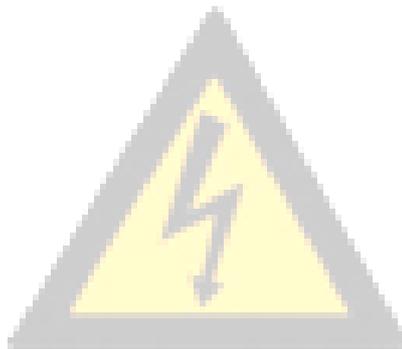


CURSO ELETRICISTA

Instalações Elétricas de Baixa Tensão



Elaboração:

DENIS BATISTA SILVA

Engenheiro Eletricista e Instrutor SENAR/SP

Contato: engenheiro.mogi@hotmail.com

(direitos reservados)

Colaboração:

Itaipu Binacional

Osram do Brasil Ltda

Minipa Indústria e Comércio Ltda

WEG - Equipamentos Elétricos S.A.

CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica

Intelli - Indústria de Terminais Elétricos Ltda

Cemirim – Cooperativa de Eletrificação e Desenvolvimento da Região Mogi Mirim

Pial Legrand (*Cessão de direitos de uso exclusivamente ilustrativo das fotos de produtos Pial Legrand*)

Referências Bibliográficas:

Norma Regulamentadora NR10 – Segurança nas Instalações Elétricas

Normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

- NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão
- NBR-5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
- NBR-5444: Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
- NBR-6148: Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 750V.
- NBR-8557: Cabos de potência flexíveis com isolamento sólida extrudada de borracha etileno propileno (EPR) com cobertura, para instalações provisórias até 1kV.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Noções básicas de eletricidade – Programa elaborado para carga horária de 40h

INTRODUÇÃO

MÓDULO I

1. Energia elétrica
2. Sistema elétrico
 - 2.1 - Geração
 - 2.2 – Transmissão
 - 2.3 – Distribuição
3. Transformadores e motores elétricos
4. Grandezas elétricas
 - 4.1 – Corrente
 - 4.2 – Tensão
 - 4.3 – Potência
 - 4.4 – Resistência
5. Tipos de condutores e isolantes
 - 5.1 – Corpos bons condutores
 - 5.2 – Corpos maus condutores
 - 5.3 – Algumas técnicas de instalação
6. Lei de Ohm
7. Tipos de corrente elétrica
 - 7.1 - Corrente Contínua (CC)
 - 7.2 - Corrente Alternada (CA)
8. Preliminares para correta execução de serviços
 - 8.1 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Coletiva (EPC)
 - 8.2 - Ferramentas ideais e adequadas para serviços elétricos
 - 8.3 - Aplicação do multímetro (aparelho para medição de corrente e tensão)
9. EXERCÍCIO PRÁTICO nº 1
 - 9.1 - Opção 127V: Circuito monofásico com interruptor simples e lâmpada incandescente
 - 9.2 - Opção 127V: Circuito monofásico com interruptor de 2 teclas simples
 - 9.3 - Opção 220V: Circuito bifásico com interruptor bipolar e lâmpada incandescente
 - 9.4 - Opção 220V: Circuito bifásico com 2 interruptores bipolares

MÓDULO II

10. Circuitos elétricos (monofásico, bifásico e trifásico)
11. Tipos de circuitos para ligação série, paralela e mista
12. Consumo e medidores de energia elétrica
13. Tipos de lâmpadas
14. Linhas elétricas
15. EXERCÍCIO PRÁTICO nº 2
 - 15.1 - Opção 127V: Acionamento de lâmpada PL com interruptor paralelo
 - 15.2 - Opção 220V: Acionamento de lâmpada PL com interruptor bipolar paralelo

MÓDULO III

16. Levantamento das cargas elétricas e pontos de utilização
17. Simbologia básica para projetos elétricos
18. Exemplo de projeto elétrico
19. Divisão de circuitos
20. Dispositivos de proteção
21. Limites admissíveis de queda de tensão
22. Capacidade de condução de corrente elétrica pelos condutores
23. Dimensionamento do condutor adequado e bitolas mínimas
24. Demanda e fator de demanda
25. Quadro de distribuição de energia elétrica
26. Aterramento das instalações elétricas
27. EXERCÍCIO PRÁTICO nº 3
TESTE DE CONTINUIDADE UTILIZANDO MULTÍMETRO
 - Opção 127V: Acionamento com interruptor intermediário e tomada 2P+T
 - Opção 220V: Acionamento com interruptor intermediário e tomada 2P+T

MÓDULO IV

28. Descargas atmosféricas
 - 28.1 - Formação dos "raios"
 - 28.2 - Pára-raios
29. Eletrificação de cercas
 - 29.1 – Cerca eletrificada por equipamento
 - 29.2 – Cerca eletrificada por contato indireto
30. Relé de acionamento fotoeletrônico (fotocélula)
31. Manutenção das instalações elétricas
 - 31.1 – Preventiva
 - 31.2 – Corretiva
32. Prevenção de acidentes e incêndios
33. Primeiros socorros – Noções básicas
34. EXERCÍCIO PRÁTICO nº 4
 - 34.1 - Opção 127V: Comando automático de iluminação através de sensor de presença
 - 34.2 - Opção 220V: Comando automático de iluminação através de sensor de presença
 - 34.3 - Comando automático de iluminação através de relé fotoeletrônico bivolt (127/220V)
35. ANEXOS
 - 35.1 - Tabela para auxílio de cálculo das instalações elétricas
 - 35.2 - Tabela para conversões de algumas grandezas
 - 35.3 - Modelo completo para montagem dos exercícios práticos na tensão 127 Volts
 - 35.4 - Modelo completo para montagem dos exercícios práticos na tensão 220 Volts
 - 35.5 - Modelo completo para montagem do QDG

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi elaborado visando o estudo de alguns conceitos básicos da eletricidade contribuindo para o uso consciente da energia elétrica.

O sucesso deste trabalho depende da participação de profissionais responsáveis e qualificados para serviços na área elétrica, envolvendo o instrutor e participantes no Curso, além de usuários devidamente esclarecidos sobre o assunto.

O incentivo de minha família e amigos foi fundamental para a realização desta obra.

MÓDULO I

1 – ENERGIA ELÉTRICA

A descoberta do fenômeno da eletricidade está ligada ao filósofo grego Tales de Mileto (535 / 640 a.C.) sendo que ao friccionar um pedaço de âmbar contra uma pele de carneiro, ele observou que pedaços de palha e fragmentos de madeira começaram a ser atraídas pelo próprio âmbar.

O nome "eletricidade" surgiu do âmbar-amarelo que em grego significa "elektron".

Observação:

ÂMBAR = resina fóssil proveniente de árvores, que endurecido se transforma numa pedra amarelada.

Atualmente é muito importante pensar um pouco no que representa a energia elétrica.

Ao acordar, você talvez acenda a luz, utiliza água, toma café, etc..., e muitas vezes nem percebe que tudo o que fez usou ENERGIA ELÉTRICA direta ou indiretamente.

A água utilizada foi transportada através de bombas movidas por motores elétricos.

Os objetos, móveis e alimentos foram disponíveis com auxílio de máquinas elétricas.

A ENERGIA ELÉTRICA é um tipo especial de energia usada para transmitir e transformar a energia primária da fonte geradora em outros tipos de energia, causando diversos efeitos:



EFEITO LUMINOSO

Lâmpada fluorescente

(Fonte: Osram)



EFEITO TÉRMICO E LUMINOSO

Lâmpada incandescente

(Fonte: Osram)



EFEITO MECÂNICO

Motor elétrico

(Fonte: WEG)

Portanto, a energia elétrica é fundamental para a vida do homem moderno.

Experimente analisar tudo o que você faz durante o dia...

Possivelmente terá a conclusão que sem a energia elétrica sua vida seria muito diferente.

2 – SISTEMA ELÉTRICO (GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA)

A energia elétrica para chegar até as cidades, indústrias ou a todos os consumidores, ela percorre um longo caminho desde o local de onde é produzida.

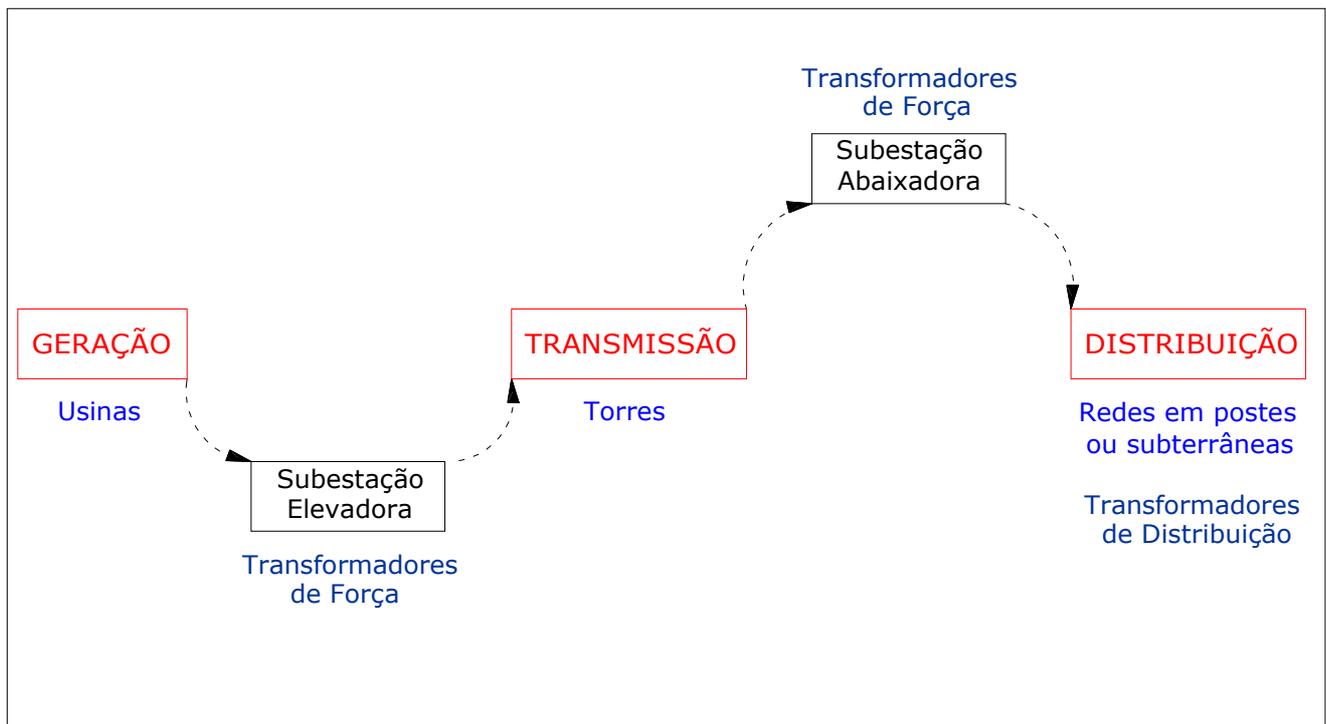


Figura – Ilustração simplificada do sistema elétrico

2.1 - GERAÇÃO

A primeira fase do processo recebe o nome de GERAÇÃO, local onde a energia elétrica é produzida a partir do movimento giratório das turbinas passando por um mecanismo conhecido como GERADOR.

Para provocar o movimento giratório das turbinas é necessária uma fonte primária de energia, isto é, uma outra forma de energia.

Vejamos alguns modelos de usinas de geração:

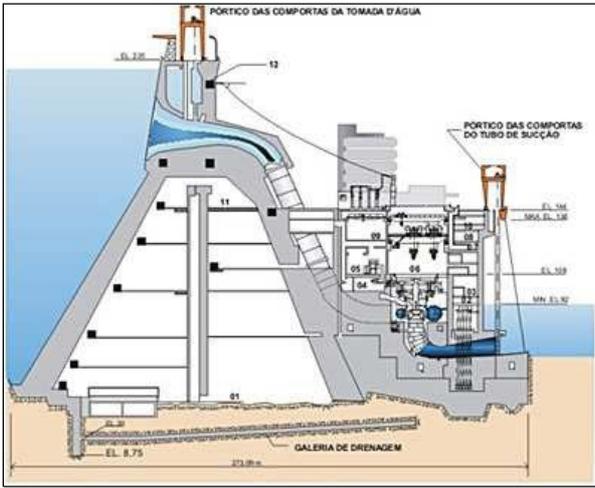
USINA HIDRELÉTRICA

A fonte mecânica é provocada pelo impacto da queda d'água nas turbinas.

As águas dos rios são represadas por meio de barragens construídas em locais estratégicos para a formação de grandes lagos.

Em nosso país existem muitos rios e as quedas d'água são as principais fontes de energia para mover as turbinas.

Portanto, a maioria das Usinas Brasileiras de Geração são HIDRELÉTRICAS.



Figuras - Usina hidrelétrica Itaipu na fronteira do Brasil com Paraguai (Fonte: Itaipu Binacional)

USINA TERMOELÉTRICA E NUCLEAR

Fonte térmica provocada pela queima de combustíveis ou fissão nuclear de minérios.



Foto: Stefan Kühn
<http://en.wikipedia.org>

O reator nuclear é composto por um sistema onde a reação de fissão em cadeia é mantida sob controle.

A energia liberada na fissão é usada como fonte de calor para ferver a água.

O vapor aciona uma turbina geradora que produz energia elétrica como uma máquina térmica convencional.

Figura - Usina Nuclear em Cattenom, França (Fonte: Enciclopédia Wikipedia em Inglês)

Há um grande perigo ambiental porque muitos países não estão preparados para armazenar o lixo atômico, o qual poderá ser o principal causador de um acidente.

A explosão do reator nº 4 da Usina de Chernobyl na cidade de Prypiat ao norte da Ucrânia, ocorrido em 26/04/1986 é considerado o pior acidente da história das Usinas Nucleares.

Figura - Usina Nuclear Chernobyl ao fundo, Cidade de Prypiat (Fonte: Enciclopédia Wikipedia em Inglês)



Foto: Jason Minshull
<http://en.wikipedia.org>

USINA EÓLICA

Fonte mecânica provocada pela força dos ventos.

A utilização desta fonte energética para a geração de eletricidade em escala comercial teve início há pouco mais de 30 anos, e através de conhecimentos da indústria aeronáutica os equipamentos para geração eólica evoluíram rapidamente em termos de idéias e conceitos preliminares para produtos de alta tecnologia.

Existem atualmente mais de 30.000 turbinas eólicas de grande porte em operação no mundo com capacidade instalada da ordem de 13.500 MW.

A capacidade instalada no Brasil é de 20,3 MW com turbinas eólicas de médio e grande porte conectadas à rede elétrica. Além disso, existem dezenas de turbinas eólicas de pequeno porte funcionando em locais isolados da rede convencional para aplicações diversas como bombeamento, carregamento de baterias, telecomunicações e eletrificação rural.

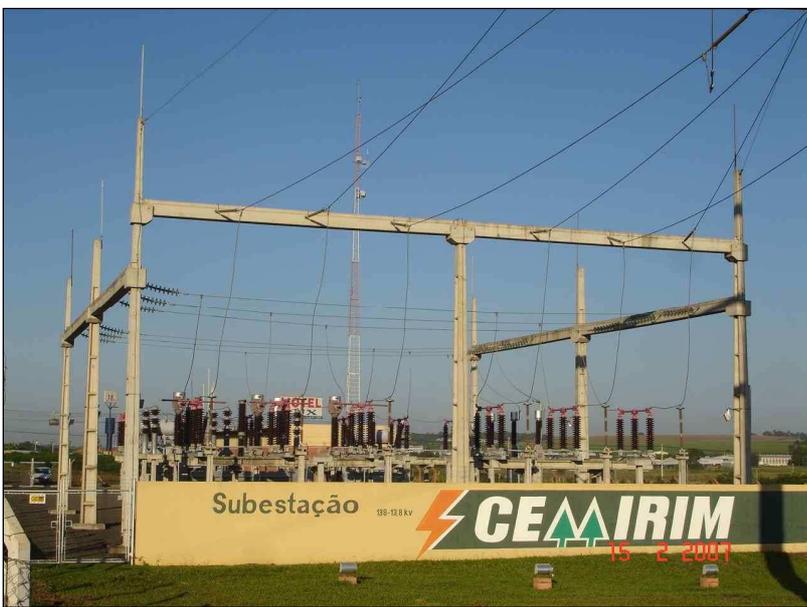


Figuras – Parques Eólicos em Minas Gerais e Paraná
(Fonte: CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica - www.eolica.com.br)

2.2 - TRANSMISSÃO

As usinas de geração de energia elétrica nem sempre se situam próximas dos consumidores. Por isso é preciso transportar a energia produzida para os locais de consumo.

Para realizar o transporte são construídas subestações elevadoras nas usinas e conectadas nas linhas de transmissão que recebem um nível da tensão conhecida como ALTA TENSÃO, exemplo 138.000 volts (ou 138 kV).



Figuras – Subestação e Linha de Transmissão 138kV (Fonte: Cemirim)

2.3 - DISTRIBUIÇÃO

Próximo das cidades são construídas subestações abaixadoras, onde a tensão da linha de transmissão é “reduzida” para valores padronizados nas redes de distribuição pela rede primária.

Exemplos: 11.900 Volts (ou 11,9 kV) e 13.800 Volts (ou 13,8 kV).

A rede de distribuição recebe a energia elétrica em um nível de tensão adequada para distribuir para toda a cidade, porém inadequada para sua utilização imediata na rede primária.



Figuras – Rede compacta e convencional (Fonte: Cemirim)

Os transformadores instalados em locais estratégicos pelas Distribuidoras de Energia fornecem energia elétrica diretamente para os consumidores na tensão adequada através da rede secundária (BAIXA TENSÃO)

Exemplos: 127V, 220V, 380V, 440V.

3 – TRANSFORMADORES E MOTORES ELÉTRICOS

3.1 – TRANSFORMADORES

O transporte da energia elétrica depende de inúmeros equipamentos.

