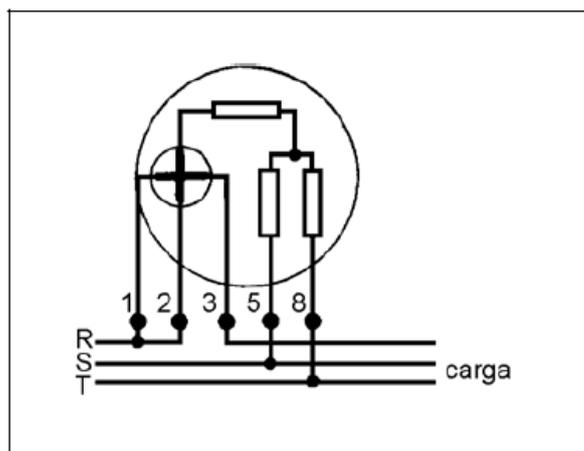
Wattímetro para medir carga polifásica arbitrária (equilibrada ou não).



A medições de potências ativas (watts) nos sistemas trifásicos requerem muito cuidado na seleção adequada dos aparelhos para as respectivas cargas a serem medidas.

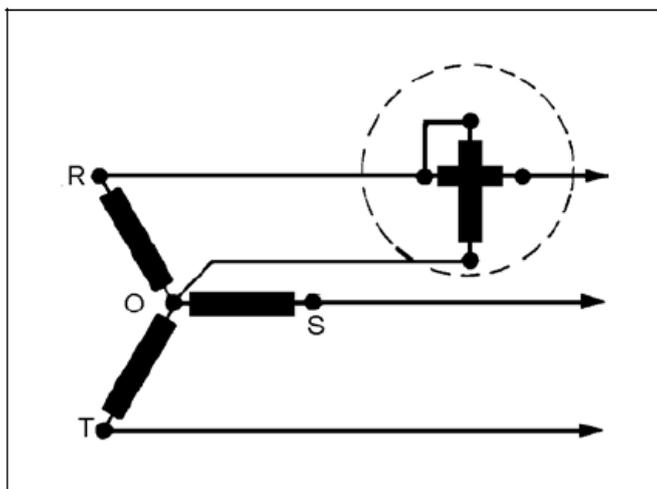
Atente, agora, para as medições de potências trifásicas.

Sistema para carga equilibrada



Nesse sistema, o wattímetro indica a potência de uma fase W_f , sendo a carga do sistema igual a 3 vezes W_f . Os dois resistores R devem ter a mesma resistência da bobina de tensão.

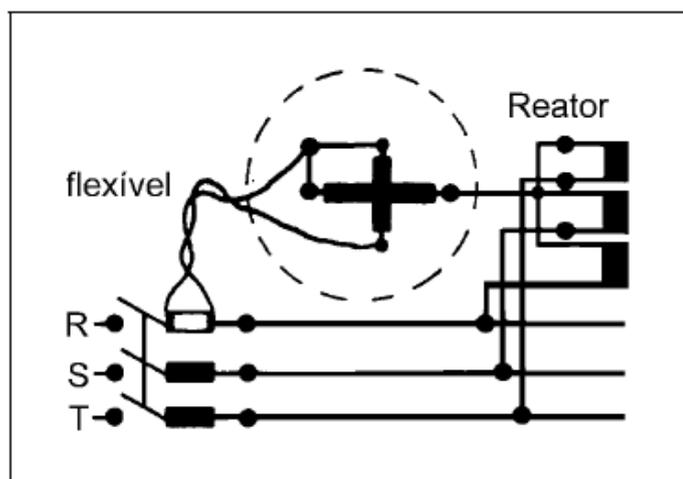
Sistema para medição com um wattímetro monofásico em carga trifásica equilibrada, com neutro acessível



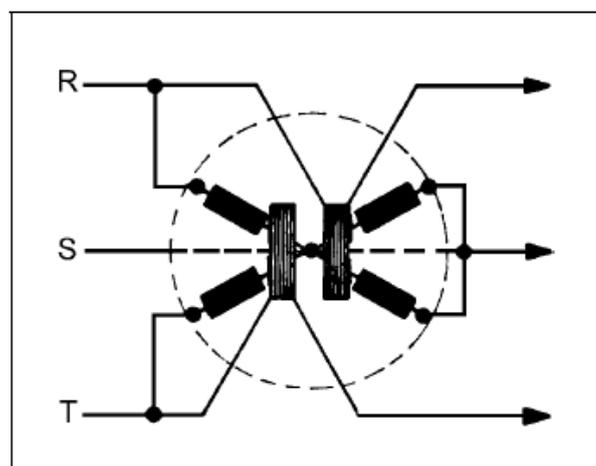
A potência do sistema será igual a W_f vezes 3.

Sistema para medição com um wattímetro monofásico com reator para ponto neutro artificial

Nesse sistema, a medição se efetua fase por fase da parte amperimétrica, substituindo-se, em cada fase, o fusível preparado com fio flexível. A potência do sistema será a soma de cada medida feita. Uma estrela de resistência pode substituir o reator.

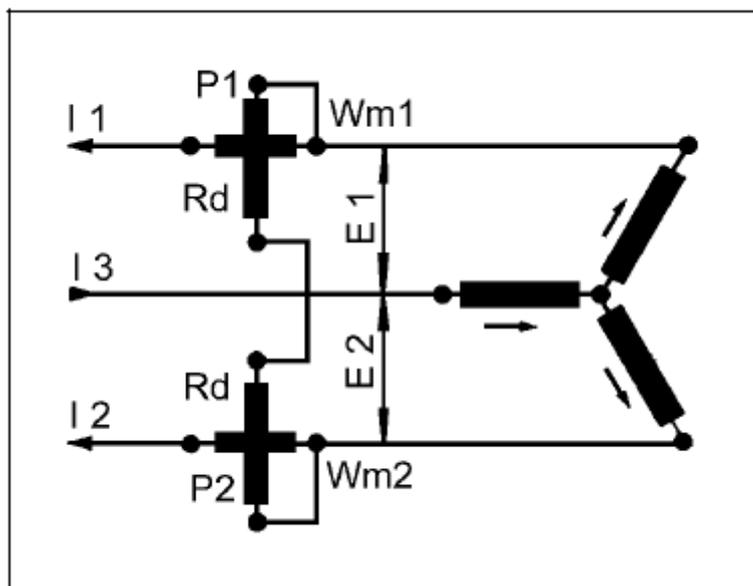


Sistema para medição com wattímetro trifásico de dois sistemas



Nesse sistema, a potência será indicada pelo ponteiro.

Sistema para medição com carga equilibrada ou não, utilizando-se dois wattímetros monofásicos



Sistema de medidas trifásico com cargas equilibradas ou não utilizando-se dois wattímetros monofásicos

A potência absorvida da rede será a soma ou a diferença dada pela fórmula $W_{30} = W_1 \pm W_2$, dependendo de como está a carga no momento da medida: com o fator de potência acima de 0,5, será a soma $W_{30} = W_1 + W_2$. Com o fator de potência abaixo de 0,5, será a subtração $W_{30} = W_1 - W_2$. Para saber se o $\cos \varphi$ está maior ou menor que 0,5, pode-se acrescentar uma carga 30 adicional e observar nos ponteiros dos wattímetros:

- Se os dois ponteiros dos wattímetros se deslocam na mesma direção é sinal de que $\cos \varphi > 0,5$;
- Se um dos ponteiros dos wattímetros se deslocar para a esquerda é sinal de que $\cos \varphi < 0,5$.

Exemplo

$$W_1 = 500W$$

$$W_2 = 300W$$

Então:

a) $\cos \varphi > 0,5$

$$W_{30} = W_1 + W_2$$

$$W_{30} = 500 + 300 = 800W$$

b) $\cos \varphi < 0,5$

$$W_{30} = W_1 - W_2$$

$$W_{30} = 500 - 300 = 200 W$$

Para fornecermos o resultado final, obrigatoriamente temos que conhecer o fator de potência.

Fasímetros

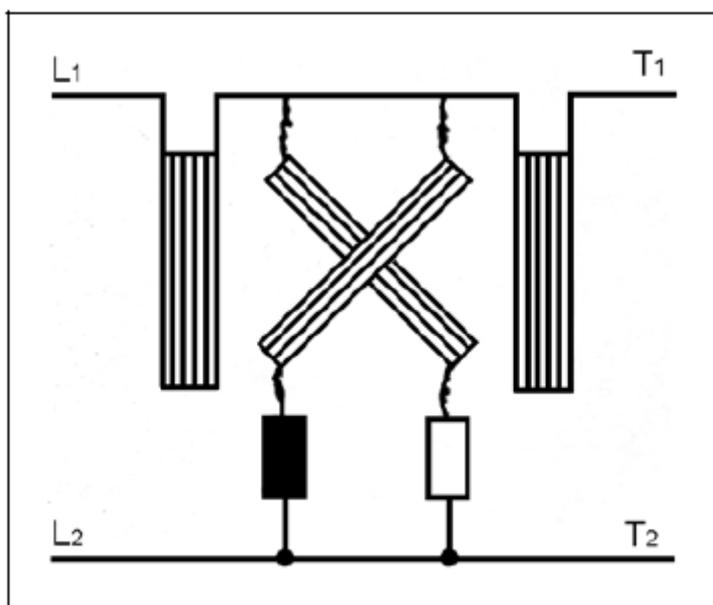
São instrumentos que servem para medir fator de potência. O fator de potência é a razão entre a potência real e a potência aparente.

A fórmula é:

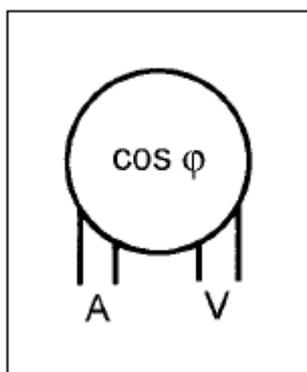
$$\text{Fator de potência} = \frac{\text{Potência real}}{\text{Potência aparente}} \text{ ou, na sua forma abreviada, } \cos \varphi = \frac{P}{P_a} .$$

Os fasímetros podem medir o fator de potência de um circuito reativo indutivo ou reativo capacitivo.

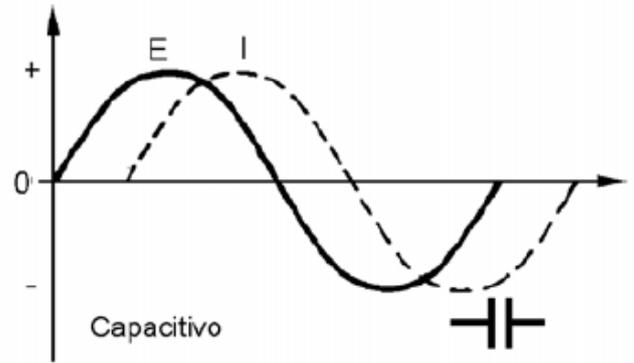
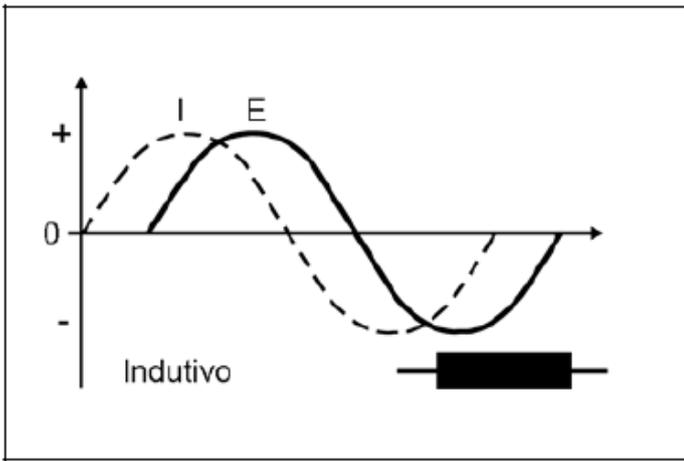
O funcionamento dos fasímetros baseia-se no princípio eletrodinâmico entre bobinas fixas e bobinas cruzadas.



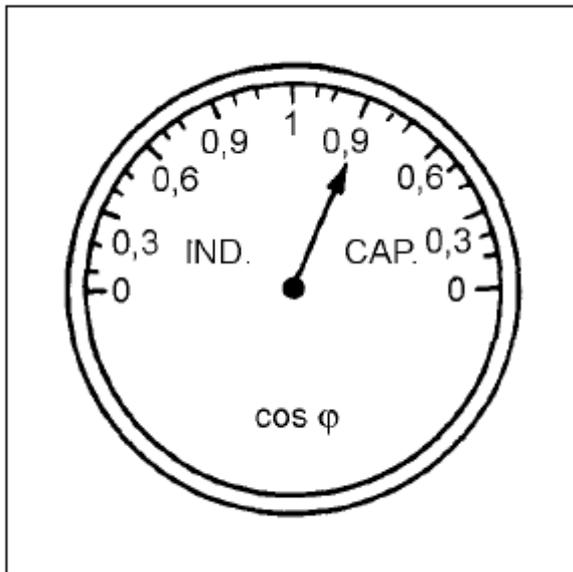
Veja abaixo, o símbolo usado para se identificar um fasímetro num circuito.



O fator de potência representa a defasagem existente entre a tensão e a corrente do circuito logo, o fasímetro nos fornece essa defasagem. Observe, na figuras abaixo, um exemplo de defasagem num circuito reativo indutivo e outro num circuito reativo capacitivo.



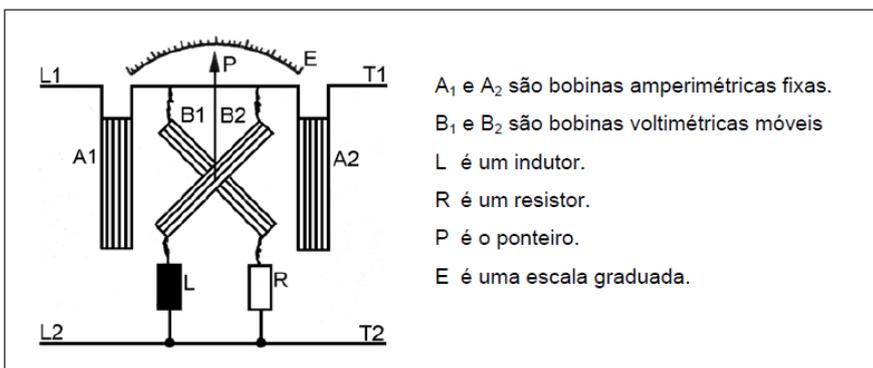
Veja agora a representação da tela de leituras de um fasímetro.