Todo o sistema elétrico depende dos transformadores que elevam a tensão ora a rebaixam.



Figuras – Alguns tipos de transformadores (Fonte: WEG)

Os transformadores de força elevadores aumentam a tensão nas saídas das usinas até atingir um valor suficiente para que a corrente elétrica desça a níveis razoáveis.

Desta forma a potência transportada não se altera e a perdas de energia por aquecimento nos cabos das linhas de transmissão estarão dentro dos limites aceitáveis.

Na transmissão de altas potências tem sido necessário adotar tensões cada vez mais elevadas, com em ITAIPU que possui linhas na tensão de 750.000 volts (ou 750 kV).

Quando a energia elétrica chega próxima dos locais de consumo, os transformadores de força abaixadores reduzem a tensão para as distribuidoras conforme suas necessidades.

Existem vários modelos de transformadores, mas basicamente são formados por núcleo, espiras (fios enrolados) e material isolante.

A entrada de energia nos transformadores é efetuada pelos bornes PRIMÁRIOS (voltagem primária) e a saída da energia nos bornes SECUNDÁRIOS (voltagem secundária) como ilustra a figura a seguir.

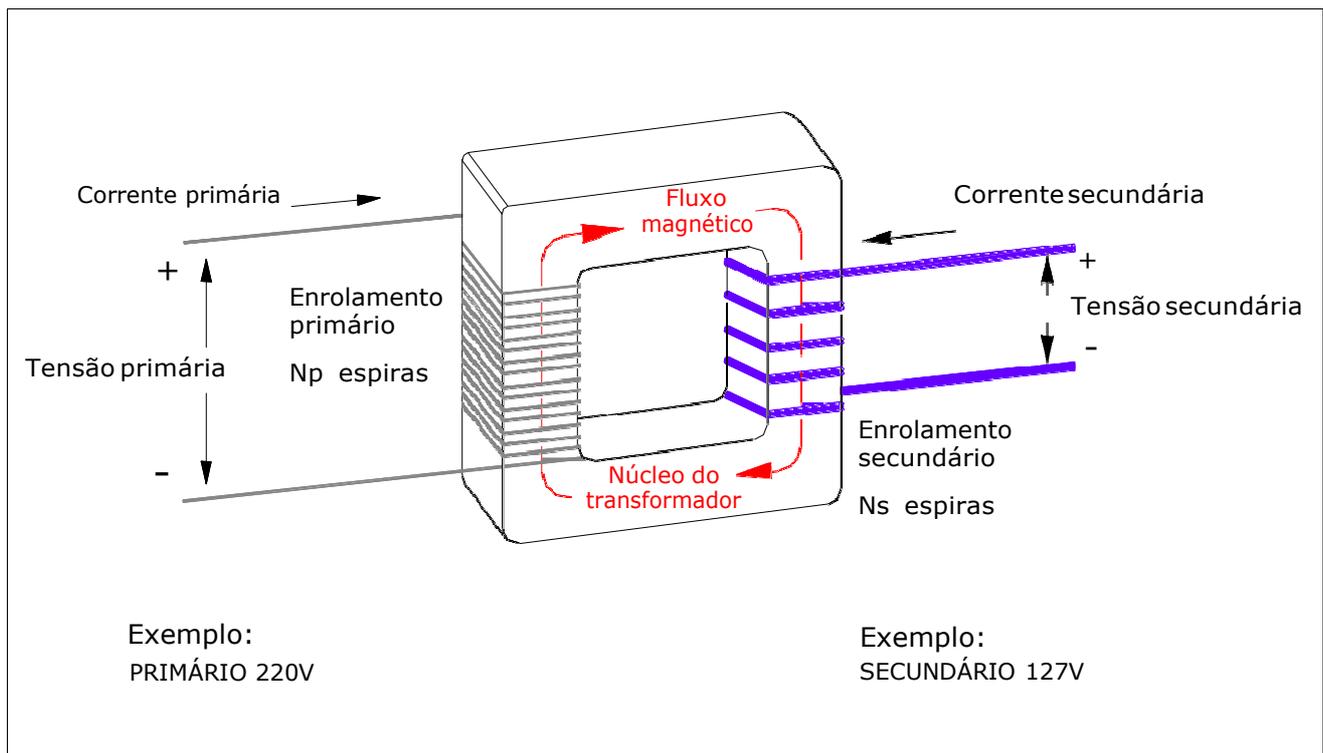


Figura – Modelo básico de transformador

Existe uma outra classe de transformadores igualmente indispensáveis de baixa potência. Eles estão presentes na maioria dos aparelhos elétricos e eletrônicos encontrados em casa como televisores, aparelhos de som e computadores.

A função destes transformadores é reduzir ou aumentar a tensão da rede permitindo o funcionamento dos vários circuitos elétricos e eletrônicos que compõem aqueles aparelhos.

3.2 - MOTORES ELÉTRICOS

Neste momento, vamos analisar de forma simplificada estes equipamentos, pois necessitamos de um curso específico para tratar outros detalhes e formas de acionamentos.

O motor elétrico é uma máquina com objetivo de *transformar energia elétrica em energia mecânica* através do princípio de reação entre dois campos magnéticos.

A formação básica de um motor depende das seguintes partes:

- ROTOR – Eixo girante.
- ESTATOR – Parte fixa composta pela carcaça e enrolamentos.

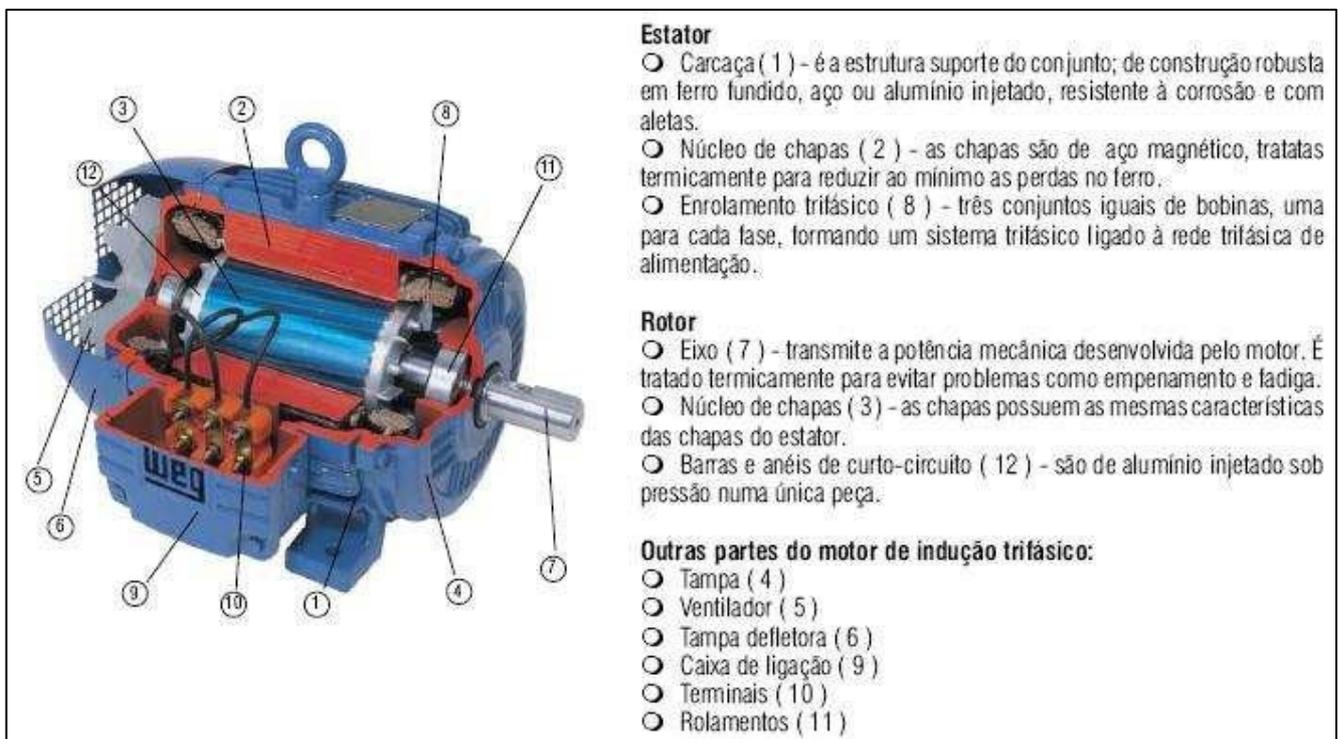


Figura - Detalhe de motor trifásico de indução tipo gaiola (Fonte: WEG)

O processo de funcionamento de um motor é semelhante ao gerador, mas ao contrário, sendo que nos geradores o eixo sofre ação externa para produzir o campo magnético e conseqüentemente a energia elétrica.

Por outro lado, os motores recebem a energia elétrica gerando um campo magnético que movimenta o eixo.

Mas, tanto o gerador quanto o motor são construídos para sua finalidade específica.

A potência mecânica no eixo do motor pode ser quantificada de duas maneiras:

HP (Horse Power) >>> 1 HP = 746W ou 0,746kW

CV (Cavallo Vapor) >>> 1 CV = 736W ou 0,736kW

A escolha do motor ideal depende de vários fatores, mas deve-se verificar principalmente o tipo de rede disponível no local a ser ligado.

Os motores elétricos são geralmente ligados nas tensões MONOFÁSICA ou TRIFÁSICA.

Portanto, devemos ficar atentos com o nível de tensão que depende do transformador, rede elétrica e informações contidas nas placas dos motores para efetuar a ligação correta.

4 – GRANDEZAS ELÉTRICAS

Os aparelhos elétricos são conhecidos também como "CARGA" e caracterizados por suas grandezas elétricas nominais como potência, tensão, corrente , etc...

Temos que verificar as unidades definidas pelo Sistema Internacional de Medidas (SI).

Exemplo:

Ligação de um chuveiro elétrico com POTÊNCIA de 4400 Watts na TENSÃO 220 Volts e CORRENTE de 20 Ampères.

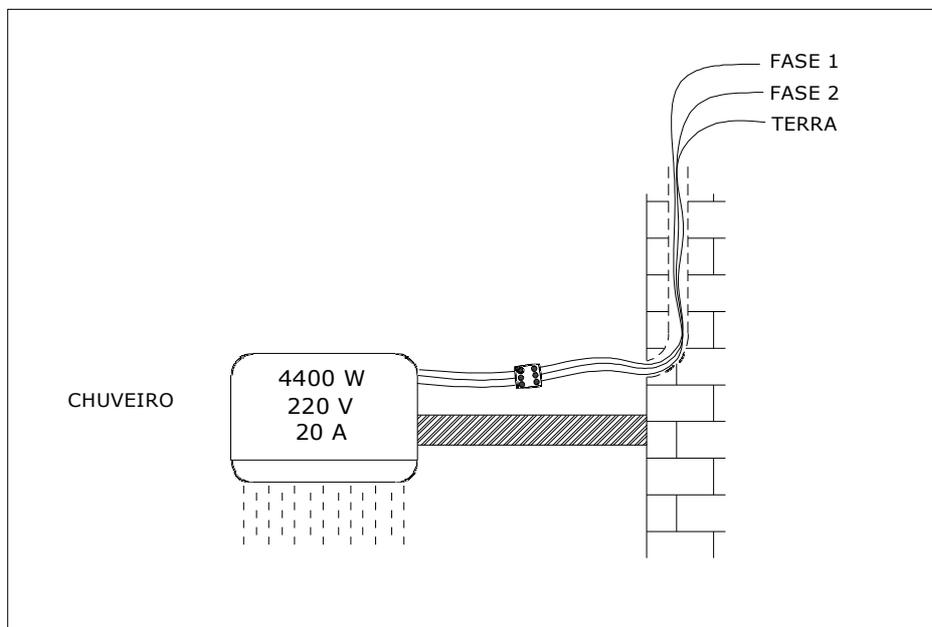


Figura - Ligação típica de chuveiro elétrico

A seguir vamos conhecer as principais grandezas elétricas:

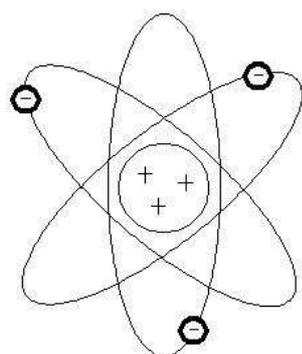
4.1 – CORRENTE ELÉTRICA

Podemos dizer que o *movimento ordenado de elétrons em um condutor* forma uma CORRENTE ELÉTRICA.

Em outras palavras, a corrente elétrica é o deslocamento de elétrons livres dentro de um condutor quando existe uma diferença de potencial elétrico nas suas extremidades.

A unidade de *corrente elétrica* é representada pela letra " I ", medida em *Ampères*.

Exemplo: $I = 15A$, ou seja, a corrente elétrica é igual a 15 ampères.



Átomo em equilíbrio

⊖ Elétron
+ Próton

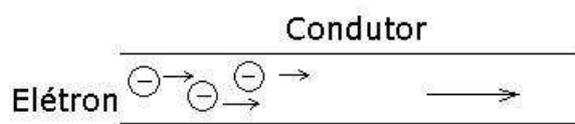


FIGURA – Ilustração da corrente elétrica

4.2 – TENSÃO ELÉTRICA

A necessidade de uma *força para empurrar os elétrons livres através do condutor* no mesmo sentido e de forma ordenada, recebe o nome de *TENSÃO ELÉTRICA*.

A tensão elétrica é também conhecida como D.D.P. (*Diferença De Potencial elétrico entre as extremidades de um circuito fechado*) com objetivo de restabelecer o equilíbrio perdido.

A unidade de *tensão elétrica* é representada pela letra " U ", medida em *Volts*.

Exemplo: $U = 127V$, ou seja, a tensão elétrica é igual a 127 volts.

4.3 – POTÊNCIA ELÉTRICA

A quantidade de trabalho elétrico que um aparelho é capaz de realizar por unidade de tempo pode ser chamada de POTÊNCIA ELÉTRICA.

A unidade de *potência elétrica* é representada pela letra " P ", medida em *Watts*.

Exemplo: $P = 4400W$, ou seja, a potência elétrica é igual a 4400 watts.

4.4 – RESISTÊNCIA ELÉTRICA

É definida pela *dificuldade interna que o material possui contra a circulação de cargas elétricas*.

Por este motivo, os materiais maus condutores possuem alta resistência e os bons condutores menor resistência.

A unidade de *resistência elétrica* é representada pela letra " R ", medida em *Ohms*.

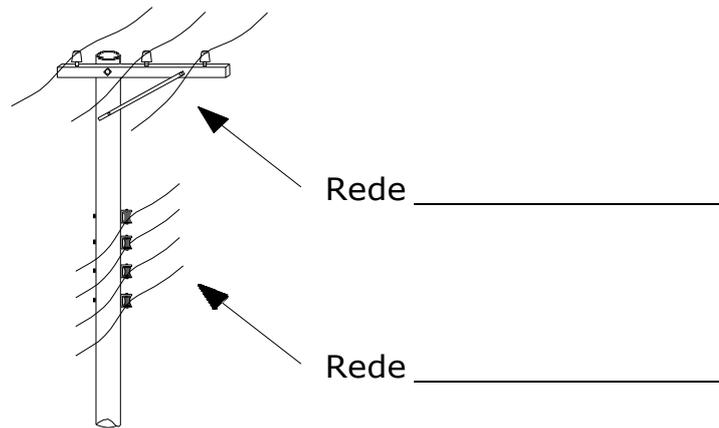
Exemplo: $R = 50\Omega$, ou seja, a resistência elétrica é igual a 50 ohms.

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

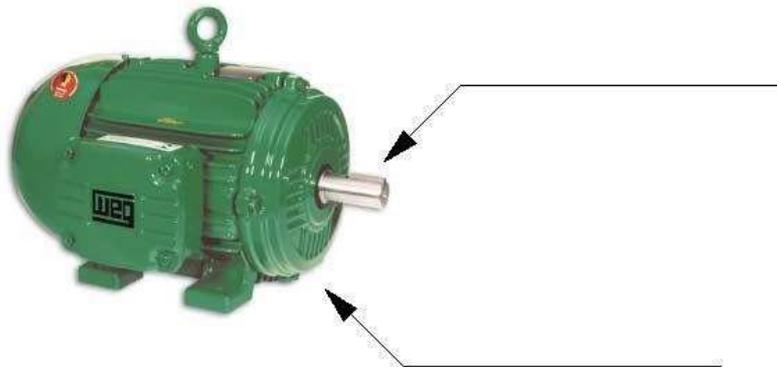
I - Complete os espaços em branco:

- A) O sistema elétrico é composto por três etapas sendo _____, _____ e _____ de energia elétrica.
- B) A função básica dos transformadores é transformar _____ tensão em _____ tensão e vice-versa, conforme a necessidade.
- C) Os motores elétricos transformam energia _____ em energia _____.
- D) A corrente elétrica é o movimento ordenado de _____ em um _____, medida em _____.
- E) Podemos dizer que a tensão elétrica é conhecida como a _____ que empurra os _____ livres dentro do _____ em um mesmo sentido de forma ordenada, medida em _____.
- F) A quantidade de trabalho elétrico que um equipamento elétrico é capaz de realizar em um determinado tempo é chamada de _____ elétrica, medida em _____.
- G) Entendemos que resistência elétrica é a _____ interna que o material possui contra a _____ das cargas _____, medida em _____.

II – Informe como são conhecidos os tipos de redes de distribuição a seguir:



III – Identifique os nomes das partes básicas do motor abaixo:



5 – TIPOS DE CONDUTORES E ISOLANTES

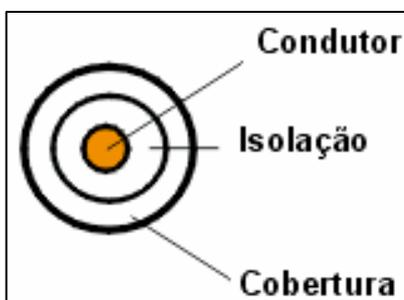
De maneira simples vamos analisar os tipos de materiais que podemos utilizar como condutores de energia elétrica ou isolantes.