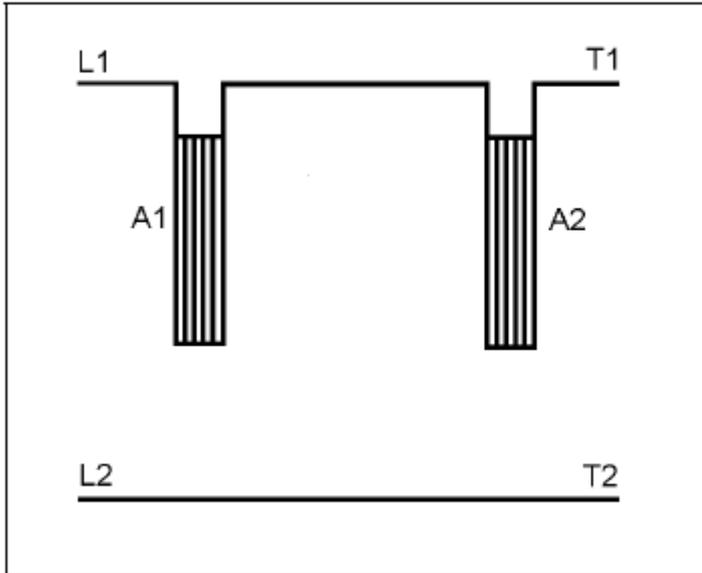
Observe que a medida do fator de potência num circuito reativo capacitivo é feita do centro para a direita em ordem decrescente. Se o circuito for reativo indutivo, a medição é feita do centro para a esquerda, também em ordem decrescente. Veja também que, na figura, o fasímetro aponta $\cos \varphi = 0,9$.

Os fasímetros podem ser monofásicos ou trifásicos. Vamos examinar agora as características de cada um desses dois tipos de fasímetros.

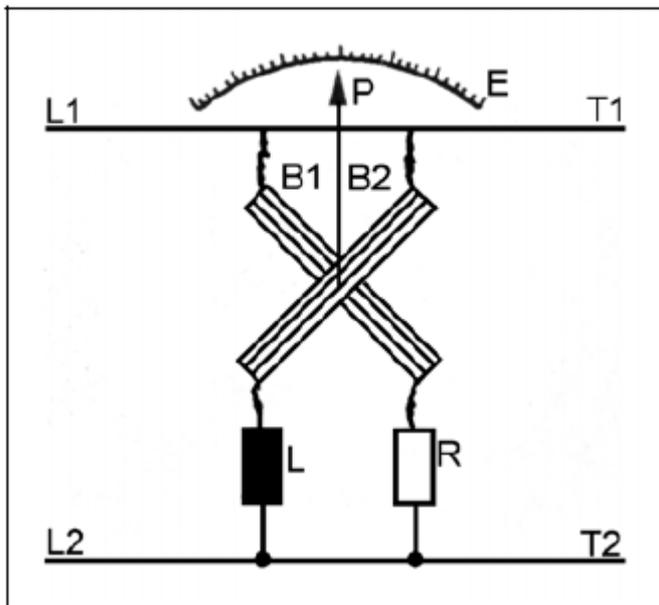
Veja abaixo, o esquema das ligações internas de um fasímetro monofásico.



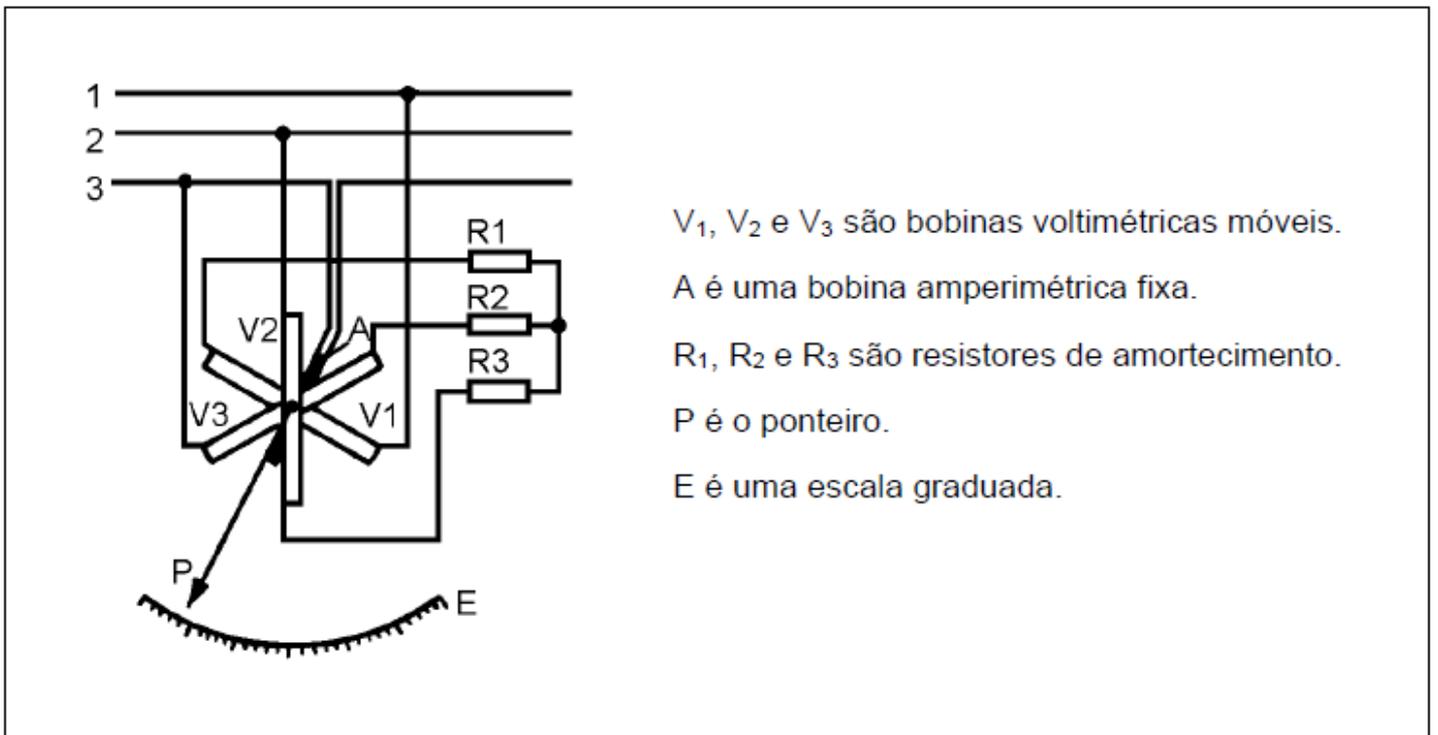
As bobinas amperimétricas fixas A1 e A2 são ligadas em série com o circuito. Portanto, são percorridas pela mesma corrente do circuito. Como a corrente do circuito é alternada, elas produzem um campo magnético alternado. Veja a figura abaixo.



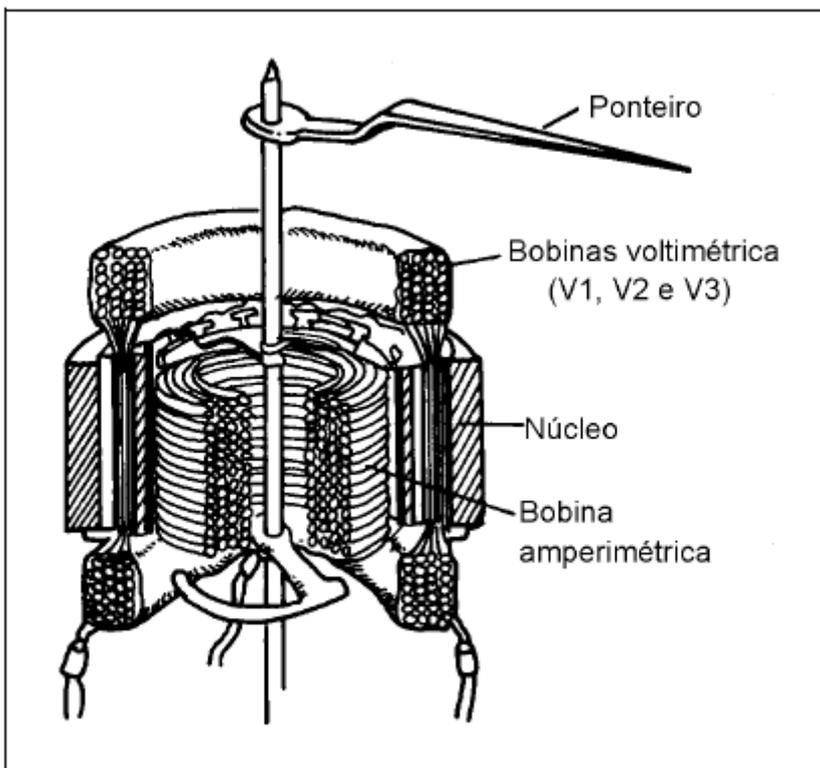
As bobinas voltimétricas móveis B1 e B2 são ligadas em paralelo com o circuito. Portanto, são submetidas à mesma tensão aplicada ao circuito. Observe a figura abaixo.



Veja, a seguir, o esquema das ligações internas de um fasímetro trifásico.



Vamos agora analisar o funcionamento desse fasímetro. Veja a figura a seguir.



As bobinas voltimétricas V_1 , V_2 e V_3 são enroladas num núcleo de ferro e ligadas em estrela com resistores iguais. Esses resistores possuem resistência de alto valor. A bobina amperimétrica fixa A fica situada no interior do núcleo de ferro.

Ao serem alimentadas pela tensão da rede, as bobinas criam, em seu interior, um campo magnético rotativo. Entre o campo rotativo do núcleo e a bobina amperimétrica ocorre um deslocamento. Esse deslocamento faz com que núcleo de ferro arraste o ponteiro P que está acoplado ao núcleo. O ponteiro pode deslocar-se para a direita ou para a esquerda, dependendo do tipo de circuito.

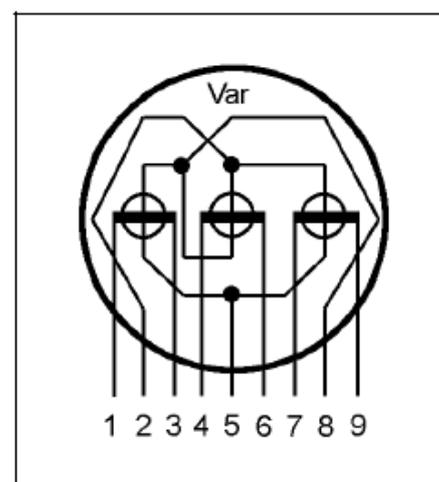
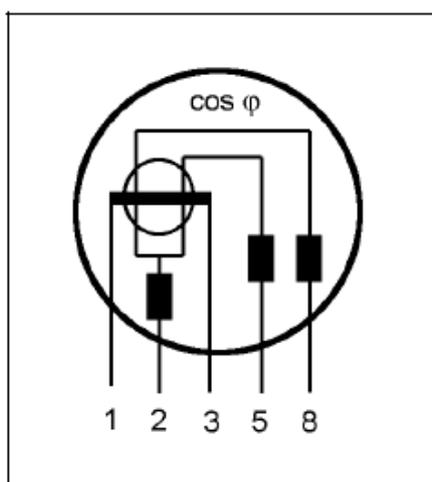
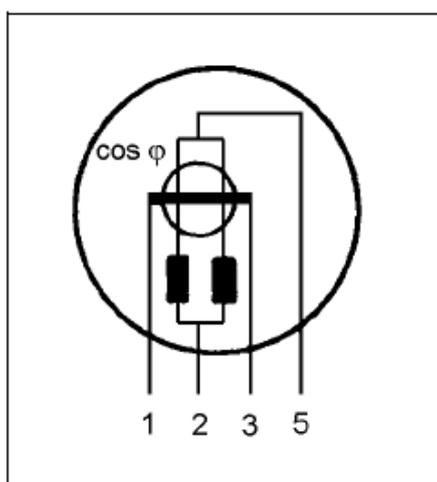
Medições elétricas

Vamos analisar, a seguir, algumas características técnicas de instrumentos de medição elétrica.

A tabela abaixo nos fornece dados técnicos de um instrumento.

Tensão de prova	2kV
Gama de frequência	Circuito monofásico, 50 ou 60Hz Circuito trifásico, 15...60...100Hz
Forma de onda	Senoidal
Classe de exatidão	1,5
Fator de aferição	Entre 0,5 e 1,2
Sobrecarga permanente	1,20m. 1,2Un
Tensão e corrente mínima de trabalho para fasímetros	85% de Un, 40% de In
Consumo	Wattímetro e varímetro • Circuito de corrente: 1VA • Circuito de tensão: 2,5VA Fasímetro • Circuito de corrente: 2VA • Circuito de tensão: monofásico, 10VA; trifásico, 5VA

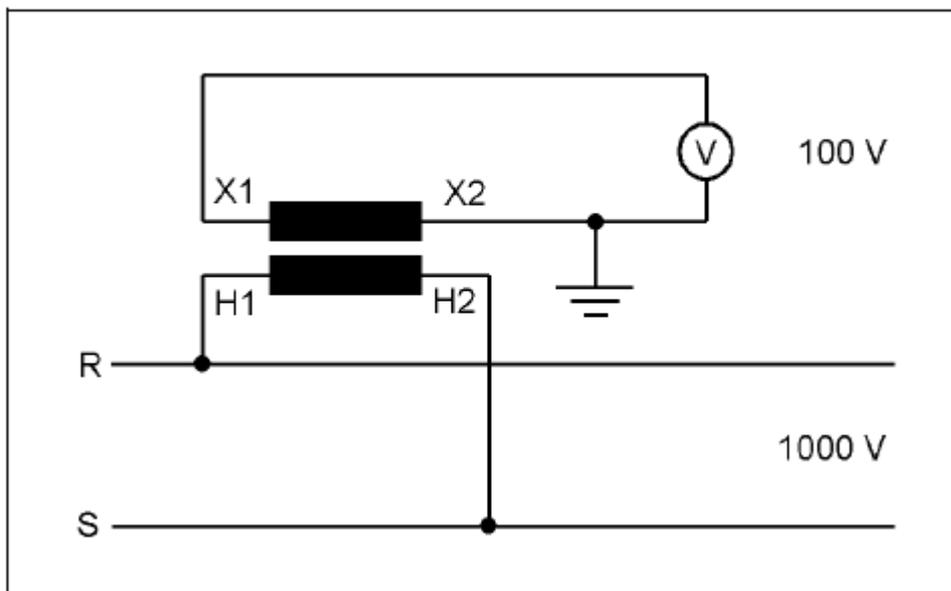
Veja agora os esquemas das ligações internas.



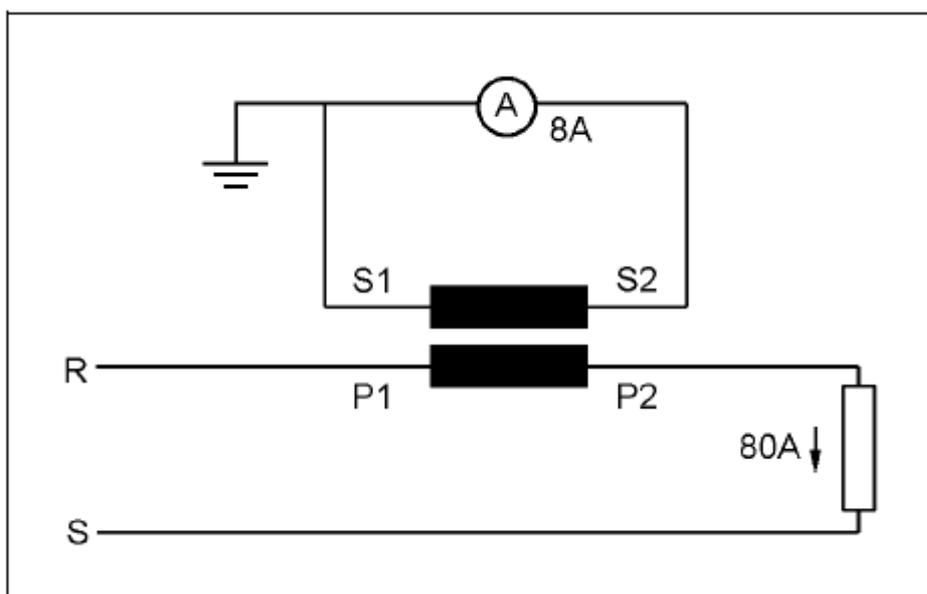
Observação

Os polos 1 e 3, 4 e 6 e 7 e 9 são partes amperimétricas. Os polos 2, 4 e 8 são partes voltimétricas.

O transformador de potencial, ou TP, serve para diminuir a tensão, adequando-a ao instrumento. Veja a seguir o esquema da ligação interna de um TP.



O transformador de corrente, ou TC, serve para diminuir a corrente, adequando-a ao instrumento. Veja o esquema de ligação interna de um TC.



A seguir, você vai ver esquemas de conexão de fasímetros, de wattímetros e de varímetros. Você deve analisá-los detidamente, com o auxílio do professor.

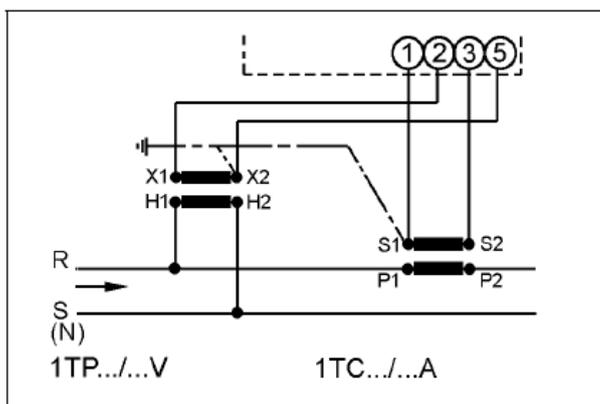
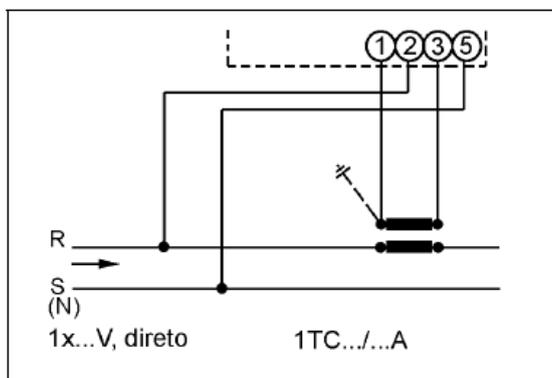
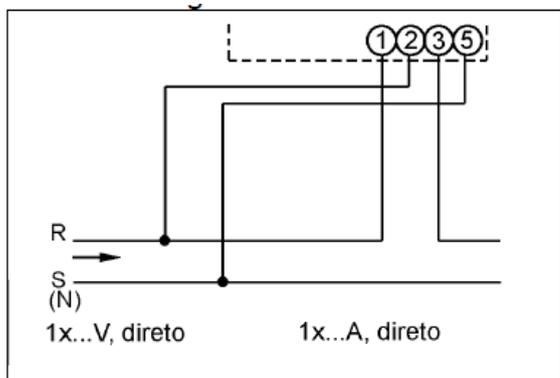
Circuito monofásico

W : Wattímetro

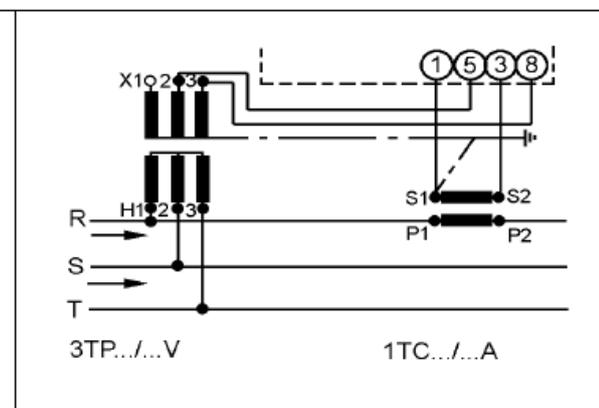
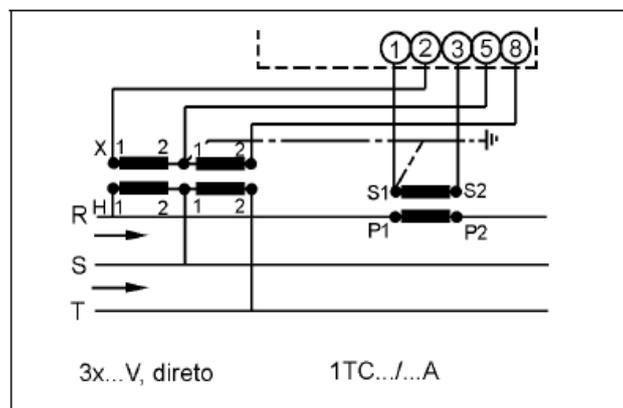
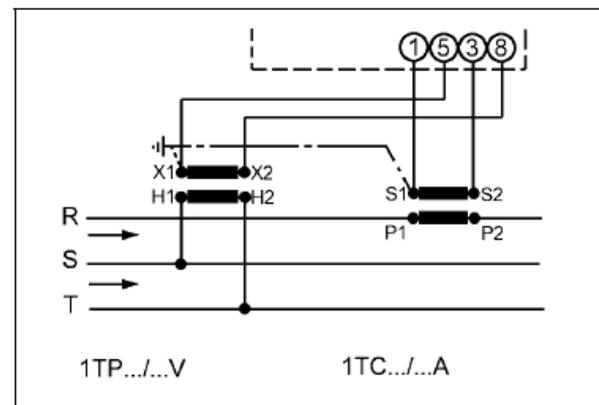
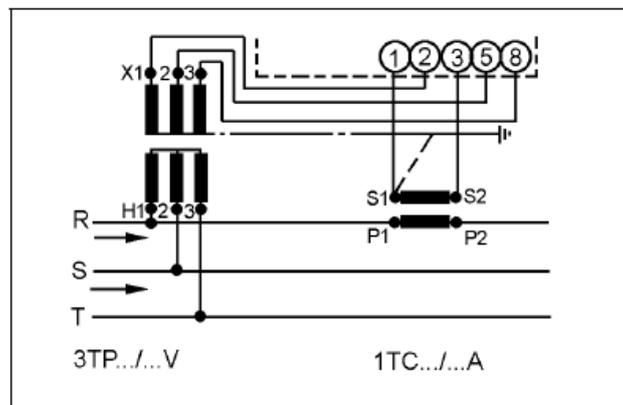
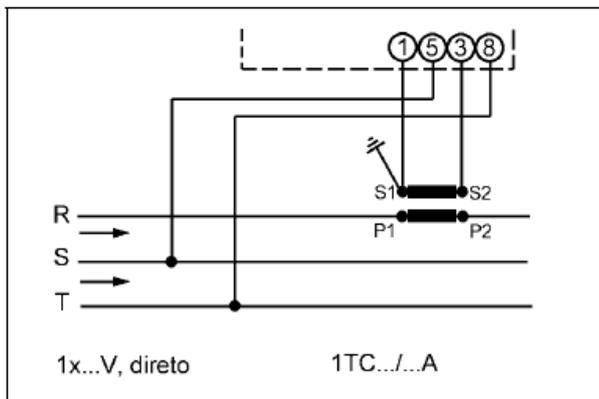
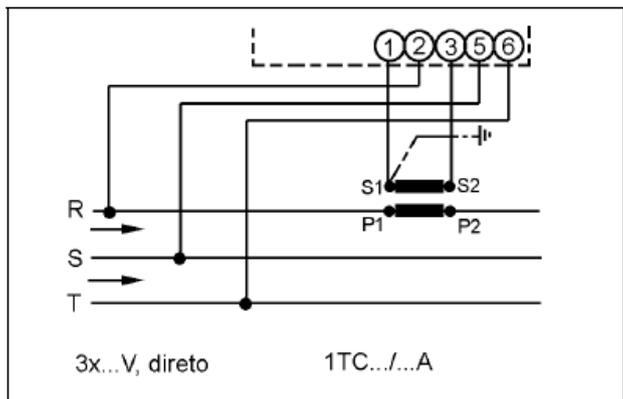
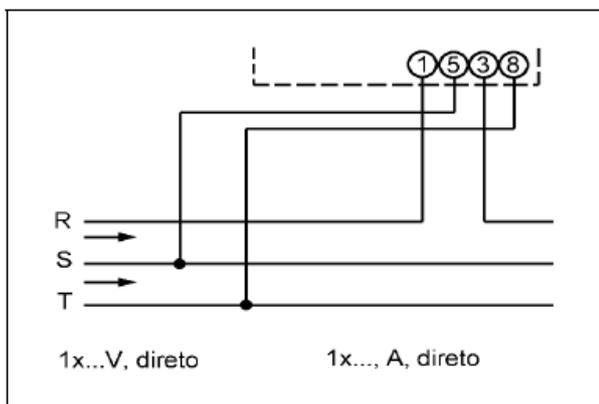
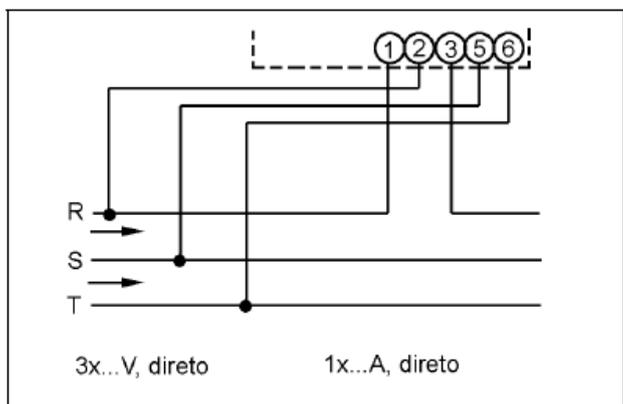
VAR : Varímetro

COS : fasímetro

Observe as figuras abaixo.