5.1 – CORPOS BONS CONDUTORES

São materiais que facilitam o movimento dos elétrons (materiais com baixa resistência).

Neste caso, os elétrons das últimas camadas dos átomos destes materiais podem ser retirados facilmente através de estímulo apropriado (atrito, contato ou campo magnético).

Exemplos: Ouro, prata, platina, cobre, alumínio, ...



Os principais condutores utilizados são de cobre ou alumínio.

O fio é composto por condutor unitário e o cabo por um conjunto de fios.

Os condutores elétricos de potência em baixa tensão são responsáveis pela distribuição de energia em circuitos de até 1000 volts (1kV).

Figura – Componentes básicos de condutores baixa tensão.

Os dados específicos como a seção (bitola), nível de isolamento, nome do fabricante e Norma construtiva da ABNT (NBR) são gravados na cobertura.

5.2 – CORPOS MAUSCONDUTORES

São materiais que dificultam o movimento dos elétrons (materiais com alta resistência).

Os materiais com resistência elevada podem se tornar ISOLANTES, dependendo do nível da tensão elétrica aplicada.

Desta forma, os elétrons estão rigidamente ligados aos núcleos dos átomos destes materiais, que somente com muita dificuldade poderão ser retirados.

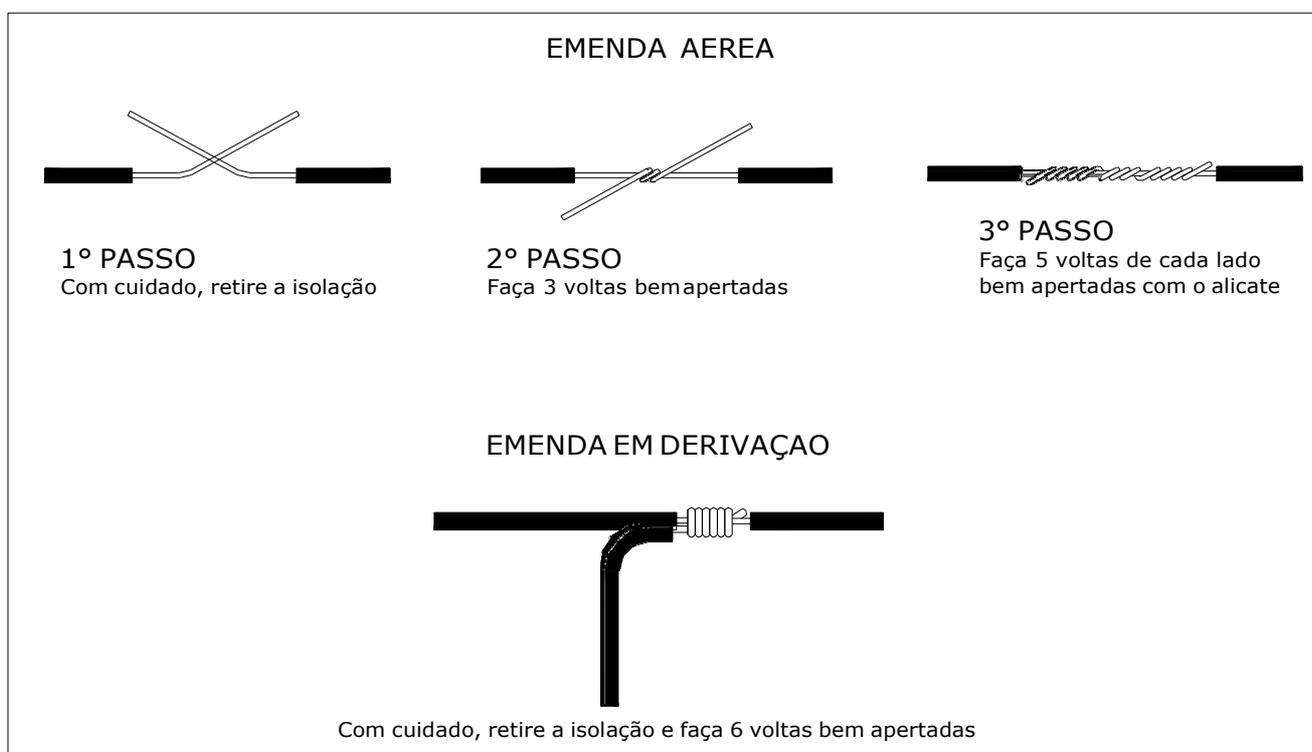
Exemplos: Madeira, borracha, vidro, porcelana, ...

5.3 – ALGUMAS TÉCNICAS DE INSTALAÇÃO

É importante conhecer e executar corretamente algumas técnicas de instalação:

EMENDA DE FIOS

Para evitar que os condutores se aqueçam ou se soltem, as emendas devem ser bem feitas, isolando-as em seguida. Vejamos como fazer alguns tipos de emendas:



ISOLAMENTO DOS CONDUTORES

Em uma instalação elétrica devemos efetuar o menor número possível de emendas.

Quando for necessário, as emendas devem ser bem feitas e apertadas e em seguida devem ser revestidas com *fitas isolantes* ou *conectores* apropriados visando proteger a instalação elétrica contra *correntes de fuga* que podem entrar em contato com outros condutores alheios ao circuito.

As fugas de energia poderão causar incêndios, aumento desnecessário do consumo, ou até provocar choques elétricos graves.

A isolação elétrica bem feita poderá evitar transtornos sérios no futuro.

Observações:

- Não utilize fita "durex", esparadrapo ou outros adesivos, pois estes produtos não possuem características construtivas para realizar isolamento elétrico.
- Atualmente existem diversos de conectores e terminais que garantem uma boa qualidade de emenda sendo mais seguros e de fácil instalação.



Figuras – Terminais e luvas de emendas (Fonte: Intelli)

6 – LEI DE OHM

Esta "Lei" foi definida pelo cientista alemão Georg Simeon Ohm (1789 - ⚰ 1854).

Trata-se das relações entre corrente, tensão e resistência em um circuito elétrico.

Basicamente, quanto maior for a resistência oferecida, menor será a corrente elétrica que irá circular no circuito e vice-versa.

O enunciado da Lei de Ohm diz que:

" A corrente de um circuito elétrico é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência ".

Matematicamente temos:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\text{Corrente} = \frac{\text{tensão}}{\text{resistência}}$$

Onde:

I = Corrente, em ampères [A]

U = Tensão, em volts [V]

R = Resistência, em ohms [Ω]

7 – TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA

Existem dois tipos de corrente ou tensão elétrica:

7.1 – TENSÃO OU CORRENTE CONTÍNUA

Não varia e não muda de sentido no decorrer do tempo.

As fontes de energia contínua são geralmente as pilhas ou baterias.

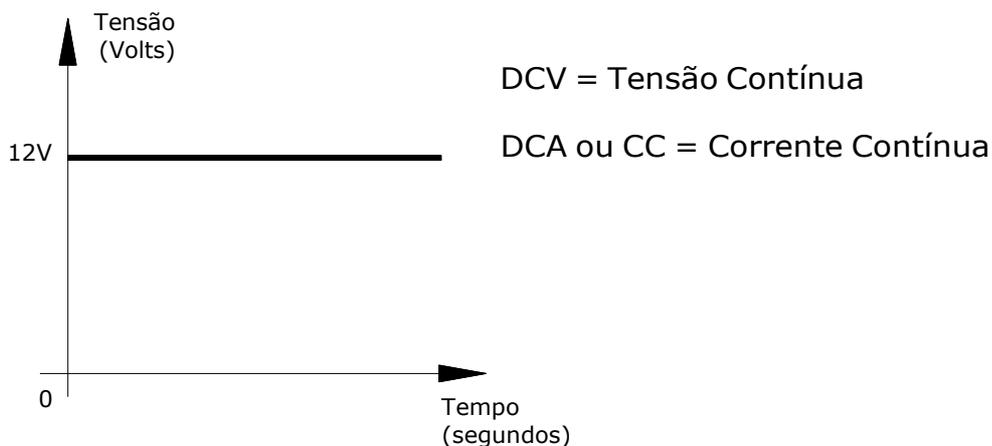


Gráfico típico de TENSÃO CONTÍNUA

7.2 – TENSÃO OU CORRENTE ALTERNADA

Sua amplitude permanece oscilando em função do tempo percorrendo os condutores nos dois sentidos.

A tensão e corrente alternada é normalmente utilizada pelas Concessionárias de energia elétrica que abastece nossas instalações.

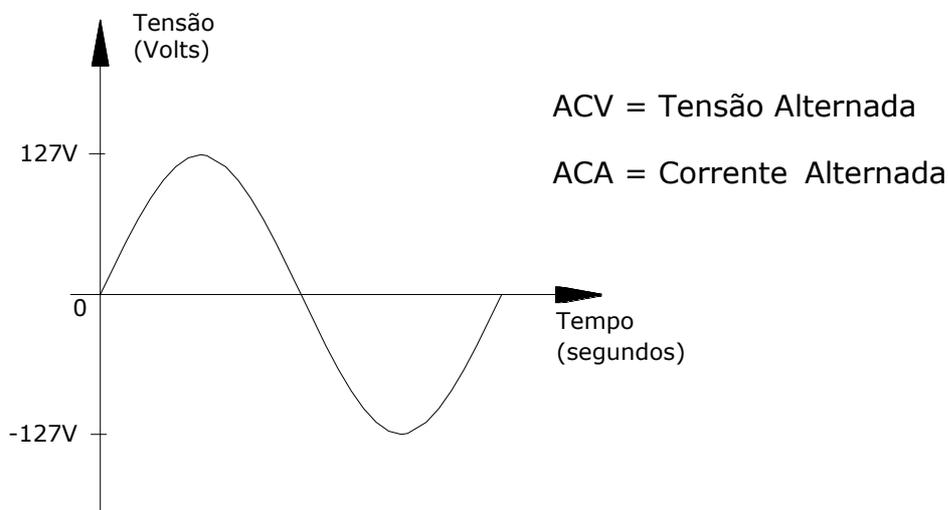


Gráfico típico de TENSÃO ALTERNADA

A oscilação na tensão alternada mostrada no gráfico anterior representa um ciclo. No Brasil este ciclo é padronizado para ocorrer 60 vezes por segundo.

Assim, podemos entender o que é FREQUÊNCIA da rede, cuja unidade é definida como "Hz" (Hertz), portanto a *Frequência* = 60Hz.

Ao contrário do Brasil, alguns países adotam a frequência de 50Hz.

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

A) Faça a separação dos materiais abaixo conforme suas características elétricas:

Madeira, cobre, vidro, ouro, ferro, algodão, borracha, papel, prata, alumínio

BONS CONDUTORES Facilitam a passagem da corrente elétrica	MAUS CONDUTORES Dificultam a passagem da corrente elétrica

B) Identifique como CONTÍNUA ou ALTERNADA os tipos de energia elétrica nos exemplos abaixo, indicando suas respectivas unidades:



Tipo _____

Unidade de TENSÃO _____

Unidade de CORRENTE _____

Tomada padrão 2P+T
Energia elétrica da Concessionária

PILHA

Tipo _____

Unidade de TENSÃO _____

Unidade de CORRENTE _____

BATERIA

8 – PRELIMINARES PARA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS ELÉTRICOS

8.1 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Todo trabalho desenvolvido com equipamentos, ferramentas ou em áreas que oferecem risco à integridade física dos profissionais, equipes ou até mesmo terceiros envolvidos, merecem atenção especial a respeito da "SEGURANÇA".

O principal envolvido na questão "SEGURANÇA" é diretamente o trabalhador, que precisa zelar por si mesmo (SEGURANÇA INDIVIDUAL) e pelos companheiros de equipe ou terceiros (SEGURANÇA COLETIVA).

Vamos conhecer alguns equipamentos de proteção importantes aos eletricitistas que devem atender as exigências da Norma Regulamentadora NR-10.

Esta Norma trata dos assuntos relacionados com a segurança dos serviços realizados na área elétrica.

Equipamentos de Proteção Individual - EPI

(Fonte: Cemirim)



Óculos de proteção



Luva isolante



Luva de cobertura p/ luva isolante



Luva de vaqueta



Calçados de segurança



Capacete



Vestimenta retardante a chamas

Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC

(Fonte: Cemirim)



Cones de sinalização



Fita zebra



Placa de advertência

8.2 - FERRAMENTAS IDEAIS E ADEQUADAS PARA SERVIÇOS ELÉTRICOS



Realizar qualquer serviço com eficiência, normalmente é uma tarefa segura quando utilizamos ferramentas ideais. Em eletricidade não é diferente, aliás, pode se tornar complicado e perigoso se alguns cuidados não forem seguidos.

As ferramentas devem ser mantidas em perfeito estado de conservação e disponíveis para uso imediato.

8.3 – APLICAÇÃO DO MULTÍMETRO

Uma ferramenta indispensável para o eletricista é o multímetro, em especial o tipo mais utilizado pelos profissionais da área é o tipo ALICATE AMPERÍMETRO. Desta forma a medição de corrente poderá ser efetuada sem a interrupção da energia.

Este equipamento é capaz de realizar medições de algumas grandezas muito usuais como corrente, tensão e resistência elétrica.

Deve-se estar atento ao regular o aparelho corretamente na unidade que se deseja medir antes do uso.

Para medir corrente elétrica, deve-se envolver apenas 1 condutor por vez com a garra alicate evitando a medição incorreta em função do sentido da corrente nos condutores.

As pontas de prova são necessárias para medir tensão e resistência elétrica.



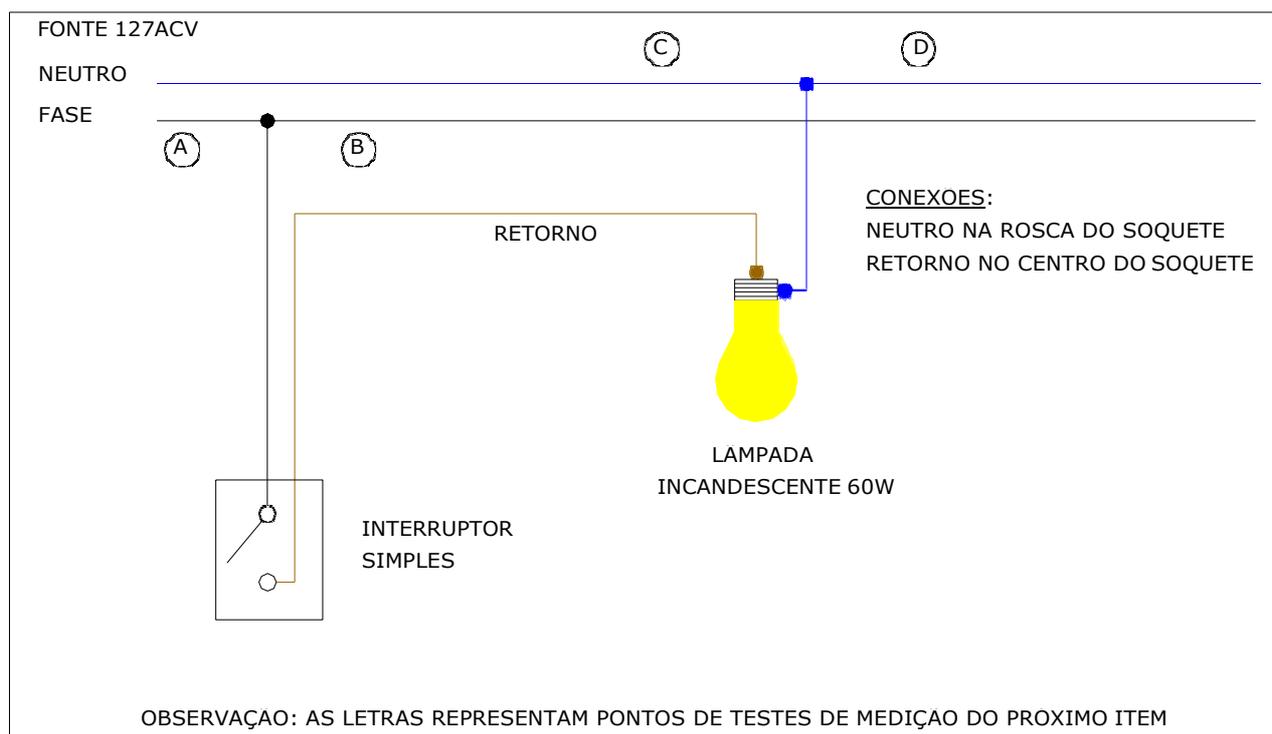
Figura – Alicate Amperímetro modelo ET-3200A (Fonte / cortesia: Minipa)

9 - EXERCÍCIO PRÁTICO Nº 1

- Dividir os participantes em 4 grupos de no máximo 4 participantes.
- **ATENÇÃO – ENERGIIZAR SOMENTE APÓS A MONTAGEM DURANTE OS TESTES**

9.1 - OPÇÃO 127 Volts <<< Para OPÇÃO 220V seguir item 9.3 >>> Acionamento de lâmpada com interruptor simples

- Construir a rede principal conforme desenho anexo nº 35.3
- *Durante a montagem, o instrutor deve demonstrar a aplicação correta do isolamento de emendas com fita isolante simples para os exercícios práticos e fita auto-fusão para situações oportunas visando aprimorar o conhecimento dos participantes.*
- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor simples para acionar a carga (lâmpada) quando fechado.