Circuito trifásico equilibrado W : Wattímetro COS : Fasímetro VAR : Varímetro

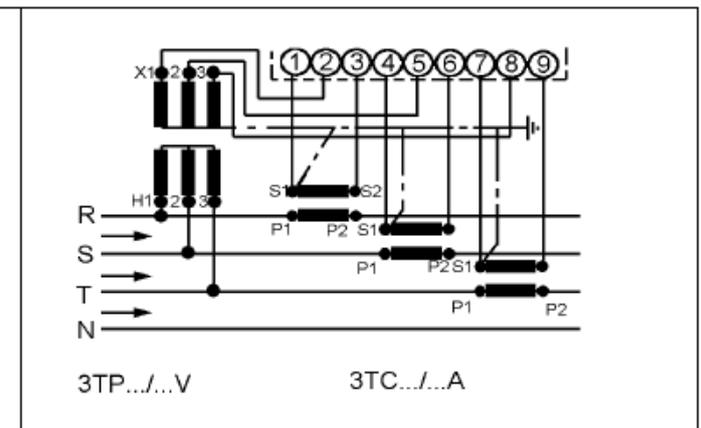
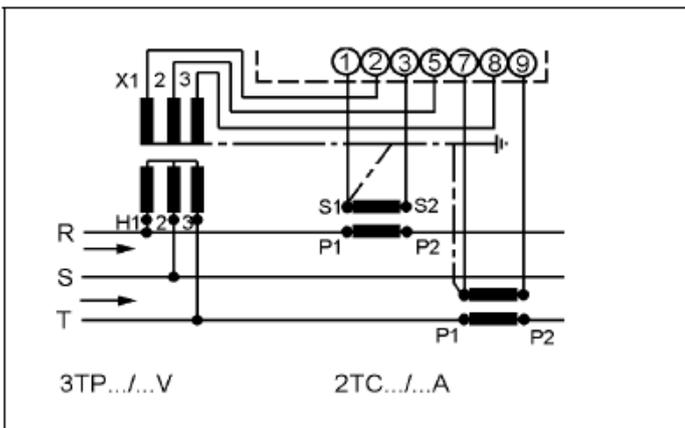
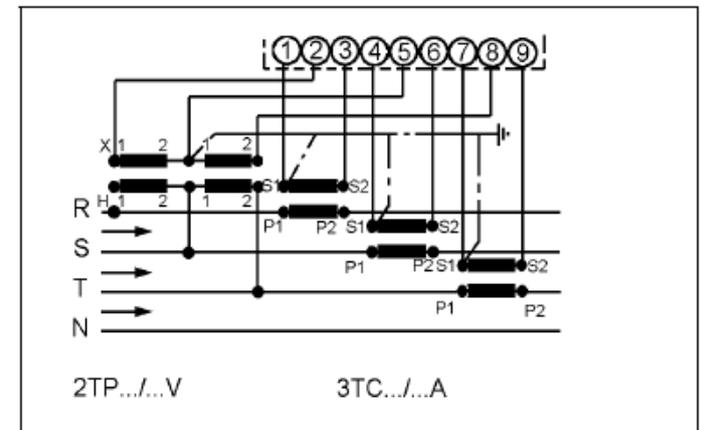
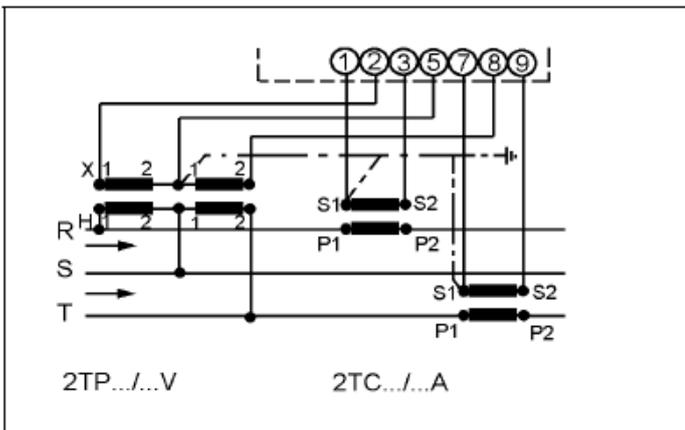
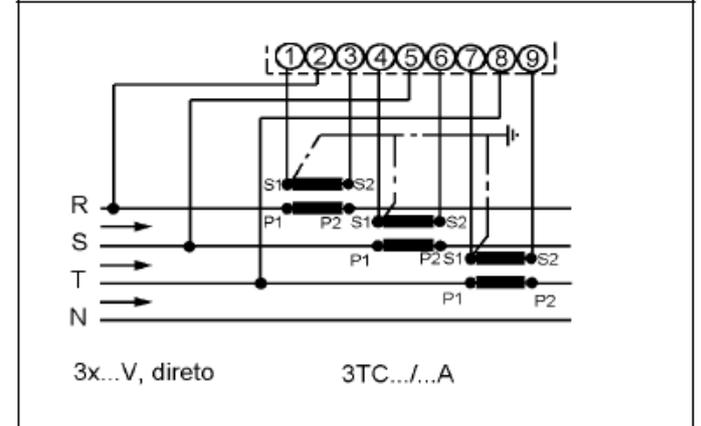
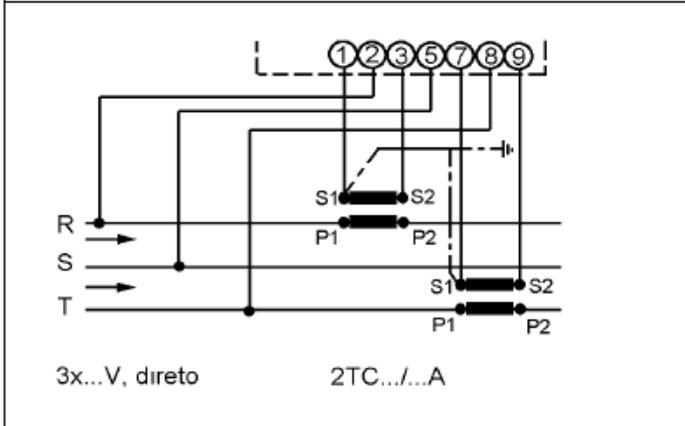
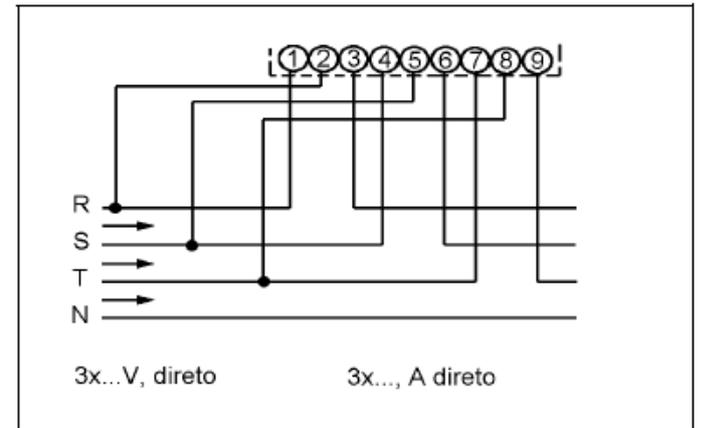
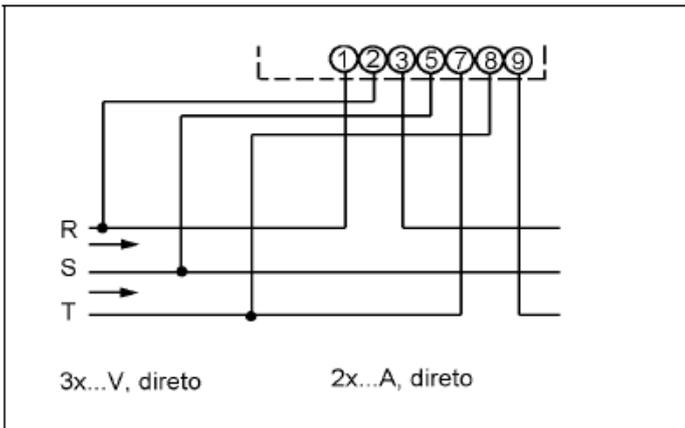


Circuito trifásico desequilibrado

W : Wattímetro
VAR : Varímetro

Circuito trifásico desequilibrado com neutro

W : Wattímetro
VAR : Varímetro



Máquinas elétricas

Na unidade anterior, vimos que existem dois equipamentos para medir a rotação (rpm) das máquinas elétricas: o gerador taquimétrico e o gerador Hall.

Nesta unidade, estudaremos esses dois equipamentos, suas características e utilização.

Gerador taquimétrico

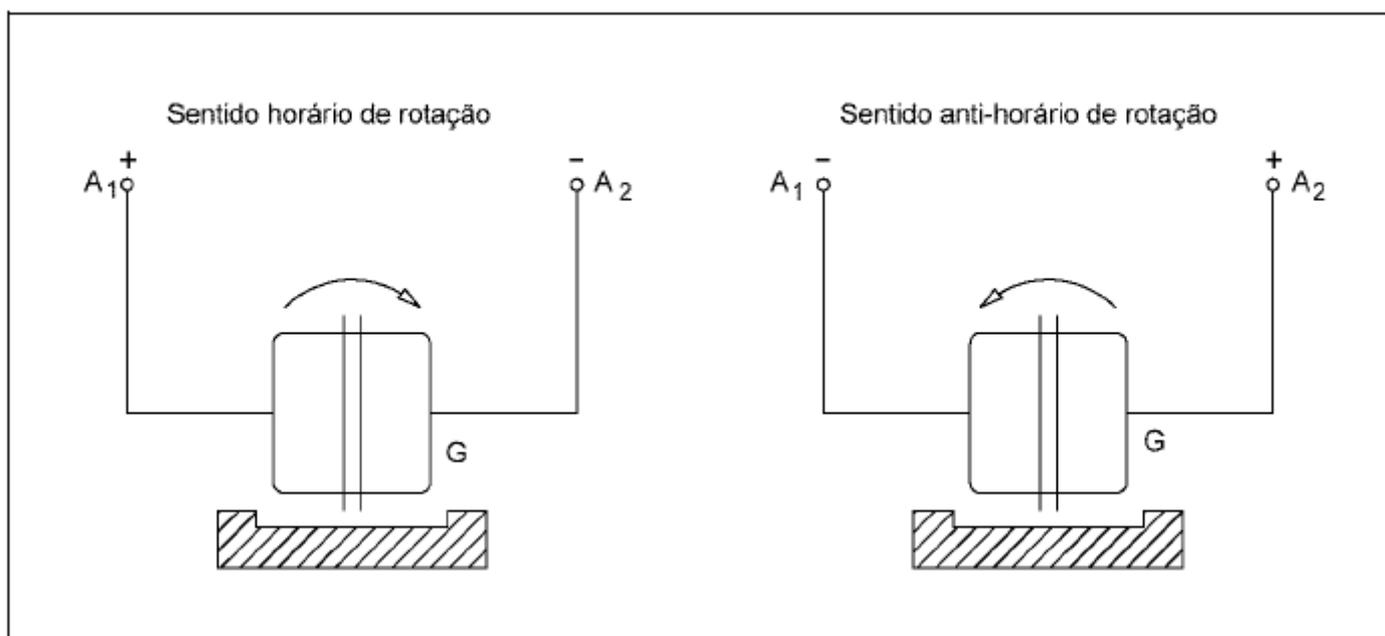
O gerador taquimétrico (ou dínamo taquimétrico) é aplicado ao servocontrole de máquinas operatrizes.

Ele é acoplado ao eixo da máquina e gera uma tensão quando o eixo gira. Essa tensão realimenta o circuito dando, em forma de tensão, uma informação da velocidade da máquina.

Geralmente, essa tensão é da ordem de 60V para cada 1000rpm. Porém, pode haver outros valores de relação, como por exemplo, 20V/1000rpm; 100V/1000rpm.

Máquinas elétricas

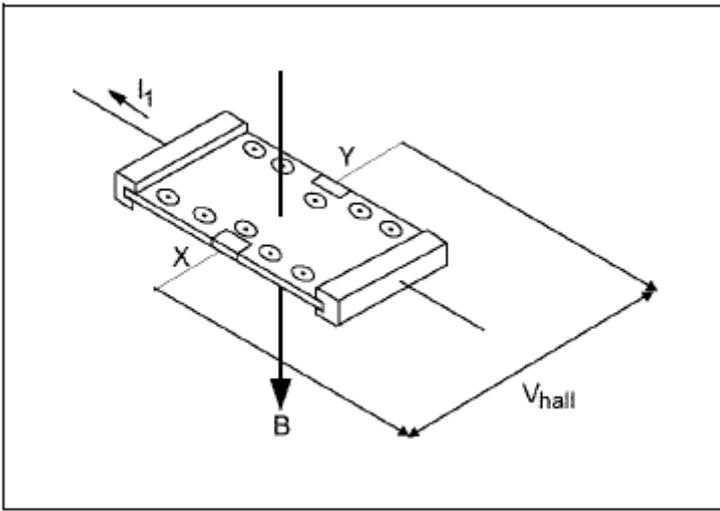
O gerador taquimétrico é um gerador de CC. Quando invertemos seu sentido de rotação, a polaridade da tensão se inverte. Veja representação esquemática a seguir.



Gerador Hall

Para que haja continuidade no movimento de rotação de um motor com comutação eletrônica, há necessidade de um sensor para indicar a posição do rotor.

Esse sensor é o gerador Hall que consiste de uma placa de material semiconductor, geralmente uma liga de índio e antimônio, percorrida longitudinalmente por uma corrente (I₁) sob um campo magnético B.



Funcionamento

Uma diferença de potencial surge entre os pontos x e y e que é chamada de efeito Hall. Essa tensão é dada por:

$$V_H = \frac{R_H}{d} \cdot B \cdot I_1$$

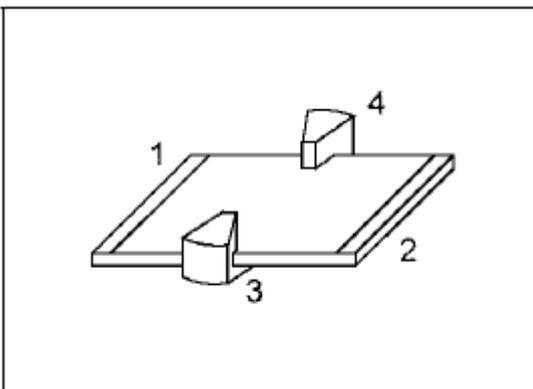
Onde:

- V_H é a tensão Hall;
- d é a espessura do condutor;
- B é a intensidade do campo magnético;
- I_1 é a corrente no condutor.

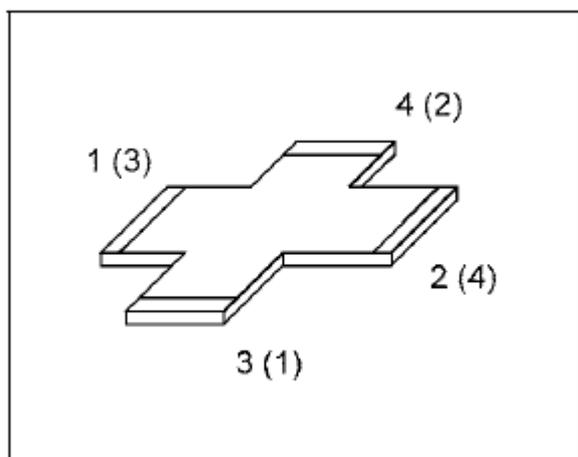
A sensibilidade do gerador Hall é constante em toda a faixa de 0 até 1t.

O gerador Hall fornece uma tensão polarizada em função do campo e da corrente, por isso, formatos diferentes fornecem rendimentos diferentes, ou seja:

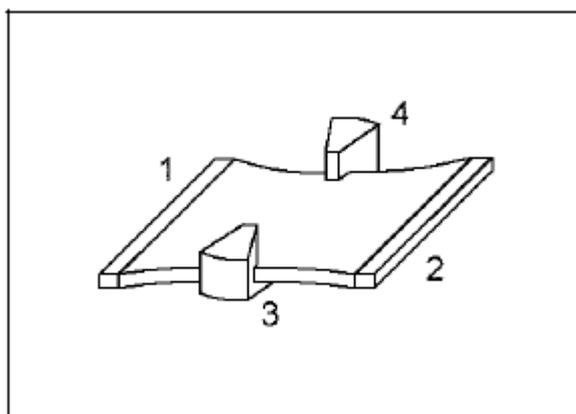
- Forma retangular: alta tensão Hall de saída;



- Forma borboleta: alta sensibilidade de fluxo



- Forma de cruz: alta sensibilidade de indução



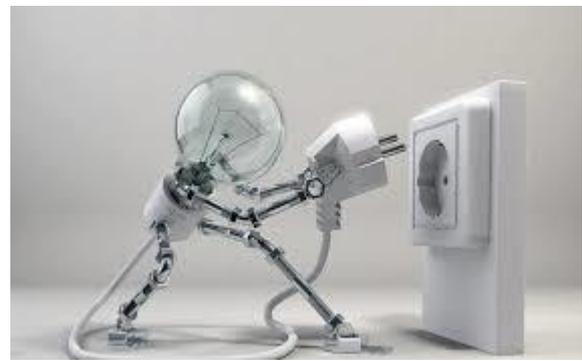
Aplicações

O gerador Hall tem várias aplicações a saber:

- Em sistemas de ignição de automóveis nos quais evita contatos mecânicos que implicam no desgaste das peças e permite ajustagem contínua do sistema;
- Na medição de fluxo disperso de transformadores em circuitos onde existem mecanismos sensíveis a pequeno campo magnético estranho;
- Na verificação de transmissão de sinais, captando um sinal emitido em outro ponto do circuito, evitando os contatos elétricos.

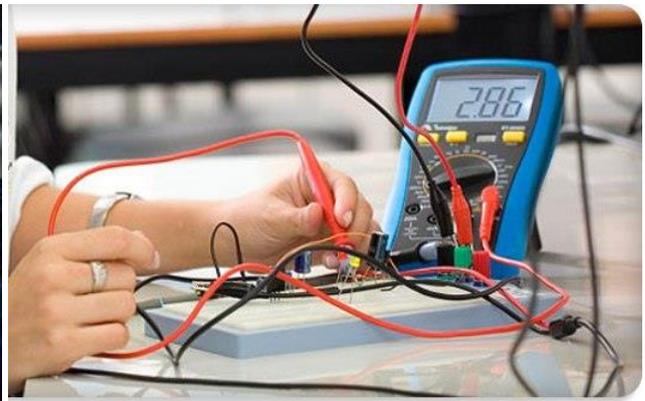
Referências

- SENAI-SP. Eletricista de manutenção III - Comandos eletroeletrônicos. Por Aurélio Ribeiro, Irandi Dutra, José Geraldo Belato, José Roberto Nunes do Espírito Santo e Regina Célia Roland Novaes. São Paulo, 1994.
- SENAI-SP. Eletricista de manutenção - Bobinagem de motor monofásico de fase auxiliar. Por Antônio da Conceição Vieira, Antônio Moreno Neto, Francisco de Assis Costa e Silva, Hernani Rossi Contrucci e José Carlos de Souza. São Paulo, 1986.
- SENAI-SP. Reparador de equipamentos eletrônicos II - Eletrotécnica. Por Irandi Dutra, José Geraldo Belato e Regina Célia Roland Novaes,. São Paulo, 1990.
- SENAI-SP. Técnico em mecatrônica - Robótica. Por Júlio César de Almeida Freitas e Paulo Bueno Santos. São Paulo, 2000.
- SENAI-SP. Eletricista e mecânico de refrigeração. Por Reinaldo José Vicelli e Sérgio Nobre Franco. São Paulo, 1986.



INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL

MEDIDAS ELÉTRICAS



CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICO

2016

ÍNDICE

SIMBOLOGIA GRÁFICA UTILIZADA NAS TAREFAS	3
1 EMENDA DE CONDUTORES EM PROSSEGUIMENTO	4
1.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	4
1.2 INTRODUÇÃO.....	4
1.3 PROCEDIMENTOS:.....	4
2 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO	6
2.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	6
2.2 INTRODUÇÃO.....	6
2.3 PROCEDIMENTOS:.....	7
3 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO CONJUGADO COM UMA TOMADA	8
3.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	8
3.2 INTRODUÇÃO.....	9
3.3 PROCEDIMENTOS:.....	9
4 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES	10
4.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	10
4.2 INTRODUÇÃO.....	10
4.3 PROCEDIMENTOS:.....	11
5 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO	11
5.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	11
5.2 INTRODUÇÃO.....	12
5.3 PROCEDIMENTOS:.....	12
6 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES CONJUGADO COM UMA TOMADA	13
6.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	13
6.2 INTRODUÇÃO.....	13
6.3 PROCEDIMENTOS:.....	14
7 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR INTERRUPTORES PARALELO OU “TREE-WAY”	14
7.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	14
7.2 INTRODUÇÃO.....	15
7.3 PROCEDIMENTOS:.....	15
8 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR INTERRUPTORES TREE-WAY E FOUR-WAY	16
8.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	16
8.2 INTRODUÇÃO.....	16
8.3 PROCEDIMENTOS:.....	17
9 INSTALAÇÃO DE UMA CAMPAINHA OU CIGARRA	18
9.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	18
9.2 INTRODUÇÃO.....	18
9.3 PROCEDIMENTOS:.....	18
10 INSTALAÇÃO DE TOMADA COM CONDUTOR DE PROTEÇÃO	19
10.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	19
10.2 INTRODUÇÃO.....	19
10.3 PROCEDIMENTOS:.....	20
11 INSTALAÇÃO DE LÂMPADA ACIONADA POR FOTOCÉLULA	21
11.1 MATERIAL UTILIZADO:.....	21

11.2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:	21
11.3	PROCEDIMENTOS.....	21
12	INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE DE 40W COM REATOR DO TIPO COMUM	22
12.1	MATERIAL UTILIZADO:.....	22
12.2	INTRODUÇÃO.....	23
12.3	FUNCIONAMENTO	23
12.4	PROCEDIMENTOS:	24
13	INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 40W COM REATORES DO TIPO COMUM, ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO 25	
13.1	MATERIAL UTILIZADO:.....	25
13.2	INTRODUÇÃO.....	25
13.3	PROCEDIMENTOS.....	26
14	INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 40W COM REATOR DUPLO DO TIPO PARTIDA RÁPIDA	27
14.1	MATERIAL UTILIZADO:.....	27
14.2	INTRODUÇÃO.....	27
14.3	PROCEDIMENTO.....	27
15	BIBLIOGRAFIA.....	28

SIMBOLOGIA GRÁFICA UTILIZADA NAS TAREFAS

Para uma melhor compreensão, e como forma de facilitar a identificação dos componentes, equipamentos e outros elementos que possam ser utilizados nas instalações elétricas é utilizada uma simbologia gráfica que representa cada elemento da instalação. Com isso, o projetista pode dar início ao desenho do projeto elétrico na planta residencial ou industrial, utilizando-se de uma simbologia gráfica.

Neste guia, a simbologia apresentada é a usualmente empregada pelos projetistas. Como ainda não existe um acordo comum a respeito delas, o projetista pode adotar uma simbologia própria identificando-a no projeto, através de uma legenda.

Para as tarefas que serão desenvolvidas com o auxílio deste guia, será utilizada a simbologia apresentada a seguir.

ELEMENTO	SIMBOLOS	
Campainha		
Condutores retorno, fase e neutro respectivamente		
Fotocélula		
Interruptor de campainha		
Interruptor four-way		
Interruptor simples		
Interruptor three-way		
Lâmpada fluorescente		
Lâmpada incandescente		
Reator		
Starter		
Tomada 3P		
Tomada universal		

1 EMENDA DE CONDUTORES EM PROSSEGUIMENTO

1.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico;
- fita isolante;
- 01 canivete ou estilete.

1.2 INTRODUÇÃO

Comumente o eletricitista se depara com um problema: o percurso da instalação em linha é maior que o fio condutor disponível. Que fazer então? Ele deverá executar uma ou mais emendas. Essas emendas, entretanto, poderão se transformar mais tarde fontes de mau contato, produzindo aquecimento e, portanto, perigos de incêndio ou de falhas no funcionamento da instalação, se forem mal executadas. A função de um engenheiro é saber fazer, fiscalizar e identificar as possíveis falhas. Assim, estes são bons motivos para se aprender as técnicas e recomendações indicadas na execução de uma boa instalação.

1.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Desencape as pontas dos condutores, retirando com um canivete ou estilete a cobertura isolante em PVC. Execute sempre cortando em direção à ponta, como se estivesse apontando um lápis, com o cuidado de não “ferir” o condutor. O procedimento correto pode ser visualizado na Figura 1(a).

Obs.: o comprimento de cada ponta deve ser suficiente para aproximadamente umas 06 (seis) voltas em torno da ponta do outro condutor.

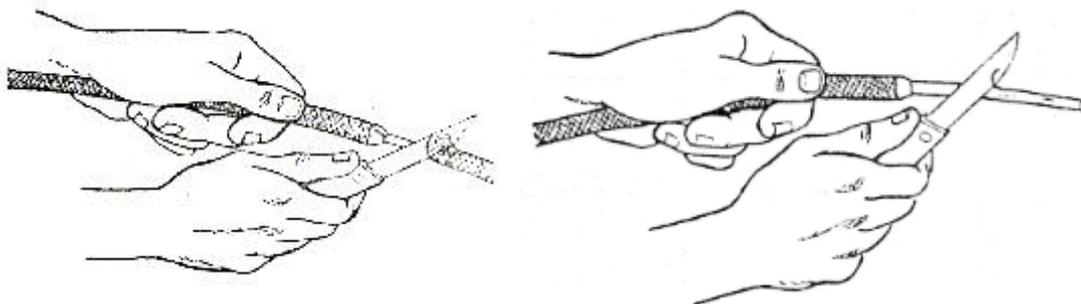


Figura 1, (a) e (b) - Desencapando as pontas dos condutores.

2º Passo:

Limpe os condutores, retirando os restos do isolamento. Caso o condutor apresente oxidação na região da emenda, raspe o condutor com as costas da lâmina, a fim de eliminar a oxidação. O procedimento que pode ser visualizado na Figura 1(b).

Obs.: Caso o condutor seja estanhado, não há necessidade da raspagem do mesmo.

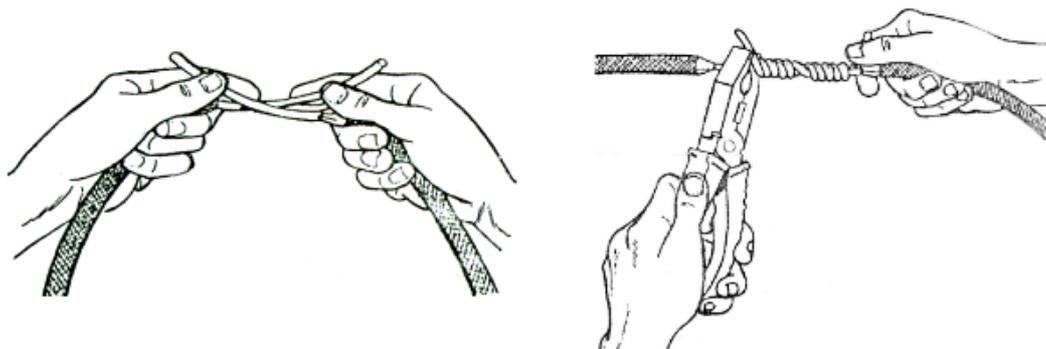


Figura 1, (c) e (d) - Emenda dos condutores.

3º Passo:

Emende os condutores, cruzando as pontas dos mesmos, conforme mostrado na Figura 1(c) e em seguida torça uma sobre a outra em sentido oposto. Cada ponta deve dar aproximadamente seis voltas sobre o condutor, no mínimo. Complete a torção das pontas com ajuda de um alicate, como mostrado na Figura 1(d). As pontas devem ficar completamente enroladas e apertadas no condutor, evitando-se assim que estas pontas perfurem o isolamento de acordo com a Figura 1(e).

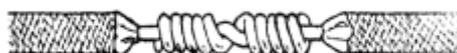


Figura 1(e) - Emenda típica.

4º Passo:

O isolamento da emenda deve ser iniciado pela extremidade mais cômoda. Prenda a ponta da fita e, em seguida, dê três ou mais voltas sobre a mesma, continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior. Continue enrolando a fita isolante sobre a camada isolante de PVC do condutor. A execução de uma emenda bem feita deve garantir que a camada isolante do condutor seja ultrapassada por uns dois centímetros. Corte a fita isolante, seguindo o procedimento de acordo com as Figura 1(f) e 1(g).

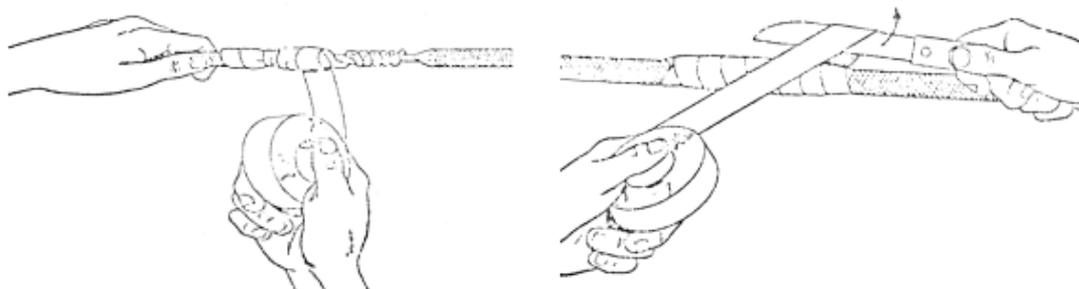


Figura 1, (f) e (g) – Isolando os condutores.

2 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO

Observações: Leia o guia com toda atenção. Você irá trabalhar com instalações elétricas energizadas. Tome bastante cuidado para não sofrer choques elétricos, pois eles podem até matar. Retire o fusível do quadro quando for realizar qualquer manuseio na instalação. A retirada do fusível evita uma energização indevida. Antes de colocar a mão em partes metálicas dos condutores, certifique-se que o circuito se encontra totalmente desenergizado.

Lembrete: Você está aqui para aprender, portanto, não hesite consultar o professor, monitor ou técnicos caso lhe ocorra alguma dúvida no decorrer da aula.

2.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 lâmpada incandescente;
- 01 interruptor de uma seção;
- 01 receptáculo ou soquete E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico e
- 01 cabo guia (passa fio).

2.2 INTRODUÇÃO

Uma das instalações mais elementares na iluminação de um ambiente é a energização de uma lâmpada através do acionamento à distância. Um exemplo típico seria a iluminação de um quarto. Uma maneira cômoda e segura é realizar o acionamento (ligar e desligar) da lâmpada sem que seja necessário o manuseio direto da lâmpada no próprio receptáculo. Para isso, inclui-se um interruptor, que geralmente se localiza junto à porta de entrada do ambiente.

O interruptor unipolar ou de uma seção é responsável pelo seccionamento de um único condutor. As normas exigem que o mesmo tenha mecanismo operado por mola, sob tensão mecânica, de modo que o circuito seja aberto ou fechado rapidamente, em intervalo de tempo muito curto, evitando a formação do arco entre os contatos ou minimizando os seus efeitos.

Uma lâmpada incandescente apresenta dois terminais. Um em forma de rosca metálica e o outro na forma de um pequeno disco. O encaixe das lâmpadas será realizado através de um receptáculo. O receptáculo apresenta-se isolado externamente, com um contato na parte superior interna e com um cilindro metálico rosqueado. Assim, O receptáculo permite o contato elétrico na face superior com o pequeno disco metálico da lâmpada e entre as partes rosquedas. Então, para energizar a lâmpada, basta conectar aos

dois terminais os condutores fase e neutro. O condutor fase está submetido ao maior potencial, no nosso caso, 220 volts. O condutor neutro deve estar submetido ao potencial de 0 Volts. Lembre-se de verificar o nível de tensão da rede quando na instalação de qualquer equipamento elétrico.

Como forma de segurança, é recomendável que se introduza a lâmpada no receptáculo com o circuito desenergizado. Além disso, para se evitar possíveis choques ao se trocar em partes metálicas da lâmpada com o circuito energizado, é recomendável que o fio neutro seja conectado à parte metálica rosqueável do receptáculo.

Além dos componentes acima citados, utilizar-se-ão eletrodutos e caixas. As caixas servem tanto de isolamento como de suporte para os componentes: fiação, interruptores, luminárias, tomadas, entre outros. Para auxiliar na passagem da fiação pelo interior do eletroduto será utilizado um cabo-guia. Ele facilita o arrasto da fiação por dentro do eletroduto, pois apresenta em uma de suas extremidades uma espécie de mola que facilita o deslocamento do guia dentro do eletroduto. Assim, para passar os condutores de um ponto a outro da instalação, basta fixar os condutores na outra extremidade do cabo-guia.