TESTES UTILIZANDO MULTÍMETRO

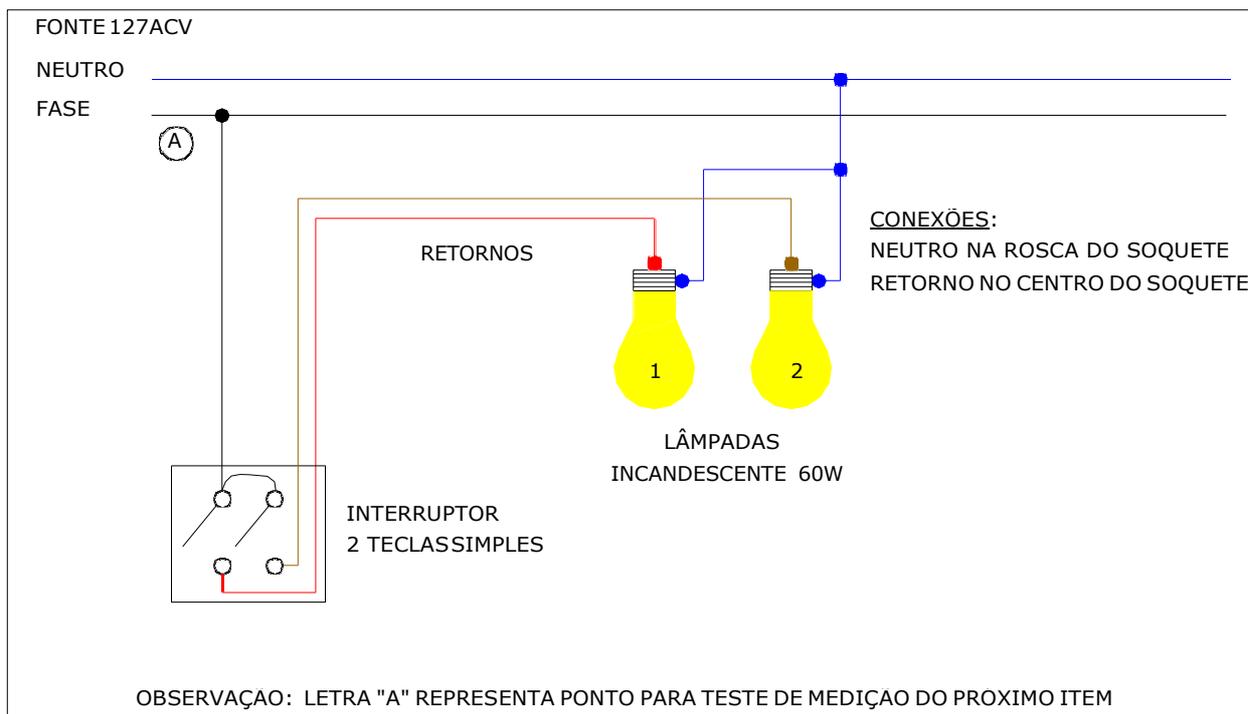
- Cada participante deverá efetuar as medições solicitadas.
- Regular o multímetro para medição da unidade desejada.
- Identificar a FASE e NEUTRO na fonte a ser conectada para efetuar a ligação corretamente utilizando o borne TERRA no QDG como referência.
- Efetuar medições com o multímetro e anotar os seguintes valores:
 - ⓐ TENSÃO no ponto A: _____ Volts >>> Tensão entre fase e neutro
 - ⓐ CORRENTE no ponto A: _____ Ampères
 - ⓐ CORRENTE no ponto B: _____ Ampères
 - ⓐ CORRENTE no ponto C: _____ Ampères
 - ⓐ CORRENTE no ponto D: _____ Ampères

- Responda a seguinte questão:
 - ⓐ Por que os valores das correntes nos pontos A e B são diferentes ?
A mesma situação ocorre entre os pontos C e D.

9.2 - OPÇÃO 127 Volts

Acionamento de lâmpada com interruptor de 2 teclas simples

- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor simples de 2 teclas para acionar as cargas (lâmpadas).



- Efetuar medições com o multímetro e anotar os seguintes valores:
 - ⓐ CORRENTES no ponto A:
 - >>> Com lâmpada nº 1 ligada: _____ Ampères.
 - >>> Com as 2 lâmpadas ligadas: _____ Ampères.

OBSERVAÇÕES

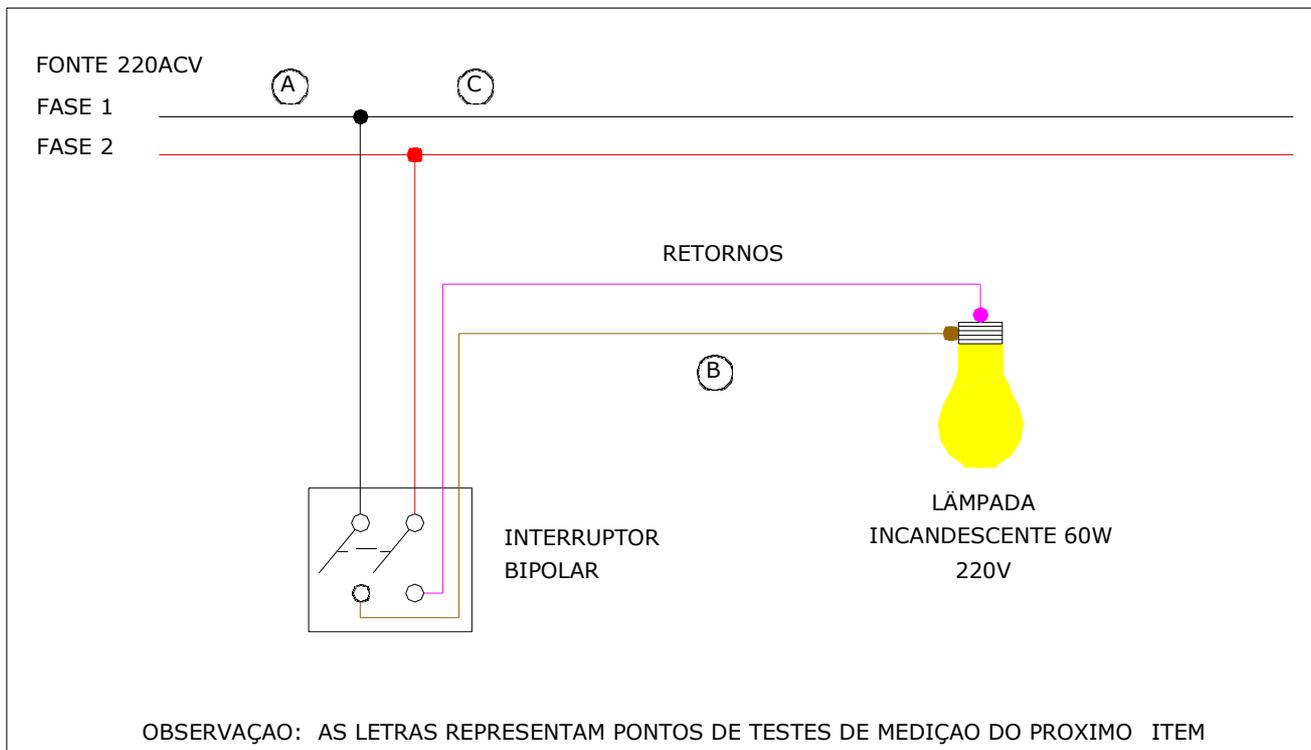
... Observe que a corrente elétrica aumenta na medida em que outras cargas são ligadas.
 ... Isto significa que o valor da corrente elétrica representa um fator importante para a construção de redes elétricas, pois devemos nos preocupar com o porte da instalação.

<<< Seguir para o item 10 caso o exercício prático na opção 127V for executado >>>

9.3 - OPÇÃO 220 Volts

Acionamento de lâmpada com interruptor bipolar

- Construir a rede principal conforme desenho anexo nº 35.4
- Durante a montagem, o instrutor deve demonstrar a aplicação correta do isolamento de emendas com fita isolante simples para os exercícios práticos e fita auto-fusão para situações oportunas visando aprimorar o conhecimento dos participantes.
- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor bipolar para acionar a carga (lâmpada) quando fechado.



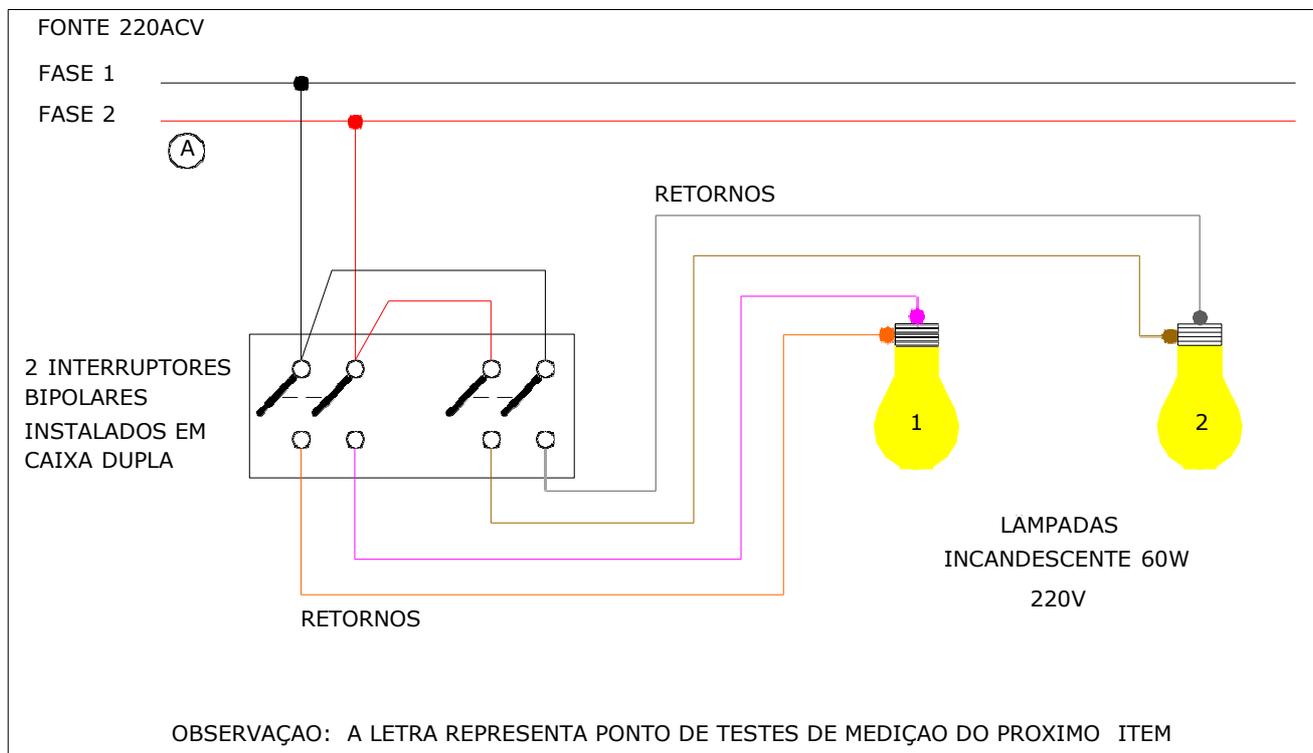
TESTES UTILIZANDO MULTÍMETRO

- Cada participante deverá efetuar as medições solicitadas.
- Regular o multímetro para medição da unidade desejada.
- Identificar as FASES na fonte a ser conectada para efetuar a ligação corretamente utilizando o borne TERRA no QDG como referência.
- Efetuar medições com o multímetro e anotar os seguintes valores:
 - ⓐ TENSÃO no ponto A: _____ Volts >>> Tensão entre fases 1 e 2.
 - ⓐ CORRENTE no ponto B: _____ Ampères
 - ⓐ CORRENTE no ponto C: _____ Ampères
- Responda a seguinte questão:
 - ⓐ Por que os valores das correntes nos pontos A e C são diferentes ?

9.4 - OPÇÃO 220 Volts

Acionamento de lâmpadas com 2 interruptores bipolares

- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelos interruptores bipolares para acionar as cargas (lâmpadas).



- Efetuar medições com o multímetro e anotar os seguintes valores:

⊙ CORRENTES no ponto A:

>>> Com lâmpada nº 1 ligada: _____ Ampères.

>>> Com as 2 lâmpadas ligadas: _____ Ampères.

OBSERVAÇÕES

... Observe que a corrente elétrica aumenta na medida em que outras cargas são ligadas.

... Isto significa que o valor da corrente elétrica representa um fator importante para a construção de redes elétricas, pois devemos nos preocupar com o porte da instalação.

MÓDULO II

10 – CIRCUITOS ELÉTRICOS

Quando um gerador de energia elétrica composto por apenas um enrolamento (ESTATOR) for submetido à ação de um campo magnético provocado pelo ROTOR ligado a uma carga, gera apenas uma fase e a corrente elétrica retorna pelo condutor neutro.

Temos então o *circuito monofásico* (vide figura a seguir).

Inserindo mais dois enrolamentos, podemos obter mais duas fases.
Assim, podemos interligar cargas em *circuitos monofásicos, bifásicos ou trifásicos*.

Analisando as ilustrações a seguir, podemos verificar os dois modelos:

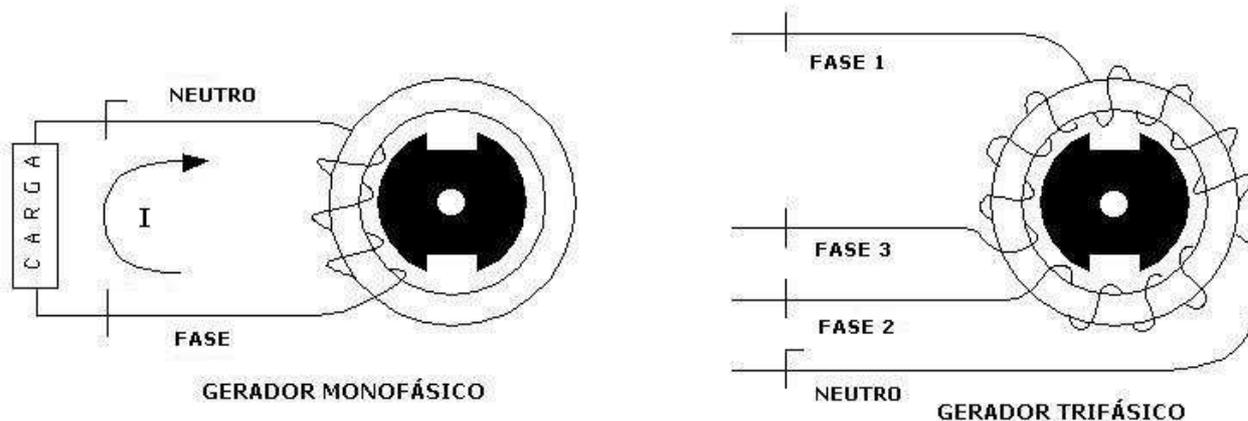


FIGURA – Modelos simplificados de geradores

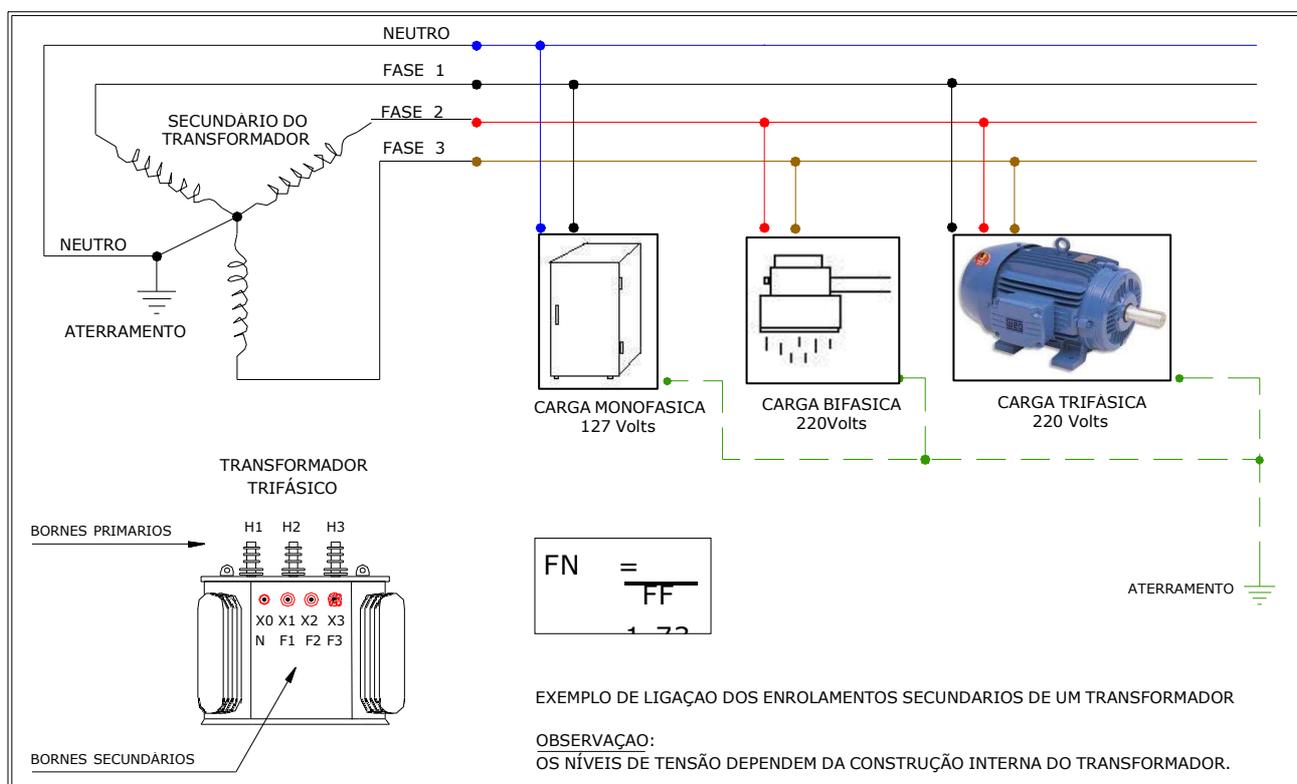


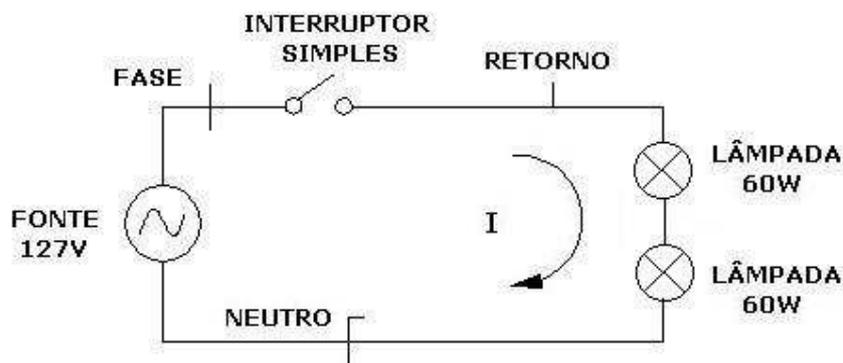
FIGURA – Ligações típicas de cargas em rede secundária 220/127V

11 – TIPOS DE CIRCUITOS PARA LIGAÇÃO DE CARGAS ELÉTRICAS

11.1 – CIRCUITO SÉRIE

Apesar da aplicação rara nas instalações elétricas, as cargas ligadas em CIRCUITO SÉRIE devem ser consideradas.

No circuito série, a corrente elétrica é a mesma que atravessa por todas as cargas ligadas. Caso uma das cargas venha a “queimar” o circuito será aberto interrompendo a passagem da corrente elétrica.

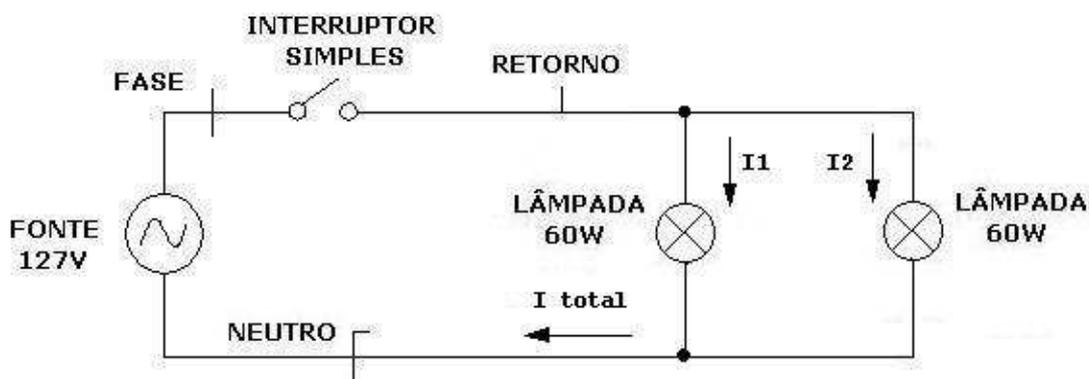


EXEMPLO: Circuito com cargas em série

11.2 – CIRCUITO PARALELO

Geralmente, as cargas são ligadas em CIRCUITO PARALELO nas instalações elétricas.

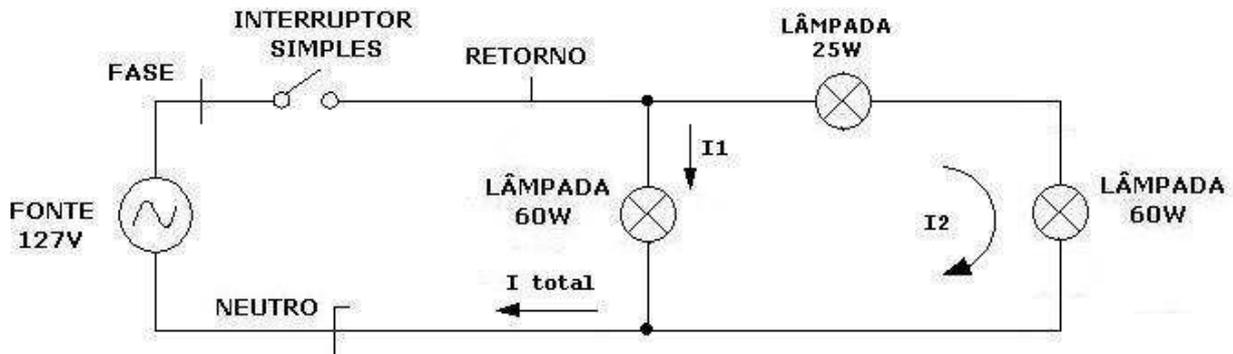
Neste circuito, o mesmo nível de tensão é aplicado sobre as cargas, e a corrente total será a soma de todas as correntes de cada carga.



Exemplo: Circuito com cargas em paralelo

11.3 – CIRCUITO MISTO

Temos ainda cargas ligadas em CIRCUITO MISTO, que é composto por ligações das cargas em série e paralelo juntas no mesmo circuito.



EXEMPLO: Circuito com ligação mista (série e paralelo)

EXERCÍCIO DE REVISÃO

Atenda os itens abaixo de acordo com as instalações elétricas da região onde você reside:

- Faça a ligação dos equipamentos elétricos nos condutores adequados.
- Informe os valores das tensões (volts).

NEUTRO	●	_____
FASE 1	●	_____
FASE 2	●	_____
FASE 3	●	_____

 VENTILADOR	 LAVADORA DE ROUPAS	 MOTOR PARA IRRIGAÇÃO
----------------	------------------------	--------------------------

CARGA MONOFASICA	CARGA BIFASICA	CARGA TRIFASICA
TENSAO: _____ Volts	TENSAO: _____ Volts	TENSAO: _____ Volts

ATERRAMENTO

12 – CONSUMO E MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA

12.1 – COMO CALCULAR O CONSUMO

Vamos recordar o significado de potência:

"Quantidade de trabalho elétrico que o aparelho é capaz de realizar no tempo determinado"

O consumo de energia elétrica ocorre quando qualquer aparelho elétrico está funcionando.

Portando para calcular o CONSUMO basta multiplicar a potência do aparelho em WATTS pelo tempo ligado em HORAS e dividir o resultado por 1000.

Como exemplo, temos um chuveiro de potência igual a 4400W.

Suponhamos que se este aparelho for ligado em média 30 minutos ao dia, podemos concluir que estaria consumindo a seguinte quantidade de energia elétrica:

$$\text{Consumo} = \text{Potência} \times \text{Tempo}$$

$$C = \text{Watt} \times \text{hora}$$

$$\text{horas} = \frac{\text{minutos}}{60}$$

Continuando, temos:

$$\text{horas} = \frac{30 \text{ minutos}}{60} = 0,5$$

$$\text{Consumo} = \text{Watt} \times \text{hora}$$

$$\text{Consumo} = 4400 \times 0,5$$

$$\text{Consumo} = 2200 \text{ Wh}$$

Na prática, o consumo é expresso em kwh, onde k = 1000 (quilo).

Então podemos simplesmente dividir o valor calculado por 1000:

$$\text{Consumo} = \frac{2200}{1000} = 2,2 \text{ kWh}$$

>>> por dia.

Para obter o consumo médio mensal, basta multiplicar o valor obtido por 30 dias.

12.2 – MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA

É um dispositivo que mede o consumo de energia elétrica continuamente a partir da sua instalação em uma unidade consumidora.

Portanto, a medida de consumo em kWh de cada período é lido pela empresa distribuidora de energia elétrica, e se trata apenas de um valor atual de consumo acumulado deduzido do valor do período anterior.



MEDIDOR DE PONTEIROS

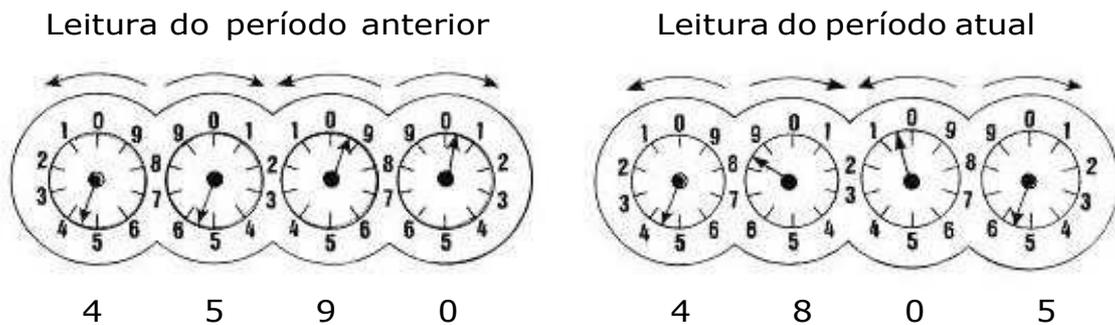
O tipo mais comum de medidor é o de ponteiros.

Veja como é fácil fazer sua leitura:

- Comece a leitura pelo marcador da unidade localizado à sua direita na figura.
- Repare que os ponteiros giram no sentido horário e anti-horário, e sempre no sentido crescente dos números, ou seja, do menor para o maior número.

Figura – Medidor kwh de ponteiros (Fonte: Cemirim)

Vejamos o exemplo:



Anote sempre o último número ultrapassado pelo ponteiro desprezando a fração do intervalo entre números.



MEDIDOR CICLOMÉTRICO

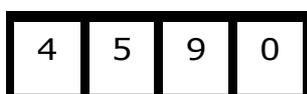
Este medidor é o modelo mais utilizado atualmente.

Seu mecanismo para leitura não dispõe de “relógios” sendo efetuado por dígitos que circulam facilitando a leitura.

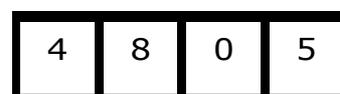
Figura – Medidor kwh ciclométrico (Fonte: Cemirim)

Desta forma podemos utilizar o mesmo exemplo anterior:

Leitura do período anterior



Leitura do período atual



Subtraindo a leitura do mês atual pelo mês anterior, obtém-se o valor do período em kWh:

Exemplo: Consumo = 4805 - 4590 = 215 kWh

OBSERVAÇÃO

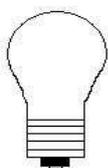
Esteja atento caso exista na FATURA (conta de luz) o campo "Fator de Multiplicação" com um valor diferente de 1, pois o valor da leitura deverá ser multiplicado por este "fator" para se chegar ao número de quilowatts (kWh) gastos no período.

A partir daqui, basta apenas multiplicar o valor do consumo em kWh pelo valor da tarifa em R\$ informada na conta da concessionária de energia local, acrescentando os impostos.

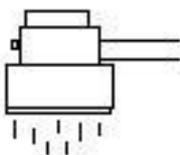
EXERCÍCIO DE REVISÃO

Calcule o consumo de uma residência que possui as características a seguir:

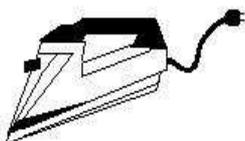
ILUMINAÇÃO: 5 lâmpadas de 60W ligadas 30 minutos ao dia.



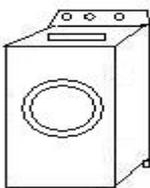
CHUVEIRO: 5400W ligado 45 minutos ao dia.



FERRO ELÉTRICO: 1200W ligado 15 minutos ao dia.



LAVADORA DE ROUPAS: 600W ligada 50 minutos por semana



O CONSUMO MENSAL (Kwh) DA RESIDÊNCIA SERÁ:

13 – TIPOS DE LÂMPADAS

A técnica para produção da luz iniciou-se quando o homem foi capaz de produzir o fogo, realizando o atrito entre madeiras secas e continua até hoje com as lâmpadas atuais.

(Figuras a seguir - Fonte: Osram do Brasil)

13.1 – Lâmpada Incandescente



Uma das mais antigas fontes de luz, a lâmpada incandescente representa a fonte de luz artificial mais difundida no mundo.

Ela é constituída por um filamento de tungstênio alojado no interior de um bulbo de vidro preenchido com gás inerte.

Quando da passagem da corrente elétrica pelo filamento, os elétrons se chocam com os átomos de tungstênio, liberando uma energia que se transforma em luz e calor.

13.2 – Lâmpada Fluorescente

Esta lâmpada é a forma clássica para uma iluminação econômica.

A alta eficiência e a longa durabilidade garantem sua aplicação nas mais diversas áreas residenciais, comerciais e industriais.

A energia luminosa é consequência da descarga elétrica através de um gás (vapor mercúrio ou argônio de baixa pressão).

Basicamente, os elétrons circulando dentro de um tubo de vidro com extremidades metálicas (filamentos de tungstênio) se esbarram com átomos do gás que neste momento se torna condutor (ionizado) e o efeito luminoso somente é possível porque a radiação entra em contato com as paredes internas do tubo que são pintadas com materiais fluorescentes (cristais de fósforo).

A ligação deste tipo de lâmpada depende de reator para o funcionamento.

A grande revolução das fluorescentes ao longo dos anos tem ficado por conta da redução do diâmetro e melhoria da qualidade da luz.



As lâmpadas fluorescentes compactas foram desenvolvidas originalmente objetivando a substituição de lâmpadas incandescentes.

Possuem princípio de funcionamento similar ao das fluorescentes tubulares, mas suas dimensões são bastante reduzidas.

Com formato moderno e compacto, elas oferecem excelente qualidade de luz, alta eficiência energética e longa durabilidade (até 08 vezes maior que as lâmpadas incandescentes comuns).

Estas lâmpadas possuem circuitos eletrônicos internos em sua base que incorporam o reator.

13.3 – Outros Tipos de Lâmpadas

Existe uma infinidade de tipos de lâmpadas. Vamos destacar alguns tipos mais usados:

Fluorescente HQ



Ainda dentro da “família fluorescente” existe esta lâmpada que pode ser bem aplicada em locais amplos e que se deseja uma alta eficiência luminosa.

São semelhantes às fluorescentes tubulares, porém com potência de até 110W e comprimento próximo de 2 metros.

Necessita de reator.

>>> *Muito utilizadas em postos de combustíveis e grandes galpões (supermercados).*

Vapor de sódio

Possui alta eficiência luminosa de cor branco-dourada. A descarga elétrica ocorre em um tubo de óxido de alumínio envolvido por bulbo de vidro. Depende de reator e starter para funcionamento.

>>> *Utilizadas pelas Concessionárias de energia em ruas e avenidas.*



Ovóide



Tubular

Vapor de mercúrio

Utiliza o mesmo princípio da descarga elétrica através de gases (mercúrio e pequena quantidade de argônio).

Emite um efeito luminoso de cor azul-esverdeado, podendo também ser encontrada com o bulbo externo recoberto com pintura fluorescente para corrigir. Também depende de reator. Seu formato é semelhante ao tipo vapor de sódio ovóide.

>>> *Foi muito utilizada por Concessionárias de energia que substituíram por vapor de sódio.*

Mista

Associa alta eficiência de lâmpadas vapor mercúrio com incandescentes e não necessita reator. Apresenta curta vida útil e potências altas (consumo elevado).

Seu formato é semelhante ao tipo vapor de sódio ovóide.

Vapor metálico



O princípio de efeito luminoso ocorre também como nas lâmpadas de descarga elétrica.

Possui altíssima eficiência energética, excelente reprodução de cores e longa durabilidade. Sua luz é branca e brilhante.

Necessita de reator e starter para o funcionamento.

>>> *Muito utilizada em quadras de esportes e campos de futebol.*

14 – LINHAS ELÉTRICAS

14.1 - AÉREA

Basicamente em linhas aéreas são utilizados os condutores nus ou cobertos com isolação de propriedades anti-chama, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, sendo apoiados e fixados diretamente sobre isoladores específicos para cada situação.

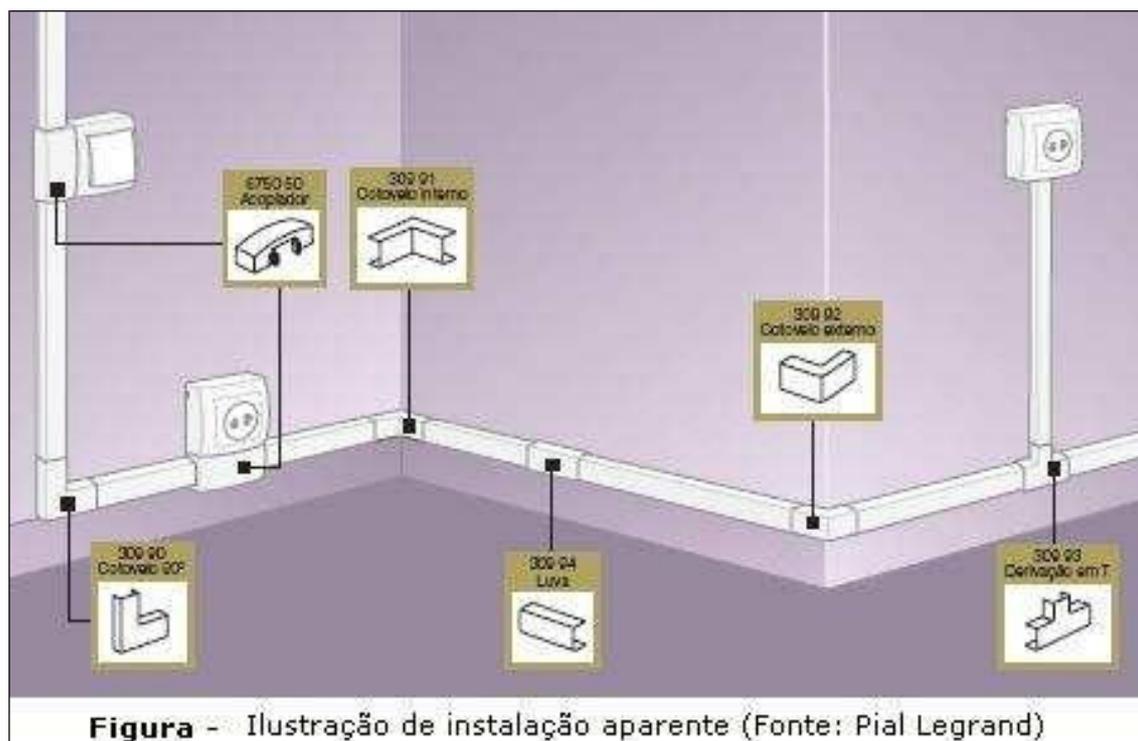
Devemos adotar medidas de segurança entre a distância destes condutores contra qualquer vegetação, solo ou construções, além do trânsito de veículos próximo das redes.