2.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verificar se o circuito está desenergizado:

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine, localizado no quadro geral ao lado das cabines.

2º Passo:

Passar o cabo-guia pelo eletroduto.

3º Passo:

Coloque a respectiva fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar, mostrado na Figura 2(a) com o auxílio do cabo guia. O diagrama unifilar é um diagrama onde são mostrados os “caminhos” seguidos pelos condutores no interior dos eletrodutos, até os seus respectivos terminais.

4º Passo:

Faça as conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor e emendas se necessário, seguindo o diagrama multifilar, mostrado na Figura 2(b). O diagrama multifilar é um diagrama, onde são mostrados os detalhes de ligação dos condutores, aos respectivos componentes do circuito. Lembre-se: as emendas caso contenham, devem ficar alojadas no interior das caixas e não dentro de eletrodutos. Para uma maior segurança no circuito, o fio a ser seccionado ou fio que vai ao interruptor, deve ser o fio fase, que pode ser identificado com o auxílio da chave néon.

5º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor.

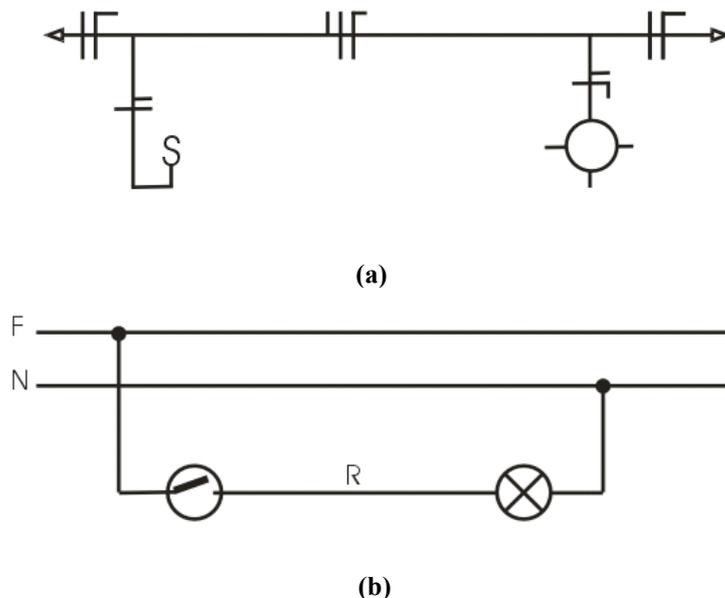


Figura 2 – Instalação de uma lâmpada incandescente acionada com um interruptor de uma seção.
 (a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

3 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO CONJUGADO COM UMA TOMADA

Observações: Leia o guia com toda atenção. Você irá trabalhar com instalações elétricas energizadas. Tome bastante cuidado para não sofrer choques elétricos, pois eles podem até matar. Retire o fusível do quadro quando for realizar qualquer manuseio na instalação. A retirada do fusível evita uma energização indevida. Antes de colocar a mão em partes metálicas dos condutores, certifique-se que o circuito se encontra totalmente desenergizado.

Lembrete: Você está aqui para aprender, portanto, não hesite consultar o professor, monitor ou técnicos caso lhe ocorra alguma dúvida no decorrer da aula.

3.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 lâmpada incandescente;
- 01 interruptor de uma seção conjugado com uma tomada;
- 01 receptáculo ou soquete E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

3.2 INTRODUÇÃO

Um exemplo típico dessa configuração é um banheiro. Como é normal, deseja-se iluminá-lo e no mínimo instalar uma tomada para um barbeador elétrico ou um secador de cabelo. Então, por motivos de economia, pode-se utilizar um interruptor de uma seção conjugado com uma tomada em um único ponto, ao invés de uma caixa para a tomada e outra para o interruptor.

Uma tomada é um dispositivo extremamente simples. De modo seguro através do garfo (*plug in*), ela permite a conexão dos eletrodomésticos com a rede elétrica. A tomada pode ter dois ou três pinos, redondos ou achatados ou combinados, sendo que nesta tarefa será utilizada uma tomada de dois pinos, neste caso chamada de universal. As tomadas e os garfos devem ser adaptáveis entre si. Existem, tomadas para 110 / 220 V e 6 A, 10 A, 15 A e tomadas de 20 ou 30 A, para usos especiais.

A Norma NBR 5410 que fixa as regras gerais a serem observadas na divisão da instalação em circuitos exige que devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente. Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Dentre as razões para estas exigências, está que a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários, de forma a proporcionar facilidade de inspeção, ensaios e manutenção, bem como evitar que, por ocasião de um defeito em um circuito, toda uma área fique desprovida de alimentação (por exemplo, circuitos de iluminação).

Nas tarefas desenvolvidas no laboratório e em outras subseqüentes, os circuitos de iluminação e tomadas não serão distintos, visto que o propósito deste guia é orientar o aluno como devem ser feitas as conexões entre tomadas, interruptores, soquetes, etc, ficando a cargo da disciplina teórica, as normas a serem seguidas na divisão de circuitos.

3.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

Seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 3(a), coloque a respectiva fiação dentro do eletroduto com o auxílio do cabo guia.

3º Passo:

Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor conjugado com a tomada e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 3(b). Lembre-se: as emendas caso contenham, devem ficar alojadas no interior das caixas e não dentro de eletrodutos. Para uma maior segurança no circuito, o fio a ser seccionado ou fio que vai ao interruptor, deve ser o fio fase, que pode ser identificado com o auxílio da chave néon.

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor, e se possível, verifique se há tensão nos terminais da tomada.

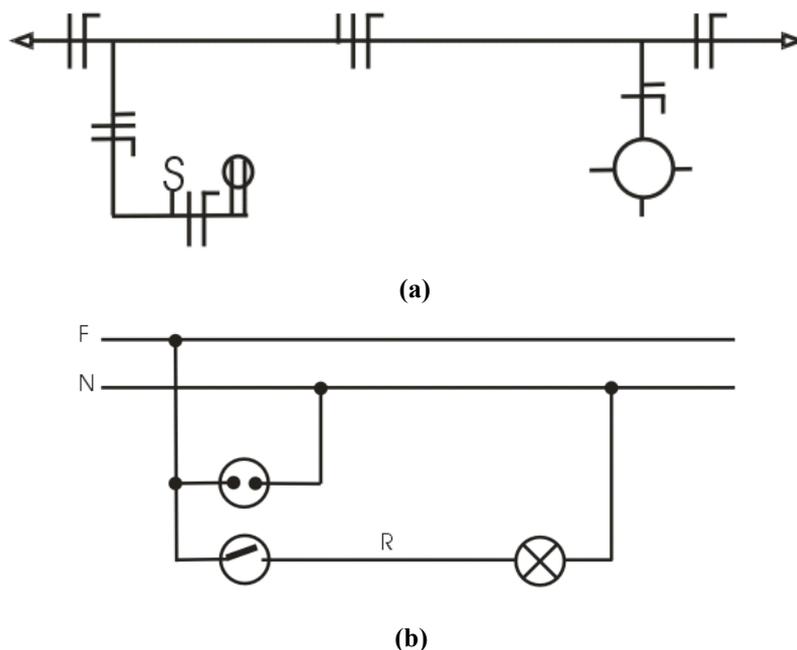


Figura 3 - Instalação de uma lâmpada incandescente acionada por um interruptor de uma seção conjugado com uma tomada.
(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

4 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES

4.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 02 lâmpadas incandescentes;
- 01 interruptor de duas seções;
- 02 receptáculos ou soquetes E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

4.2 INTRODUÇÃO

Entre outros, um exemplo típico da instalação de um interruptor de duas seções se encontrar em residências com iluminação externa. Uma seção do interruptor é usada para acionar a luminária externa e a outra é usada para acionar a lâmpada da sala. A configuração adotada permite flexibilidade e economia.

4.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 04(a).

3º Passo:

Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 04(b).

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando os interruptores.

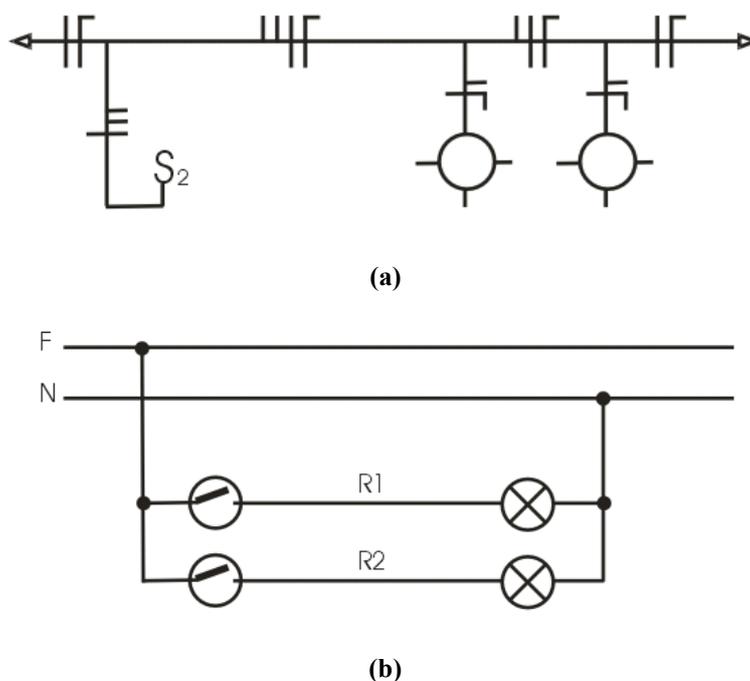


Figura 4 - Instalação de duas lâmpadas incandescentes acionadas por um interruptor de duas seções.

(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

5 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO

5.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 02 lâmpadas incandescentes;

- 01 interruptor de uma seção;
- 02 receptáculos ou soquetes E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

5.2 INTRODUÇÃO

Dependendo das características do ambiente pode ser necessária a instalação de duas ou mais lâmpadas, e estas energizadas ao mesmo tempo. Então, por questão de economia e simplicidade da instalação, as lâmpadas podem ser acionadas por um único interruptor. Sistema muito usado em residências, com ambiente com mais de uma lâmpada, como a garagem. Neste caso, deve-se analisar sempre a corrente do circuito, que não pode ser superior a corrente nominal do interruptor e dos condutores.

5.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

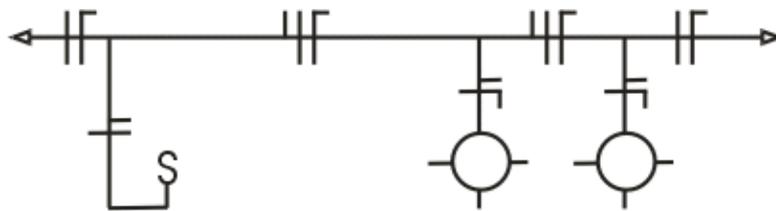
Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 5(a).

3º Passo:

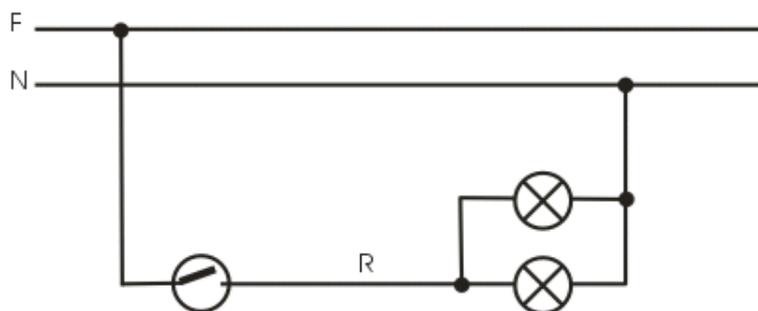
Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 5(b).

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor.



(a)



(b)

Figura 5 - Instalação de duas lâmpadas incandescentes acionadas por um interruptor de uma seção.

(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

6 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES CONJUGADO COM UMA TOMADA

6.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 02 lâmpadas incandescentes;
- 01 interruptor de duas seções conjugado com uma tomada;
- 02 receptáculos ou soquetes E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

6.2 INTRODUÇÃO

Normalmente em projetos de iluminação, os acionamentos das lâmpadas em dois ou mais interruptores se dividem quando são necessárias duas ou mais lâmpadas. Este procedimento permite que parte do circuito de iluminação seja acionada independentemente, com maior flexibilidade e economia de energia. Como é normal, às vezes, necessita-se também de mais uma tomada, então, ao invés de se utilizar dois interruptores simples e mais uma tomada utiliza-se um interruptor de duas seções conjugado com uma tomada, economizando assim, os custos nas instalações. Um exemplo bem prático é usado no interior de guaritas, onde uma seção do interruptor aciona as lâmpadas externas, a outra seção aciona a lâmpada interna e a tomada pode ser utilizada para fins gerais. Lembrando-se que os circuitos de iluminação e força (tomadas) devem ser distintos, quando na realização de projetos elétricos, como já foi mencionado anteriormente.

6.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 6(a).

3º Passo:

Faça as devidas conexões ao receptáculo, ao interruptor conjugado com a tomada e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 6(b).

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor, e se possível, verifique se há tensão nos terminais da tomada.

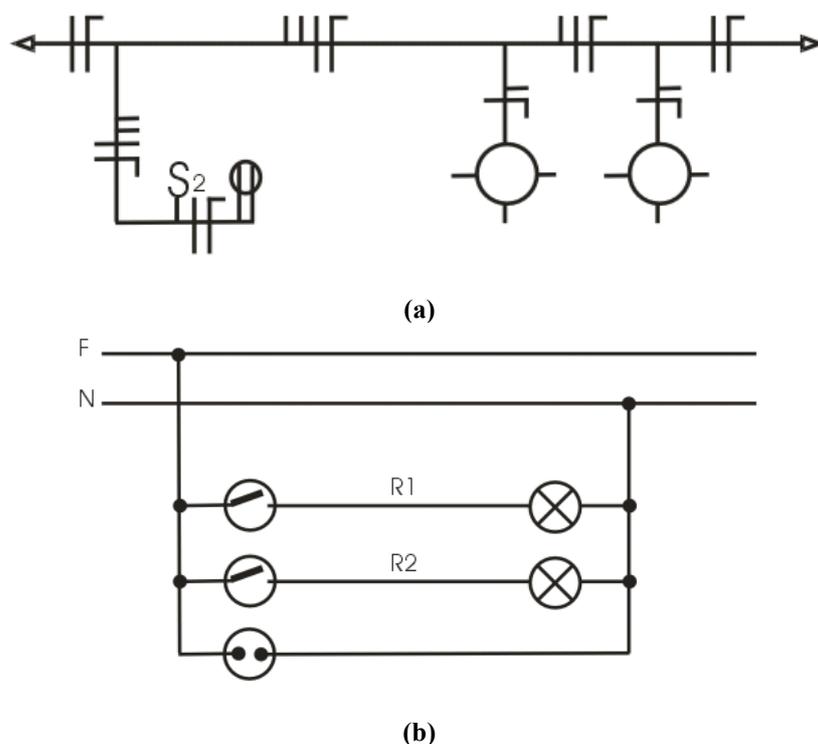


Figura 6 - Instalação de duas lâmpadas incandescentes acionadas por um interruptor de duas seções conjugado com uma tomada.
(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

7 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR INTERRUPTORES PARALELO OU “TREE-WAY”

7.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;

- 01 lâmpada incandescente;
- 02 interruptores paralelo de uma seção;
- 01 receptáculo ou soquete E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

7.2 INTRODUÇÃO

Nesta tarefa, um tipo especial de interruptor será utilizado, o interruptor paralelo ou *tree-way*. O interruptor paralelo é uma chave unipolar de duas posições, e o seu aspecto físico nada difere dos interruptores já apresentados. Ele dispõe de mais um terminal de ligação, isto é, apresenta três terminais de ligação. O interruptor paralelo tem a característica de trabalhar em conjunto com um outro interruptor paralelo, e acionar uma ou várias lâmpadas a partir de dois lugares distintos. É usado principalmente em escadas, e em ambientes com duas entradas. Na escada, a lâmpada serviria para iluminar os degraus, e os interruptores “paralelo” seriam instalados no início e no fim da escada. O acionamento da lâmpada poderia ser feito com qualquer um dos dois interruptores paralelo.