Evitar sempre que for possível a instalação de circuitos elétricos aéreos sobre lagos e rios.

Construções debaixo de linhas aéreas não são permitidas.

14.2 - APARENTE

Em muitos casos as linhas elétricas aparentes são necessárias.



Trata-se de instalar os *condutores isolados* dentro de eletrodutos, canaletas ou eletrocalhas isentos de emissão de fumaça ou gases tóxicos fixados externamente em paredes ou teto.

14.3 - EMBUTIDA

São instalados eletrodutos embutidos em alvenaria para proteção dos circuitos.

Os condutores jamais podem ser embutidos diretamente sem eletrodutos.



Figura – Instalação embutida (Fonte: arquivo pessoal)

14.4 - SUBTERRÂNEA

Neste caso a instalação exige certas precauções, pois devemos nos preocupar com movimentações de terra, contato com materiais duros e ferramentas, umidade e ações químicas causadas por elementos do solo.

Os condutores para redes subterrâneas devem possuir isolamento mínima de 1kV (1000 Volts), sendo instalados dentro de eletrodutos e dispostos em valetas no solo.

Destaca-se também as canaletas de concreto com suportes suspensos e tampas.

A Norma NBR-5410 indica que as profundidades mínimas para linhas subterrâneas:

- ⊙ Terreno normal = 0,7 metro.
- ⊙ Locais de trânsito de veículos = 1 metro.



Somente cabos isolados especialmente com armação metálica podem ser enterrados diretamente no solo.

A foto ilustra a execução de rede subterrânea em canaleta de concreto seguindo em dutos “envelopados” em concreto como alternativa para evitar o contato acidental do circuito elétrico com objetos.

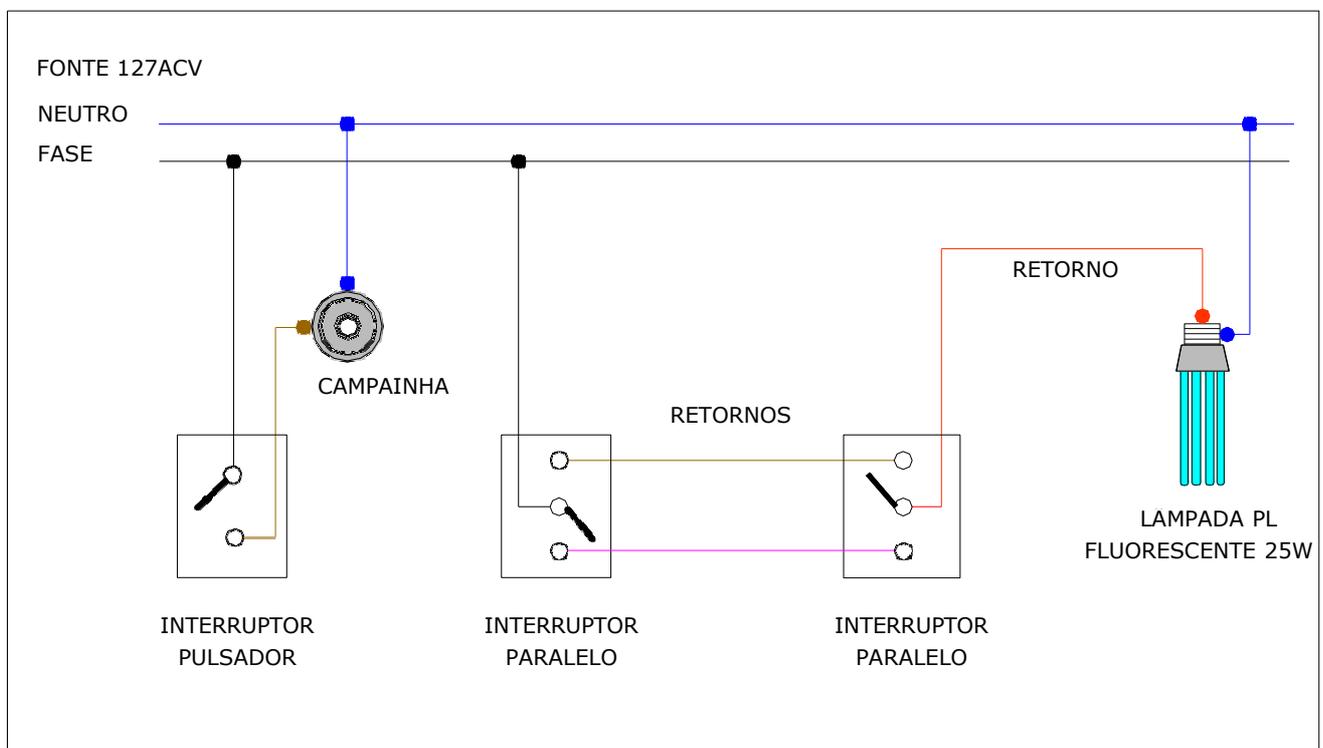
Figura – Instalação subterrânea (Fonte: Cemirim)

15 - EXERCÍCIO PRÁTICO Nº 2

- Manter os grupos da prática anterior.

15.1 - OPÇÃO 127 Volts <<< Para OPÇÃO 220V seguir item 15.2 >>> Acionamento de iluminação com interruptor paralelo

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.3
- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor paralelo para acionar a carga (lâmpada) quando fechado.
- Este circuito oferece opção de instalar comandos da iluminação em 2 pontos distintos.
- Inserimos também uma campainha simples.



Ⓞ Energizar a bancada de testes.

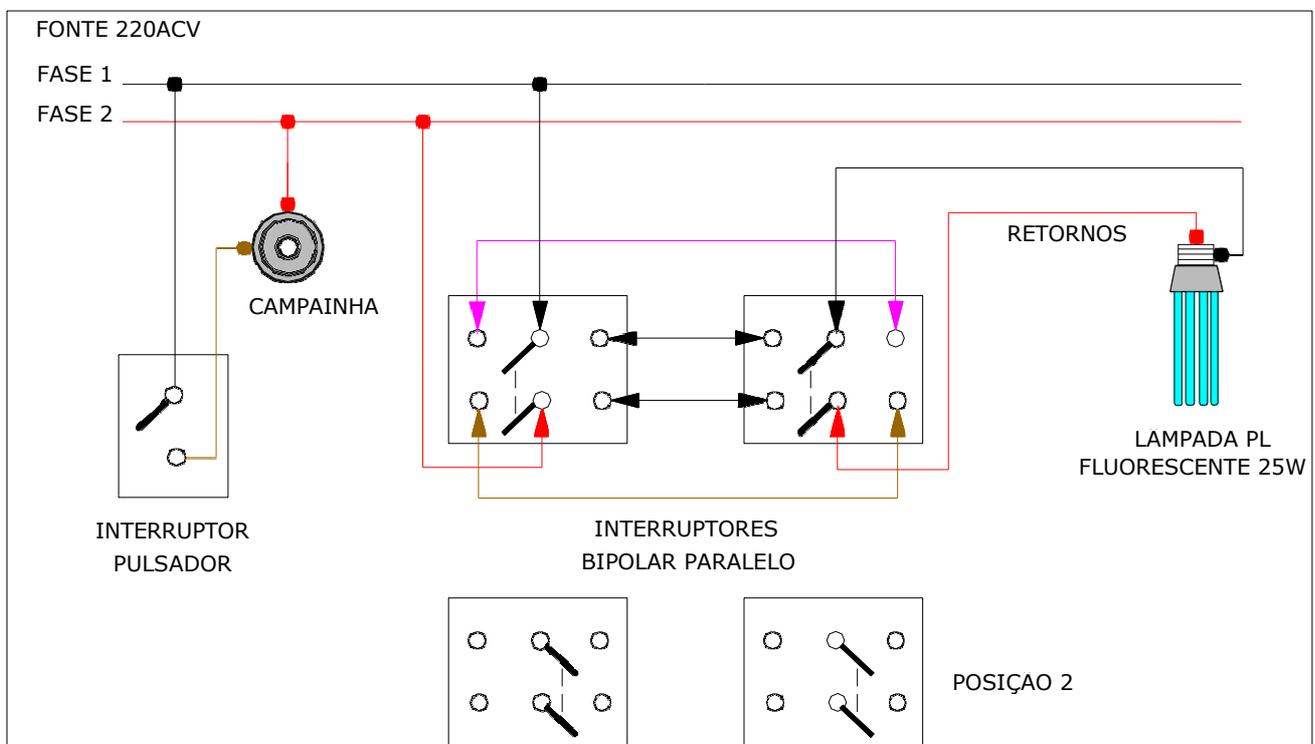
Ⓞ Manobrar os interruptores efetuando medições de CORRENTE nos retornos para verificar alteração das posições do paralelo.

<<< Seguir para o item 16 caso o exercício prático na opção 127V for executado >>>

15.2 - OPÇÃO 220 Volts

Acionamento de lâmpada com interruptor bipolar paralelo

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.4
- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor paralelo para acionar a carga (lâmpada) quando fechado.
- Este circuito oferece opção de instalar comandos da iluminação em 2 pontos distintos.
- Inserimos também uma campainha simples.



- Ⓞ Energizar a bancada de testes.
- Ⓞ Manobrar os interruptores efetuando medições de CORRENTE nos retornos para verificar alteração das posições do paralelo.

16 - LEVANTAMENTO DAS CARGAS ELÉTRICAS

Antes de executar qualquer serviço, devemos elaborar um plano ou projeto do que realmente se deseja.

O objetivo é sempre evitar transtornos e prejuízos desnecessários, ou acidentes.

Basicamente devemos relacionar todo equipamento elétrico (carga) a ser ligado nas instalações.

Um mapa do local pode auxiliar muito nesta tarefa.

Como exemplo, vamos relacionar os dados básicos de alguns aparelhos elétricos de uma residência:

Equipamento	Quantidade	Potência (W) unitária	Potência (kW) total
Chuveiro	1	4400	4,4
Ferro de passar roupa	1	1200	1,2
Máquina lavar roupa	1	500	0,5
Lâmpada fluorescente	16	25	0,4
Tomadas	15	300	4,5
Torneira elétrica	1	4400	4,4
Geladeira	1	700	0,7

Total de carga instalada	16,1 kW
--------------------------	---------

Observações:

- O levantamento das cargas elétricas é muito importante para efetuar contato com a Concessionária de energia elétrica local visando construção do padrão de medição de acordo com as normas vigentes.
- A consulta na Concessionária local é importante, pois cada região é atendida por Concessionárias diferentes que adotam Normas e procedimentos próprios.
- O circuito após o padrão de medição é de responsabilidade do consumidor e todos os serviços a serem executados necessitam obedecer as Normas da ABNT, principalmente a NBR-5410.

17 – SIMBOLOGIA BÁSICA PARA PROJETOS ELÉTRICOS

Os projetos elétricos devem conter símbolos para facilitar a execução dos serviços. No quadro a seguir podemos visualizar parte da família de símbolos padronizados.

S I M B O L O G I A

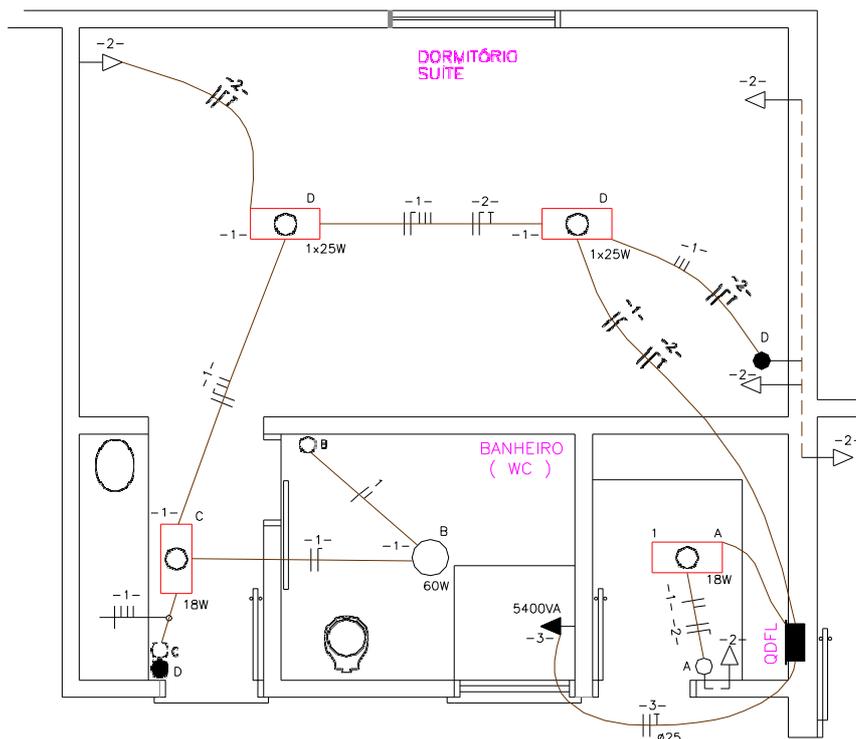
ALGUNS SÍMBOLOS PARA PROJETO ELÉTRICOS EXTRAÍDOS DA NORMA NBR-5444 DE ACORDO COM ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

	PONTO DE LUZ FLUORESCENTE NO TETO [LETRA= COMANDO, N°= CIRCUITO]		QUADRO PARCIAL DE LUZ E FORÇA EMBUTIDO
	PONTO DE LUZ INCANDESCENTE NO TETO [LETRA= COMANDO, N°= CIRCUITO]		CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA NO PISO [400x400x400mm] DRENO COM BRITA
	INTERRUPTOR SIMPLES [1 TECLA, LETRA= COMANDO]		CAIXA DE PASSAGEM NO TETO
	INTERRUPTOR 2 SEÇÕES [2 TECLAS, LETRAS= COMANDOS]		CAIXA PARA PASSAGEM DE ENERGIA ELÉTRICA EMBUTIDA NO PISO [120mm] [ENVELOPAR EM CONCRETO]
	INTERRUPTOR PARALELO [LETRA= COMANDO]		ELETRODUTO EMBUTIDO NO TETO [ø20mm, EXCETO INDICAÇÕES]
	INTERRUPTOR ACIONADO POR SENSOR DE PRESENÇA [LETRA= COMANDO]		CONDUTORES, FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA NO INTERIOR DO [SEÇÕES INDICADAS NOS DETALHES DOS QDFL'S, [N°= SEÇÃO EM mm²] ELETRODUTO
	PONTO TOMADA 127V 2P+T [100VA, ALT. 300mm, N°= CIRCUITO]		SISTEMA DE ATERRAMENTO COM CAIXA DE INSPEÇÃO
	PONTO PARA CHUVEIRO 220V 2P+T [ALT. 2000mm, N°= CIRCUITO]		ELETRODUTO QUE SOBE EMBUTIDO NA PAREDE [ø20mm, EXCETO INDICAÇÕES]
	PONTO PARA TELEFONE [ALT.= 300mm]		

18 – EXEMPLO DE PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico abaixo ilustra a utilização dos símbolos padronizados.

(Fonte: arquivo pessoal)



19 - DIVISÃO DE CIRCUITOS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Um circuito compreende todas as cargas ligadas ao mesmo par de condutores e ao mesmo dispositivo de proteção (disjuntor ou fusível).

Vamos analisar porque é importante efetuar a divisão de circuitos:

- Atender as condições descritas na Norma NBR-5410 da ABNT.
- Facilitar a manutenção ou testes dos circuitos e equipamentos elétricos.
- Melhor dimensionamento da proteção parcial e equilíbrio de cargas entre as fases.
- Isolar conseqüências de defeito ou sobrecarga seccionando apenas um circuito.

Sabe-se que a proteção é calculada para toda a carga do circuito.

Se tivermos um só circuito, teremos um disjuntor de grande capacidade e um pequeno curto-circuito não seria percebido por ele.

Entretanto, se tivermos vários circuitos com disjuntores individuais de capacidades menores, aquele curto-circuito poderia ser percebido por um desses disjuntores que desligaria o circuito parcial.



Figura – Instalação irregular (Fonte: arquivo pessoal)

DIVISÕES IMPORTANTES EM CIRCUITOS EXCLUSIVOS

1. Iluminação.
2. Tomadas de cozinha e áreas de serviço.
3. Cargas superiores a 1500 VA (é permitida união de aparelhos iguais no mesmo circuito).

>>> *Cada circuito deve possuir o condutor neutro e terra independente.*

20 - DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

A função principal dos dispositivos de proteção é PROTEGER as instalações elétricas e conseqüentemente as cargas ligadas.

Desde que os condutores e dispositivos de proteção estejam corretamente dimensionados, automaticamente as cargas serão protegidas.

20.1 – DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO

Os disjuntores tradicionais são equipados com disparadores térmicos que atuam em sobrecorrentes moderadas (tipicamente *correntes de sobrecarga*), e disparadores magnéticos para sobrecorrentes elevadas (tipicamente *correntes de curto-circuito*).



Nos circuitos elétricos com cargas indutivas de baixa potência e cargas resistivas são utilizados os dispositivos baseados no efeito magnético da corrente denominados DISJUNTORES.

Figuras – Disjuntores padrão DIN trifásico, bifásico e monofásico (Fonte: Pial Legrand)

O disjuntor é uma chave magnética que se desliga automaticamente quando a intensidade da corrente supera certo valor. Uma vez resolvido o problema que provocou o desligamento, basta religá-lo para que a circulação da corrente elétrica se restabeleça.

20.2 – DR (Diferencial Residual)

Analisando fatores que contribuem para choques elétricos, sabemos que quando o corpo humano for percorrido por uma corrente maior que 30mA (0,03A) a pessoa estará vulnerável a um sério risco de vida, caso esta corrente não for interrompida rapidamente.



Figura – Interruptores DR (Fonte: Pial Legrand)

O nível de risco da possível vítima depende da amplitude da corrente, partes do corpo que será percorrida pela corrente, além da duração de passagem desta corrente.