7.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 7(a).

3º Passo:

Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 7(b).

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando os interruptores. Para uma maior segurança, o fio a ser seccionado ou fio que vai a um dos interruptores, deve ser o fio fase. O fio fase deve ser conectado ao terminal central de um dos interruptores paralelo, o retorno, que vai ser conectado à lâmpada, deve ser conectado no terminal central do outro interruptor paralelo, como é mostrado no diagrama multifilar na Figura 7(b).

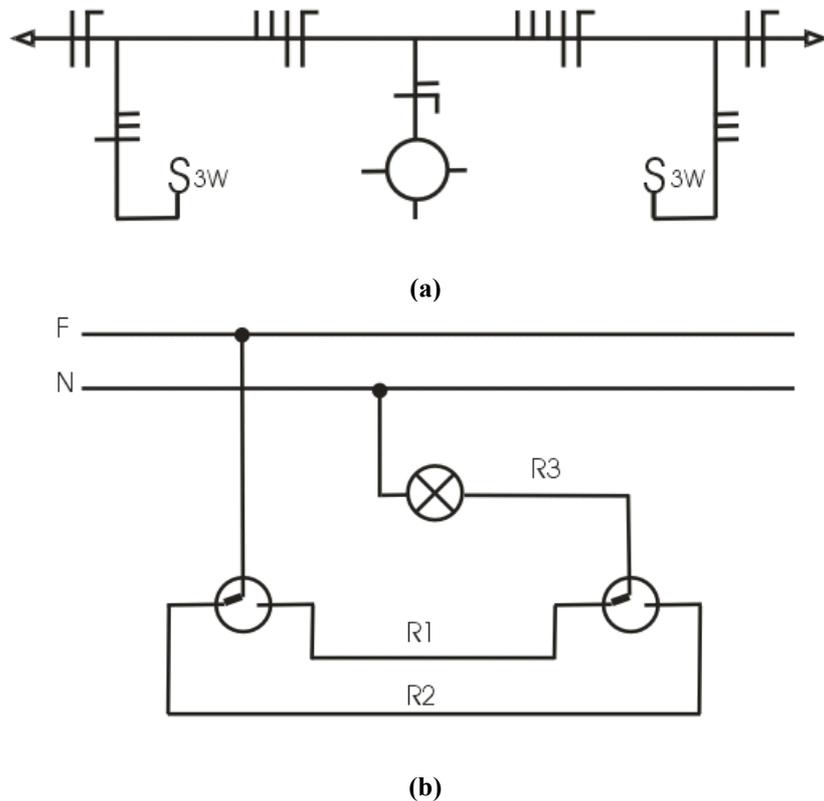


Figura 7 - Instalação de uma lâmpada incandescente acionada por interruptores *tree-way*.
 (a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

8 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE ACIONADA POR INTERRUPTORES *TREE-WAY* E *FOUR-WAY*

8.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 lâmpada incandescente;
- 02 interruptores *tree-way* de uma seção;
- 01 interruptor *four-way*;
- 01 receptáculo ou soquete-E-27;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

8.2 INTRODUÇÃO

Nesta tarefa, utilizar-se-á para acionar a lâmpada, além do interruptor paralelo ou *tree-way*, um tipo especial de interruptor, o *four-way* ou “intermediário”. Este possui quatro terminais e deve ser instalado entre dois interruptores *tree-way*. A instalação de outros

interruptores *four-way* permite o acionamento em diversos pontos, isto é, para cada novo *four-way* instalado, incrementa-se um ponto de acionamento adicional. Esta configuração é usada em ambientes, onde se deseja acionar lâmpadas de três ou mais lugares distintos, como em galpões grandes com mais de duas portas de acesso, onde se deve colocar um interruptor perto de cada porta.

8.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

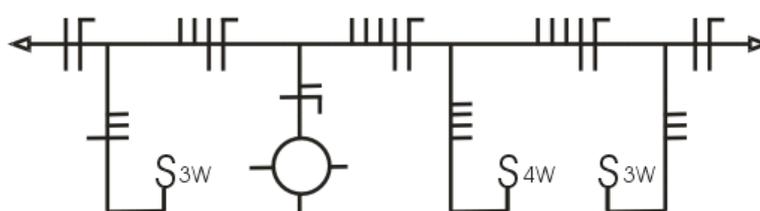
Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 08(a).

3º Passo:

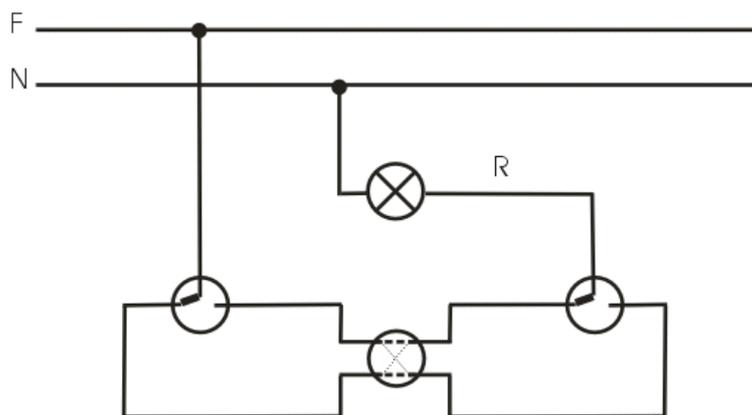
Faça as devidas conexões no receptáculo ou no soquete, nos interruptores e as emendas se necessário. Para uma maior segurança, o fio a ser seccionado ou fio que vai ao interruptor *tree-way*, deve ser o fio fase. O fio fase deve ser conectado ao terminal central de um dos interruptores *tree-way*, o retorno que vai à lâmpada deve ser conectado ao terminal central do outro interruptor *tree-way*, e o interruptor *four-way* terá seus bornes conectados aos interruptores *tree-way*, como mostrado no diagrama multifilar na Figura 8(b). O acionamento do interruptor *four-way* permite a inversão do caminho da corrente elétrica. Na Figura 8(b) as linhas tracejadas representam os caminhos possíveis da corrente elétrica.

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando os interruptores.



(a)



(b)

Figura 8 - Instalação de uma lâmpada incandescente acionada por interruptores tree-way e four-way.

(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

9 INSTALAÇÃO DE UMA CAMPAINHA OU CIGARRA

9.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 campainha ou cigarra;
- 01 interruptor de campainha ou cigarra;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

9.2 INTRODUÇÃO

A campainha é um aparelho, que quando energizado emite um sinal sonoro ou ruído. Ela tem a finalidade de atrair a atenção ou chamar pessoas. Geralmente, são instaladas em residências, anunciando um visitante; em colégios e fábricas, alertando os horários. Para se acionar uma campainha ou cigarra, utiliza-se um interruptor especial, que através do seu acionamento, restabelece a passagem de corrente elétrica no circuito. A campainha ou cigarra deve ser acionada apenas por um curto intervalo de tempo, por isso os interruptores utilizados para o seu acionamento são providos de um mecanismo (mola) que força a abertura dos contatos imediatamente após o acionamento do interruptor.

9.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

- Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;
 - em caso positivo, prossiga.
 - em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

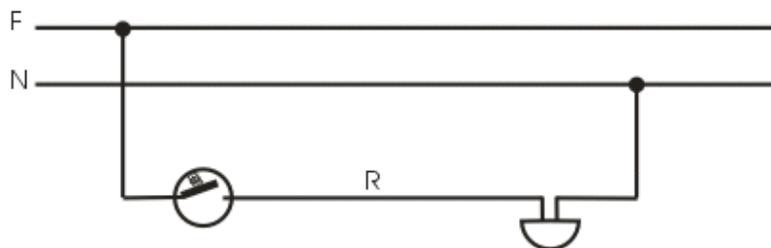
Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 9(a).

3º Passo:

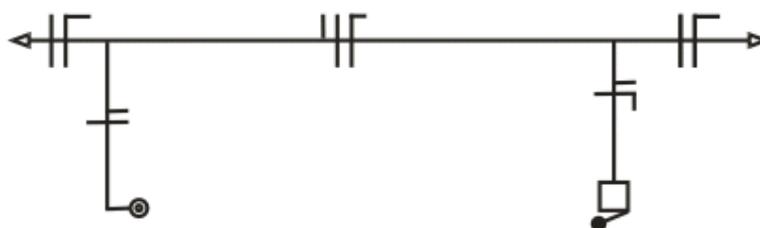
Faça as devidas conexões à campainha ou cigarra, ao interruptor e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 9(b).

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor.



(a)



(b)

Figura 9 - Instalação de uma campainha ou cigarra.

(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

10 INSTALAÇÃO DE TOMADA COM CONDUTOR DE PROTEÇÃO

10.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 tomada (N+F+T);
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

10.2 INTRODUÇÃO

Nesta tarefa, uma tomada com três pinos será utilizada, sendo dois pinos ligados aos tradicionais fase e neutro, e o outro pino ligado ao fio de proteção (PE) ou fio terra. O fio

terra provém de um aterramento contendo uma ou mais hastes de cobre, uma grande utilidade do terceiro pino é oferecer segurança ao operador do equipamento eletro-eletrônico. Ao se ligar um *plug* a uma tomada de três pinos, com o terceiro pino realmente aterrado, todas as partes metálicas externas do equipamento também ficaram aterradas. Se ocorrer algum defeito interno, principalmente provocado por choques externos, tal que alguma parte "viva" faça contato com a carcaça metálica, o fio terra escoará a corrente elétrica para a terra sem limitação de corrente, queimando assim o fusível de proteção e desenergizando o equipamento, protegendo assim, o operador contra possíveis choques elétricos provocados pelo equipamento. A Norma NBR 5410 da ABNT determina como deve ser instalado um único sistema de aterramento em cada instalação, ou seja, caso existam mais de um aterramento estes devem ser conectados entre si.

Não basta apenas ter a rede elétrica aterrada. Seu computador, impressora, entre outros equipamentos elétricos tem que estar conectados eletricamente ao aterramento. Na verdade, ter um aterramento malfeito é mais perigoso do que não tê-lo.

10.3 PROCEDIMENTOS:

1º Passo:

Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;

- em caso positivo, prossiga.
- em caso negativo, desenergize o circuito, desligando o disjuntor da sua cabine.

2º Passo:

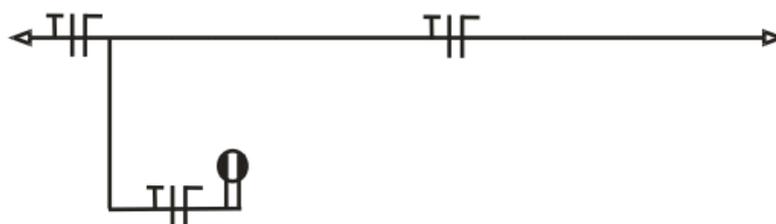
Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 10(a).

3º Passo:

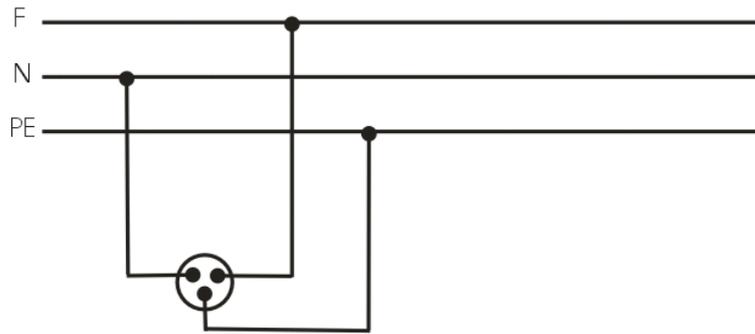
Faça as devidas conexões à tomada e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 10(b).

4º Passo:

Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o, verificando se há tensão nos terminais da tomada.



(a)



(b)

Figura 10 - Instalação de uma tomada com condutor de proteção.
(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

11 INSTALAÇÃO DE LÂMPADA ACIONADA POR FOTOCÉLULA

11.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 soquete;
- 01 fotocélula;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

11.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Em circuitos de iluminação de exteriores (de ruas, de sinalização em caixas d'água, em pátios etc.), é muito comum o acionamento automático por elementos fotossensíveis. Eles operam segundo a intensidade de luz recebida. O acionamento automático é muito útil em iluminação pública, pois eliminam o fio-piloto para o comando das lâmpadas, bem como o operador para apagar e acender. O fio-piloto corresponde ao fio retorno nas instalações de interruptores.

11.3 PROCEDIMENTOS

1º Passo:

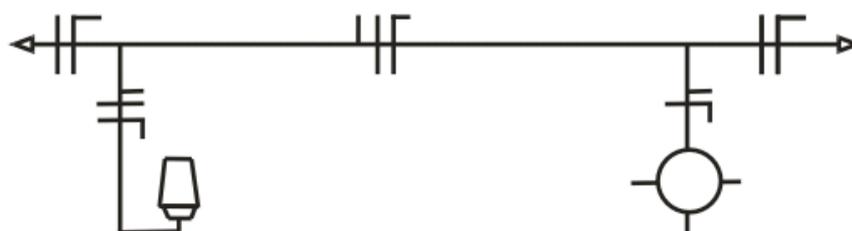
Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 11(a).

2º Passo:

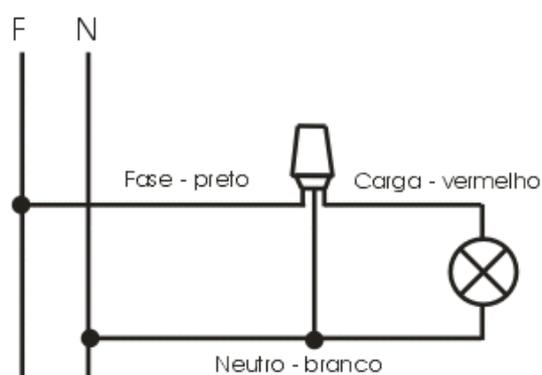
Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, a fotocélula e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 11(b).

3º Passo:

A fim de testar o circuito, utilize um dispositivo emissor de luz, externo ao circuito, que emita raios de luz sobre a fotocélula. Se a lâmpada for acionada, o circuito não está montado corretamente. Interrompa a passagem de luz para o elemento fotossensível para que a lâmpada seja acionada. Leia as instruções de teste contidas no “corpo” da fotocélula, e siga-as a fim de verificar o seu funcionamento.



(a)



(b)

Figura 11 - Instalação de lâmpada acionada por fotocélula.

(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

12 INSTALAÇÃO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE DE 40W COM REATOR DO TIPO COMUM

12.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 01 lâmpada fluorescente de 40W;
- 01 starter;
- 01 reator comum de 40W;
- 01 conjunto suporte para lâmpada fluorescente de 40W, starter e receptáculos;
- 01 interruptor;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

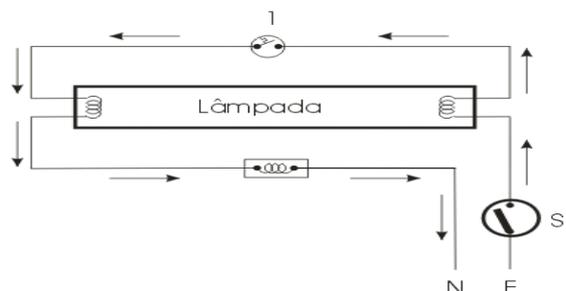
12.2 INTRODUÇÃO

Normalmente, a iluminação de grandes recintos não se faz mais com lâmpadas incandescentes, por causa do intenso calor produzido, e pelo baixo rendimento de iluminação. Dependendo das características do recinto pode-se aplicar lâmpadas fluorescentes ou outro tipo de lâmpadas de descargas.

Uma fonte de iluminação fluorescente é um aparelho de iluminação composto de lâmpada fluorescente, calha, starter, receptáculo, reator e acessórios de iluminação. A calha serve de suporte para lâmpada. O starter, quando necessário, atua como interruptor automático, abrindo o circuito dos filamentos lâmpada, depois do tempo necessário ao aquecimento. Ele é composto de ampola de vidro com gás néon, geralmente, contendo dois contatos e um pequeno capacitor. Os dois contatos se apresentam com um fixo e outro móvel. O contato móvel é fabricado com lâminas de materiais com coeficientes de dilatação diferentes, por isso são chamados de bimetálico. Quando o contato móvel se aquece, sua ponta distende-se, encostando-se no contato fixo e, quando esfria, volta a posição normal. O receptáculo é uma peça moldada em baquelite ou em plástico com contatos elétricos. Nos contatos elétricos são introduzidos os pinos das lâmpadas e bornes para ligar os condutores. Pode ser moldado, também com o suporte do starter, formando o receptáculo. O reator é um indutor montado em caixa de chapa de ferro e imerso em massa isolante, de onde saem os terminais (condutores). No reator pode-se encontrar os esquemas de ligação e características elétricas, tais como número de lâmpadas, tensão, fator de potência, potência, que devem ser obedecidas pelo instalador. O reator proporciona as duas tensões necessárias ao funcionamento da lâmpada. Existem os reatores comuns, que necessitam de starter; os de partida rápida, que dispensam o starter; e alguns tipos específicos.

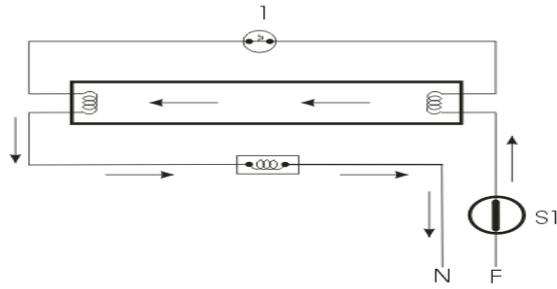
12.3 FUNCIONAMENTO

1ª fase: Fechando-se o interruptor (b_1), forma-se um arco entre os contatos do interruptor térmico (starter) e a corrente elétrica circula pelo circuito, conforme as setas mostradas na Figura 12(a).



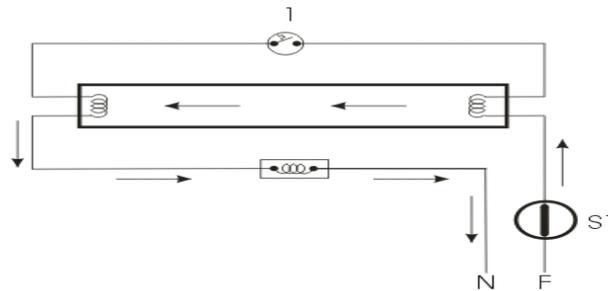
(a) – Acionando o interruptor.

2ª fase: O calor de arco no starter (1) faz a lâmina bimetálica curvar-se e encostar-se no contato fixo fechando o circuito, como mostrado na Figura 12(b). Uma elevada corrente circula pelos filamentos aquecendo-os e o mercúrio se vaporiza.



(b) – Fechamento dos contatos do starter e vaporização do gás (mercúrio).

3ª fase: O starter (1) esfria e abre o circuito, como mostrado na Figura 12(c), A interrupção brusca da corrente que circulava no circuito indutivo (reator) provoca uma sobretensão. A sobretensão juntamente com a baixa pressão (vapor de mercúrio) no interior da lâmpada promove a circulação de uma corrente elétrica entre os filamentos da lâmpada. Os choques dos elétrons com os átomos do gás produzem a emissão de raios ultravioleta, que são invisíveis. Porém, ao atravessarem a camada fluorescente das paredes do tubo de vidro, se transformam em luz visível.



(c) – Descarga elétrica no interior da lâmpada.

12.4 PROCEDIMENTOS:

Esta tarefa será realizada em uma bancada. Quando ao final da montagem for testar o circuito, solicite a um dos monitores, técnicos ou professor qual o procedimento a ser utilizado para se evitar choques elétricos.

1º Passo:

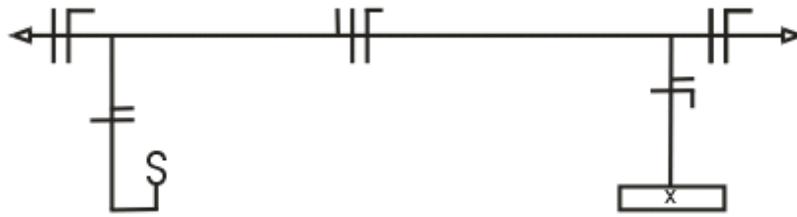
Observe no diagrama unifilar mostrado na Figura 12(d), com a respectiva distribuição dos fios entre o interruptor e o arranjo contendo a lâmpada.

2º passo

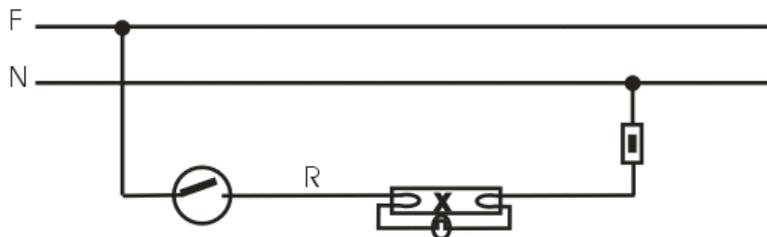
Monte o arranjo reator, *starter*, carcaça e lâmpada, fazendo as devidas conexões entre eles, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 12(e).

3º Passo:

Energize o circuito e teste-o acionando o interruptor.



(d) – Diagrama unifilar.



(e) – Diagrama multifilar.

Figura 12 - Instalação de uma lâmpada fluorescente de 40w com reator do tipo comum.

13 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 40W COM REATORES DO TIPO COMUM, ACIONADAS POR UM INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO

13.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 02 lâmpadas fluorescentes de 40W;
- 02 starters;
- 02 reatores comuns de 40W;
- 02 conjuntos com suportes para lâmpadas fluorescentes de 40W, starter e receptáculos;
- 01 interruptor;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

13.2 INTRODUÇÃO

Neste experimento será utilizado um interruptor de uma seção, para acionar as duas lâmpadas fluorescentes de 40W. Esta configuração é muito utilizada em galpões, economizando assim, os custos iniciais de instalação.

13.3 PROCEDIMENTOS

Esta tarefa será realizada em uma bancada. Quando ao final da montagem for testar o circuito, solicite a um dos monitores, técnicos ou professor qual o procedimento a ser utilizado para se evitar choques elétricos.

1º Passo:

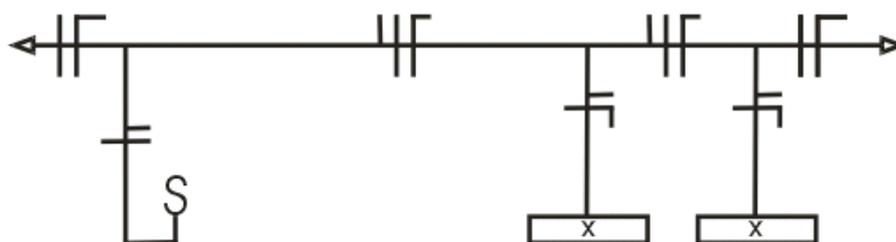
Observe no diagrama unifilar mostrado na Figura 13(a), a distribuição dos fios entre o interruptor e a lâmpada.

2º passo

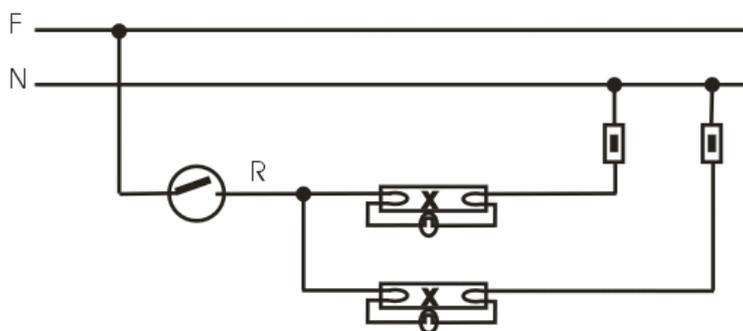
Monte cada um dos arranjos: reator, *starter*, carcaça e lâmpada, fazendo as devidas conexões entre eles, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 13(b).

3º Passo:

Energize o circuito e teste-o acionando o interruptor.



(a)



(b)

**Figura 13 -Instalação de duas lâmpadas fluorescentes de 40w com reatores do tipo comum, acionadas por um interruptor de uma seção.
(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.**

14 INSTALAÇÃO DE DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 40W COM REATOR DUPLO DO TIPO PARTIDA RÁPIDA

14.1 MATERIAL UTILIZADO:

- fios;
- 02 lâmpadas fluorescentes de 40W;
- 01 reator duplo de 40W;
- 01 suporte para duas lâmpadas fluorescentes de 40W, com receptáculos;
- 01 interruptor;
- 01 chave néon (teste);
- 01 chave de fenda;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico.

14.2 INTRODUÇÃO

Neste caso, utiliza-se o reator de partida rápida, que dispensa o starter. Ele utiliza a auto-indução em vez do starter, que provoca aquecimento do filamento. Esta operação dura aproximadamente um segundo e após a partida o filamento continua aquecido por uma pequena corrente. Esta configuração é utilizada tanto em galpões, como em ambiente onde se deseja ter uma melhor iluminação, por um menor custo.

14.3 PROCEDIMENTO

Esta tarefa será realizada em uma bancada.

1º Passo:

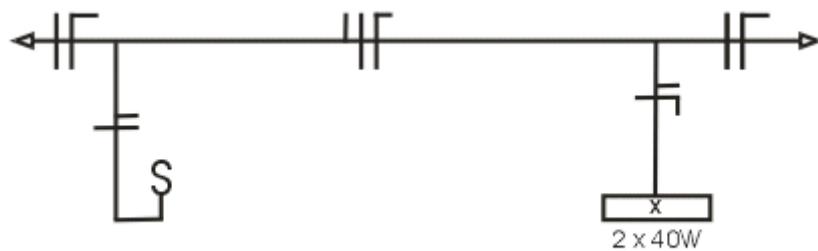
Verifique o esquema de ligação contido no reator. O esquema correto de ligação está contido no reator, caso o esquema contido no reator seja diferente do esquema mostrado na Figura 14(b), comunique ao professor, técnico ou monitor. Caso sejam iguais, proceda com a montagem.

2º Passo:

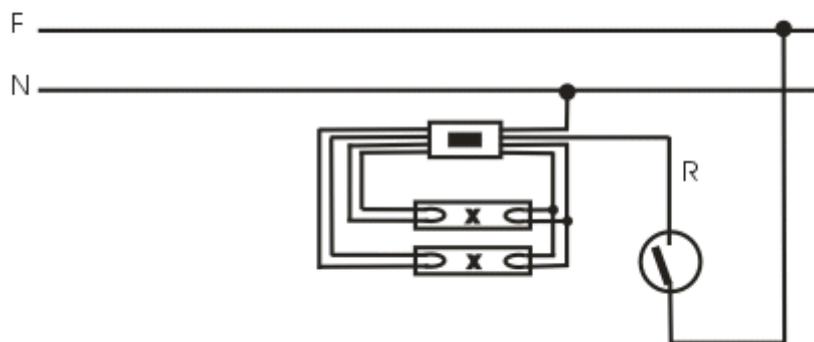
Monte o arranjo reator, carcaça e lâmpadas, fazendo as devidas conexões entre eles, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 14(b).

3º Passo:

Energize o circuito e teste-o acionando o interruptor.



(a)



(b)

Figura 14 - Instalação de duas lâmpadas fluorescentes de 40w com reator duplo do tipo partida rápida.

(a) – Diagrama unifilar. (b) – Diagrama multifilar.

15 BIBLIOGRAFIA

- Creder, Hélio, Instalações elétricas, 12^a ed., Científicos editora, Rio de Janeiro-RJ, 1991.
- Cardão, Celso, Instalações elétricas, 5^a ed., Imprensa universitária/UFMG, Belo Horizonte-MG, 1975.
- Módulos instrucionais: Eletricista instalador, 1^a ed., SENAI, Rio de Janeiro-RJ, 1980.