O dispositivo DR foi desenvolvido para proteger as pessoas ou equipamentos contra fugas de energia elétrica que poderiam provocar acidentes graves.

A norma NBR-5410 da ABNT exige a instalação de DR de alta sensibilidade nos circuitos que fornecem energia elétrica para ambientes ou equipamentos que requerem maiores cuidados quanto a *proteção contra choques elétricos* como chuveiros, torneiras elétricas, banheiras, tomadas da cozinha e área de serviço, etc.

O DR não substitui um disjuntor termomagnético, pois ele não protege contra sobrecargas e curto-circuito.

A instalação do DR deve ser efetuada antes do disjuntor do circuito a ser protegido.

De outra forma, para os circuitos que não necessitam da instalação obrigatória do DR, recomenda-se a instalação do Interruptor DR antes dos disjuntores.

O disjuntor geral poderá possuir o dispositivo DR incorporado, mas no caso de atuação ele desligará todos os circuitos do quadro.

Pode-se dizer que o Diferencial Residual (DR) é inimigo de "gambiarras".

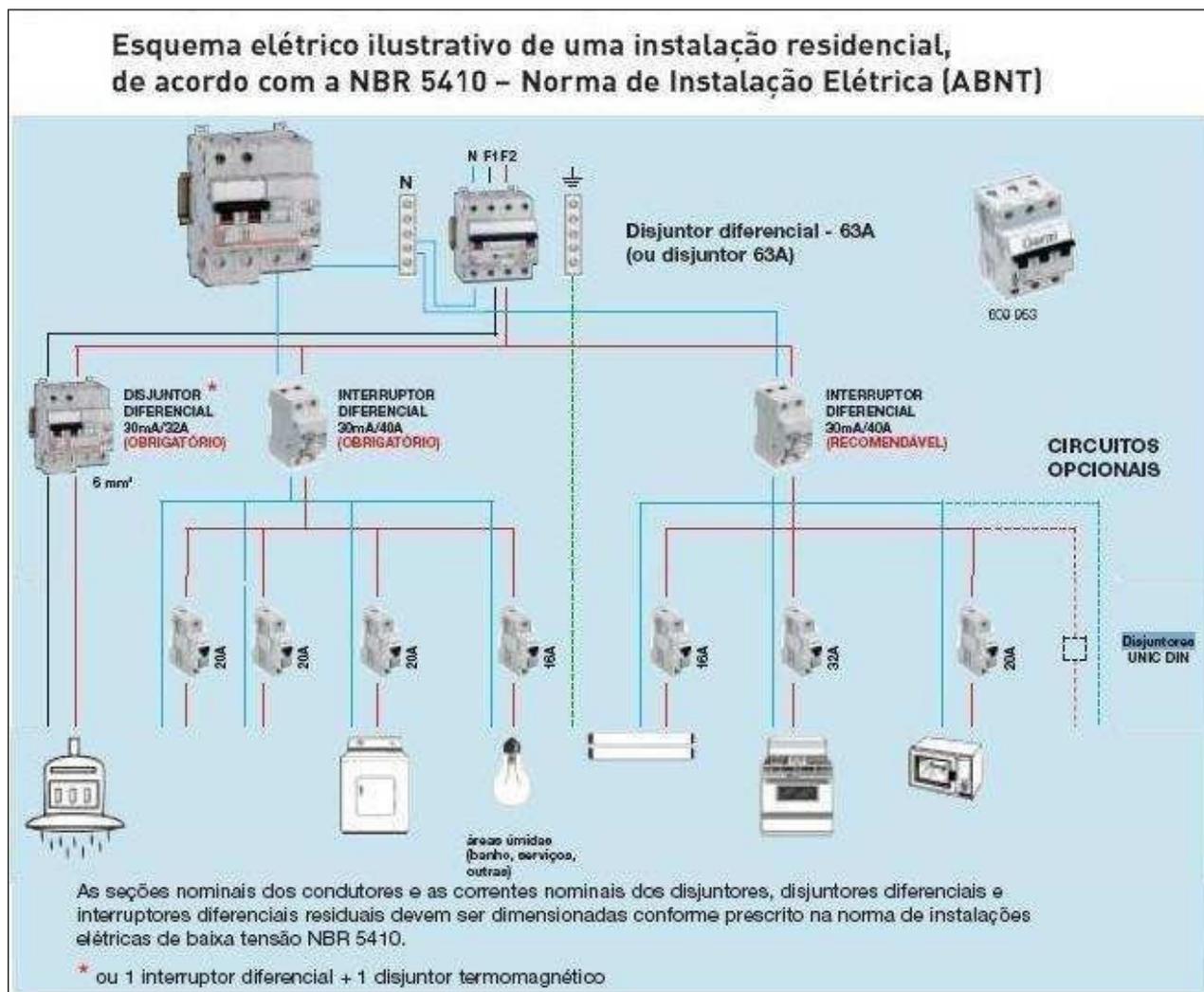


Figura – Exemplo da aplicação dos dispositivos DR (Fonte: Piel Legrand)

20.3 – DPS (Dispositivo Protetor contra Surtos)



É um dispositivo de proteção que oferece segurança visando garantir a integridade física de indivíduos, equipamentos e instalações elétricas contra surtos na rede ou sobretensões causadas por descargas atmosféricas (raios), devendo atender a Norma NBR-5410 da ABNT.

O Brasil é atualmente o país com maior incidência de raios em todo o mundo onde os consumidores são vítimas de enormes prejuízos materiais e vidas humanas.

Figura – DPS (Fonte: Piel Legrand)

É importante dizer que os filtros de linha e estabilizadores de tensão somente minimizam pequenas variações de tensão na rede, ajustam ruídos ou interferências eletromagnéticas.

Já o DPS atua nas sobretensões conduzidas pelas linhas de energia elétrica e direcionam as correntes para o aterramento. Desta forma protegem com segurança os equipamentos eletro-eletrônicos durante tempestades com raios.

Outros dispositivos específicos são necessários para proteção de antenas, telefones, TV a cabo e coberturas de edificações.

Deve-se ficar atento no modelo ideal para a instalação elétrica desejada.

20.4 – FUSÍVEL

O fusível é constituído por material mais fraco do que o circuito onde o mesmo está ligado.

Quando ocorre um curto-circuito, a corrente elétrica aumenta muito rápido e provoca o aquecimento e queima (fusão) do fusível, que interrompe o circuito.

Portanto, basicamente os fusíveis atuam em *proteção contra curto-circuito*.

Alguns tipos de fusíveis (exemplo: tipo NH e Diazed) aceitam picos moderados de corrente durante um determinado tempo, sendo conhecidos como “fusíveis retardados”, ideais para manobra de motores elétricos.

A instalação dos fusíveis poderá ser em bases individuais ou deve-se utilizar a chave correta visando segurança, como as seccionadoras NH de abertura sob carga. As chaves que não incorporam fusíveis são chamadas de chave seca, exclusiva para manobras sem carga.

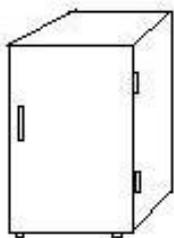


Figura – Exemplo de fusíveis NH e Diazed (Fonte: WEG)

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

Observe as figuras e responda as questões:

① Podemos ligar este equipamento em uma rede com tensão 127V ?

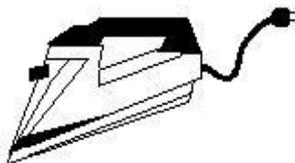


REFRIGERADOR
220V

① Por quê ?

① Como a carga irá funcionar caso você resolva ligar desta maneira ?

① Podemos ligar este equipamento em uma rede com tensão 220V ?

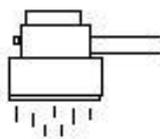


FERRO ELÉTRICO
127V

① Por quê?

① Como a carga irá funcionar caso você resolva ligar desta maneira ?

Quais são os dispositivos ideais para proteção das cargas abaixo ?



CARGAS RESISTIVAS
(lâmpadas, chuveiros, etc)



CARGAS INDUTIVAS
(motores e enrolamentos)

21 – LIMITES ADMISSÍVEIS DE QUEDA DE TENSÃO

Oscilações ou níveis de tensão inadequados podem prejudicar o perfeito trabalho dos equipamentos elétricos.

Um dos motivos principais é provocado pela distância entre a carga e o medidor.

Mas, pequenas variações de queda de tensão são aceitáveis pela norma NBR-5410:

- 1) 4% para instalações alimentadas diretamente em baixa tensão da concessionária.
- 2) 7% para instalações alimentadas a partir de transformador de distribuição.

21.1 – CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO PARA REDES EXISTENTES

Pode-se calcular a queda de tensão e verificar se está dentro do permitido, assim:

$$\text{Queda de tensão (em \%)} = \frac{\text{Tensão após medidor} - \text{Tensão na carga}}{\text{Tensão após medidor}} \times 100$$

21.2 – CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO PARA REDES NOVAS

Ⓞ CABO DE COBRE

Vamos precisar das informações da tabela abaixo:

COEFICIENTES DE QUEDA DE TENSÃO [V/A x km] Cabos de cobre isolamento 750V – 70°C [circuitos com F.P. 0,95]			
SEÇÃO NOMINAL mm ²	Instalação em eletroduto ou eletrocalha Material MAGNÉTICO	Instalação em eletroduto ou eletrocalha Material NÃO MAGNÉTICO	
	Circuito monofásico e trifásico	Circuito monofásico	Circuito trifásico
1,5	27,4	27,6	23,9
2,5	16,8	16,9	14,7
4	10,5	10,6	9,15
6	7,00	7,07	6,14
10	4,20	4,23	3,67
16	2,70	2,68	2,33
25	1,72	1,71	1,49
35	1,25	1,25	1,09
50	0,95	0,94	0,82
70	0,67	0,67	0,59
95	0,51	0,50	0,44
120	0,42	0,41	0,36
150	0,35	0,34	0,30
185	0,30	0,29	0,25
240	0,25	0,24	0,21

EXEMPLO DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO CABO DE COBRE ISOLAÇÃO 750V

$$QT (V) = I \times \text{metro} / 1000 \times \text{coeficiente QT do cabo}$$

Carga trifásica 220V de 25A, instalada a 150 metros do medidor conectado direto no poste do transformador, utilizando bitola 16mm².

$$QT = 25 \times 150 / 1000 \times 2,33 = 8,74V$$

... em % = 8,74 / 220V x 100 = 3,97 % ... CONCLUSÃO: Dentro dos limites.

© CABO DE ALUMÍNIO SIMPLES

Vamos precisar das informações da tabela abaixo:

QUEDA DE TENSÃO PERCENTUAL [%/kVA X 100 m] – ALUMÍNIO - CA		
FIAÇÃO AWG-MCM	3 Fases + Neutro; e.e. = 0,252 m	
	cos φ = 1,0	Cos φ = 0,80
*3 x 4 (4)	0,313	0,295
3 x 2 (2)	0,198	0,202
*3 x 1/0 (2)	0,132	0,140
3 x 2/0 (2)	0,099	0,119
3 x 4/0 (2/0)	0,062	0,087
*3 x 336,4 (2/0)	0,039	0,066
FIAÇÃO	2 Fases + Neutro; e.e. = 0,252 m	
	cos φ = 1,0	Cos φ = 0,80
*2 x 4 (4)	0,831	0,784
2 x 2 (2)	0,447	0,453
*2 x 1/0 (2)	0,336	0,360
2 x 2/0 (2)	0,298	0,329
FIAÇÃO	1 Fase + Neutro; e.e. = 0,200 m	
	cos φ = 1,0	cos φ = 0,80
*1 X 4 (4)	1,690	1,581
1 X 2 (2)	1,192	1,195
*1 X 1/0 (2)	0,968	1,023
1 X 2/0 (2)	0,893	0,947

EXEMPLO DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO CABO DE ALUMÍNIO SIMPLES

$$QT (\%) = kVA \times \text{metro} / 100 \times \text{coeficiente QT do cabo}$$

Carga trifásica de 10kVA, instalada a 250 metros do medidor conectado direto no poste do transformador, utilizando bitola 2AWG.

$$QT = 10 \times 250 / 100 \times 0,198 = 4,95 \% \dots \text{CONCLUSÃO: Dentro dos limites.}$$

22 – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA PELOS CONDUTORES

É definida como a máxima corrente elétrica que pode ser conduzida pelo condutor, sem que sua temperatura de regime permanente ultrapasse a temperatura máxima para o serviço.

A dissipação de calor é maior se o condutor está instalado ao ar livre, ou seja, o condutor vai esfriar mais rapidamente quando a corrente deixar de circular por ele.

Quando o condutor estiver instalado em um eletroduto, embutido ou subterrâneo, a troca de calor com o meio ambiente será menor.

Os condutores são fabricados para operar dentro de certos limites de temperatura.

Quando o valor da corrente elétrica ultrapassa a capacidade máxima do condutor, tem início uma alteração nas características do isolamento, que deixa de cumprir sua finalidade.

23 – DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR ADEQUADO E BITOLAS MÍNIMAS

O condutor ideal para a instalação elétrica desejada, deve ser dimensionado analisando, basicamente os itens vistos anteriormente:

- Limite de queda de tensão.
- Limite de condução de corrente elétrica.

Calculando a corrente elétrica que deverá circular no circuito, podemos definir o condutor adequado. Temos condições de calcular o valor da corrente utilizando as fórmulas:

Monofásicos e bifásicos

$$I = \frac{P}{U}$$

Trifásicos

$$I = \frac{P}{U \times 1,73}$$

$$\text{Corrente} = \frac{\text{Potência}}{\text{Tensão}}$$

. . . Aplicar a maior tensão que poderá ser obtida no circuito.

Podemos também calcular as outras grandezas se for necessário:

Monofásicos e bifásicos

$$U = \frac{P}{I}$$

Trifásicos

$$U = \frac{P}{I \times 1,73}$$

$$\text{Tensão} = \frac{\text{Potência}}{\text{Corrente}}$$

$$P = U \times I$$

$$P = U \times I \times 1,73$$

$$\text{Potência} = \text{Tensão} \times \text{Corrente}$$

. . . Aplicar a maior tensão que poderá ser obtida no circuito.

I = Corrente, em ampères (A)

P = Potência, em watts (W)

U = Tensão, em volts (V)

Com o valor da corrente elétrica calculada, procure o condutor adequado na tabela disponível no anexo 35.1

Exemplo:

Dimensionar o condutor e proteção para um chuveiro 4400W, 220V (tensão fase-fase).

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4400}{220} = 20A$$

Pela tabela do anexo 35.1, o condutor que atende a necessidade tem a bitola 2,5mm², porém deve-se adotar a bitola 4mm² por questões de segurança.

As proteções ideais são: Disjuntor bipolar 25A, acompanhado do dispositivo DR.

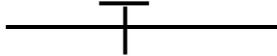
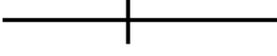
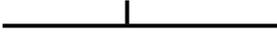
Nestas condições, também devemos interligar o chuveiro ao condutor de aterramento.

Seções mínimas na aplicação de condutores de cobre isolado:

- Iluminação 1,5 mm²
- Circuitos de força (tomadas de uso geral) 2,5 mm²
- Circuitos de sinalização / controle 0,5 mm²

A bitola mínima para o ATERRAMENTO é determinada pela bitola da FASE do circuito:

- ⓐ Para fase até 16mm² o TERRA será igual a bitola da fase.
- ⓑ Para fase acima de 16mm² o TERRA será metade ou próxima da bitola da fase.

Identificação dos condutores	Símbolo
Neutro – Azul claro	
Aterramento – Verde ou verde com listras amarelas	
Fases – Cores escuras, diferentes para cada fase	
Retorno – Cores claras	

>>> Cores de fases e retorno são apenas recomendadas, não obrigatórias.

24 – DEMANDA E FATOR DE DEMANDA

Entende-se por *DEMANDA* na área elétrica como a soma de cargas elétricas das instalações que em um determinado período pode ser ligado ao sistema elétrico no mesmo instante.

São poucas as instalações que utilizam todas as cargas ao mesmo tempo.

Por exemplo, quando utilizamos metade dos equipamentos elétricos no mesmo instante, podemos afirmar que o *FATOR DE DEMANDA* é de 50% ou 0,5.

25 – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Em conjunto com a divisão de circuitos que analisamos anteriormente, é essencial a utilização de um quadro de distribuição para abrigar os dispositivos de proteção.

O objetivo é buscar um equilíbrio das cargas ligadas entre fases e o funcionamento ideal dos equipamentos.

Desta forma estamos protegendo as instalações e as pessoas contra acidentes causados por irregularidades no sistema elétrico, distúrbios de sobrecorrentes ou curto-circuito.



Figura – QDG (Fonte: Cemirim)

É de extrema importância a identificação dos circuitos de forma legível.

Os componentes básicos de um QDG são:

- Placa ou trilhos de montagem
- Tampas
- Barramentos de terra e neutro
- Barramento para fases (alguns modelos atuais não necessitam)
- Dispositivos de proteção (disjuntores, DPS e DR)

Existem vários modelos de quadros de distribuição, inclusive sem a necessidade de barramento de cobre para fases onde os dispositivos são interligados diretamente pelos condutores ou por pentes de alimentação adequados como mostram as figuras abaixo:

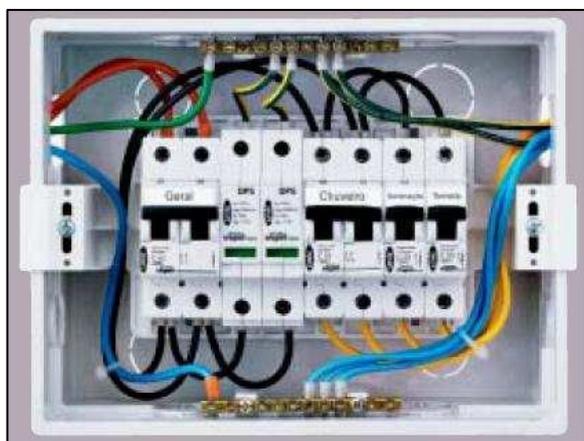


FIGURA – Modelo de QDG bifásico
(Fonte: Pial Legrand)

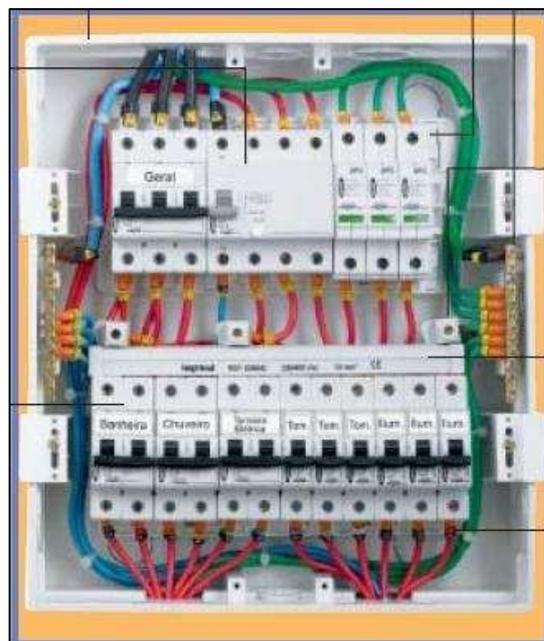


FIGURA – Modelo de QDG trifásico
(Fonte: Pial Legrand)

26 – ATERRAMENTO

O *primeiro objetivo* do aterramento em sistemas elétricos é proteger as pessoas e os equipamentos contra um curto-circuito na instalação.

Em termos simples, se uma das três fases de um sistema não aterrado entrar em contato com a terra, intencionalmente ou não, nada acontece.

O *segundo objetivo* de um sistema de aterramento é oferecer um caminho seguro, controlado e de baixa resistência em direção à terra para as correntes elétricas induzidas por descargas atmosféricas.

Os aterramentos são geralmente construídos com eletrodos de aço cobreado inseridos em contato com a terra. Conecta-se um condutor de cobre nesses eletrodos e interliga-se diretamente no equipamento elétrico ou ao barramento de cobre do quadro de distribuição destinado ao aterramento geral.

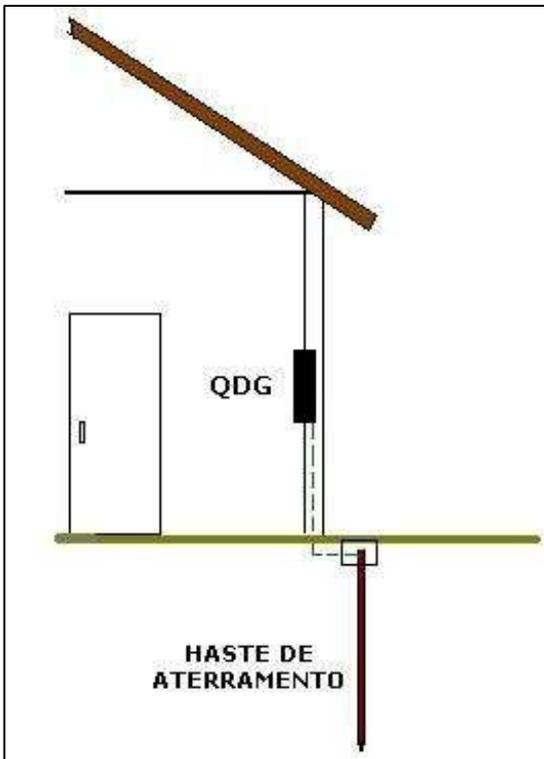


Figura - Exemplo de aterramento

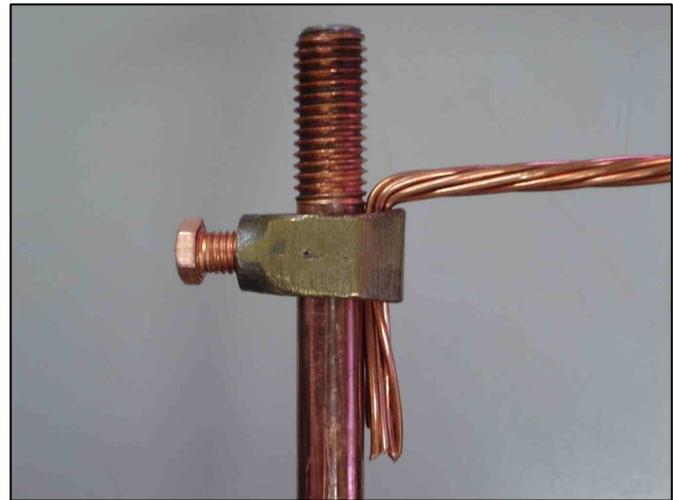


Figura - Conexão entre haste aterramento e cabo de cobre nú (Fonte: arquivo pessoal)

1 haste	2 hastes	3 hastes
<p>>>> A distância entre as hastes será igual ao comprimento da haste.</p> <p>>>> Instalar condutor de cobre nú entre as hastes e isolado (cor verde) até o QDG ou equipamento.</p> <p>>>> Aplicar massa calafetadora na conexão do terminal com a haste.</p>		

Figura - Exemplo para instalação de hastes de aterramento

Alguns conceitos importantes sobre aterramento:

26.1 – TENSÃO DE CONTATO INDIRETO

É a tensão que pode aparecer acidentalmente quando um indivíduo sofre um choque elétrico ao realizar um contato indireto encostando em um material isolante precário em decorrência da falha de isolamento ou alguma outra causa.

Desta forma, devemos manter os circuitos dos equipamentos elétricos sempre em condições adequadas para uso imediato, principalmente a isolamento das emendas.

26.2 – TENSÃO DE TOQUE OU CONTATO DIRETO

Refere-se ao contato direto de uma pessoa com um condutor ou equipamento que normalmente está energizado.

Assim, pode ser estabelecida uma tensão entre as mãos e pés, conhecida como *tensão de toque* causando a passagem PERIGOSA de corrente elétrica pelo corpo.

Observação

Podemos concluir que o uso do dispositivo DR enquadra-se como proteção ideal para evitar os casos de tensões de toque ou contato indireto.

26.3 – TENSÃO DE PASSO

Quando uma corrente elétrica é descarregada para o solo, ocorre uma elevação do potencial em torno do eletrodo de aterramento, formando um gradiente (distribuição em ondas) de queda de tensão, cujo ponto máximo está junto ao eletrodo e o ponto mínimo muito afastado dele.

Se uma pessoa estiver de pé em qualquer ponto dentro da região onde há essa distribuição de potencial, entre seus pés haverá uma diferença de potencial, chamada de *tensão de passo*, a qual é geralmente definida para uma distância de 1 metro entre pés.

Conseqüentemente poderá haver a circulação PERIGOSA de uma corrente elétrica através das duas pernas.

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

- Na sua opinião, por quê o ATERRAMENTO é importante nas instalações elétricas?

- Complete os espaços vazios abaixo para simular uma instalação elétrica de residência:

Equipamento	Quantidade	Potência (W) unitária	Potência (kW) total
Lâmpada	10	25	
Chuveiro	1	5400	
Torneira elétrica	1	4400	
Tomadas da cozinha e área de serviço	6	300	
Tomadas gerais	20	100	

SOMA TOTAL DAS POTÊNCIAS ELÉTRICAS =

Tensões disponíveis	Corrente elétrica	Condutores de entrada	Eletroduto
FN = volts	ampères	mm ²	milímetros
FF = volts			polegadas

- Informe as características dos circuitos internos que poderá auxiliar na montagem do QDG desta instalação:

CIRCUITOS		POTÊNCIA TOTAL (Watts)	TENSÃO ELÉTRICA (Volts)	CORRENTE ELÉTRICA (Ampères)	DISJUNTOR (Ampères)	CONDUTORES (mm ²)
1	Iluminação					
2	Tomadas cozinha e área de serviço					
3	Tomadas gerais					
4	Torneira elétrica					
5	Chuveiro elétrico					
GERAL						

27 – EXERCÍCIO PRÁTICO Nº 3

- Manter os grupos das práticas anteriores.

TESTE DE CONTINUIDADE UTILIZANDO MULTÍMETRO

- Cada participante deverá efetuar as medições solicitadas.

ⓐ DESLIGAR A ENERGIA DO LOCAL A SER EFETUADO O TESTE

ⓐ Regular o multímetro na unidade de resistência (Ω) com escala 200 que indica uma "sirene" e instalar as pontas de prova corretamente.

ⓐ Ligar o multímetro e encostar as pontas de prova uma na outra, sendo que ao ouvir o barulho de um "bip" significa que não existe abertura entre as pontas.

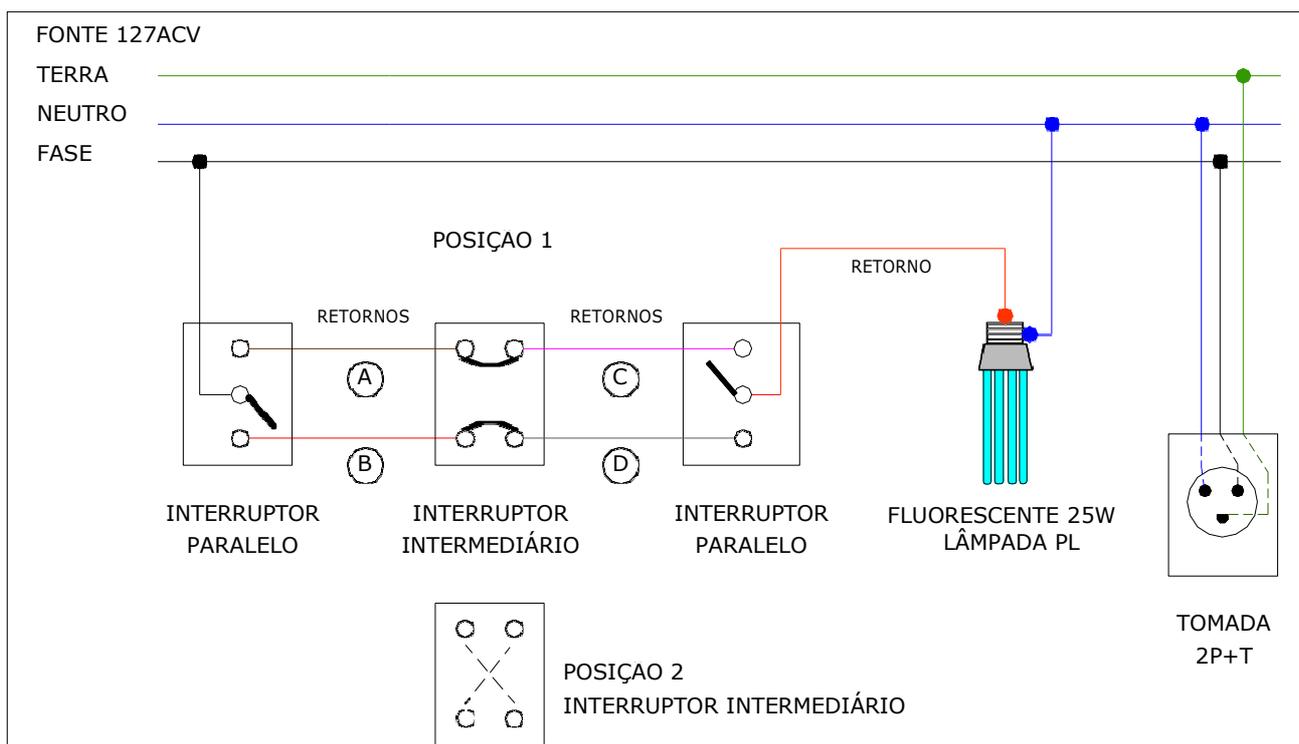
ⓐ Desta forma podemos efetuar testes dos bornes do interruptor intermediário para obter a certeza das posições de manobras indicadas nos diagramas.

OBSERVAÇÃO: Este teste é muito utilizado para verificar se o "caminho" para circulação da corrente está ou não impedido, facilitando a correção de defeitos diversos.

27.1 - OPÇÃO 127 Volts <<< Para OPÇÃO 220V seguir item 27.2 >>>

Acionamento de iluminação com interruptor intermediário

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.3
- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor intermediário para acionar a carga (lâmpada).
- Inserimos também uma tomada 2P+T (2 Pólos e Terra) padrão ABNT.
- Este circuito oferece a opção de instalar comandos da iluminação em vários locais, pois podemos instalar quantos intermediários forem necessários seguindo o mesmo critério de inserir entre os paralelos.



⊙ Energizar a bancada de testes.

⊙ Manobrar os interruptores efetuando medições de CORRENTE nos retornos A, B, C e D para verificar alteração das posições 1 e 2 do intermediário.

- Identificar a FASE e NEUTRO na tomada utilizando o borne TERRA como referência verificando se a ligação está correta (neutro do lado esquerdo).
- Efetuar medições com o multímetro e anotar os seguintes valores:

⊙ TOMADA:

Tensão entre fase e neutro _____ Volts

Tensão entre fase e terra _____ Volts (*semelhante fase e neutro*)

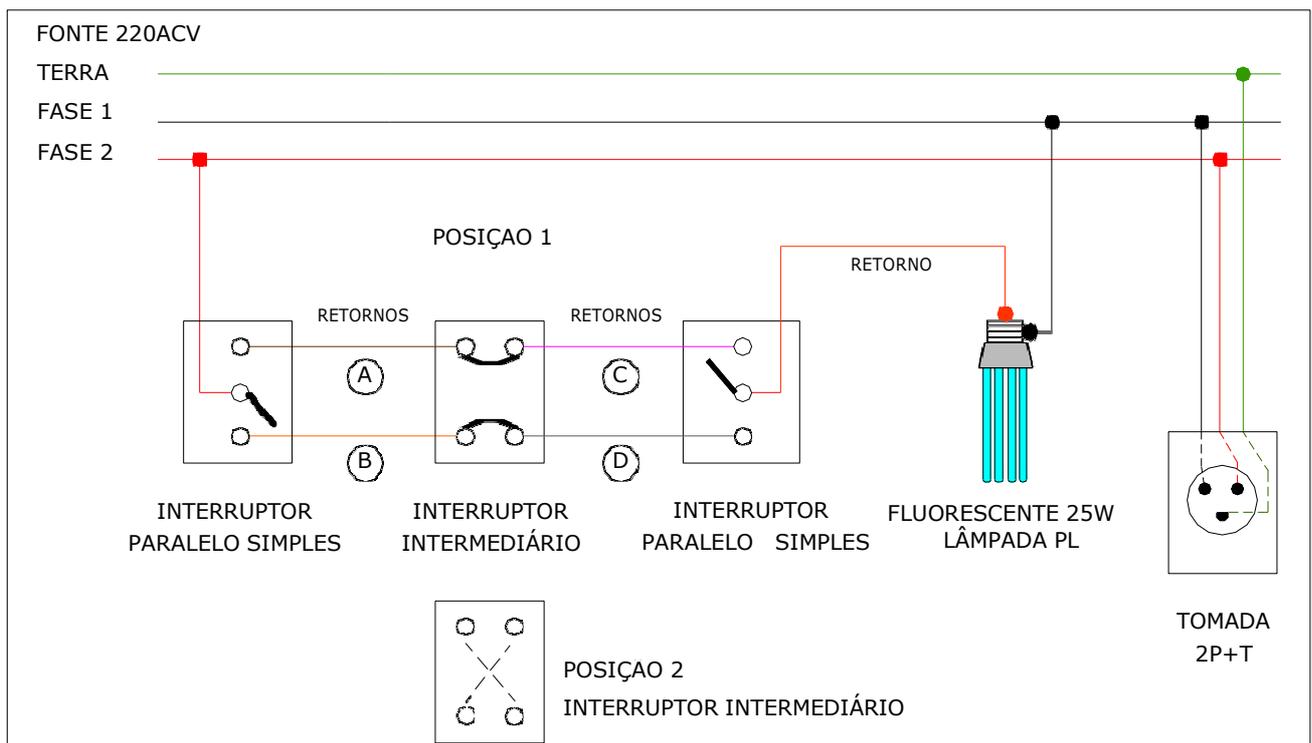
Tensão entre neutro e terra _____ Volts (*praticamente zero*)

<<< Seguir para o item 28 caso o exercício prático na opção 127V for executado >>>

27.2 - OPÇÃO 220 Volts

Acionamento de iluminação com interruptor intermediário

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.4
- Montando o circuito a seguir poderemos verificar o fluxo de corrente elétrica (I) comandado pelo interruptor intermediário para acionar a carga (lâmpada).
- Inserimos também uma tomada 2P+T (2 Pólos e Terra) padrão ABNT.
- Este circuito oferece a opção de instalar comandos da iluminação em vários locais, pois podemos instalar quantos intermediários forem necessários seguindo o mesmo critério de inserir entre interruptores paralelos simples.



- Ⓞ Energizar a bancada de testes.
- Ⓞ Manobrar os interruptores efetuando medições de CORRENTE nos retornos A, B, C e D para verificar alteração das posições 1 e 2 do intermediário.
- Identificar as FASES 1 e 2 na tomada utilizando o borne TERRA como referência verificando se a ligação está correta.
- Efetuar medições com o multímetro e anotar os seguintes valores:
 - Ⓞ TOMADA:
 - Tensão entre fases 1 e 2 _____ Volts
 - Tensão entre fase 1 e terra _____ Volts
 - Tensão entre fase 2 e terra _____ Volts (*deve ser semelhante a anterior*)

28 – DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

28.1 – FORMAÇÃO DOS “RAIOS”

O raio é uma descarga elétrica visível que ocorre em áreas da atmosfera altamente carregadas de eletricidade, associando-se à nuvem de tempestade, composta de nuvens menores ou células onde a tensão elétrica pode chegar em 100 milhões de volts acima do potencial da terra.

Ocorre um relâmpago ou raio quando a diferença de potencial entre a nuvem e a superfície da Terra ou entre duas nuvens for suficiente para ionizar o ar. Os átomos do ar perdem alguns de seus elétrons e tem início uma corrente elétrica (descarga).

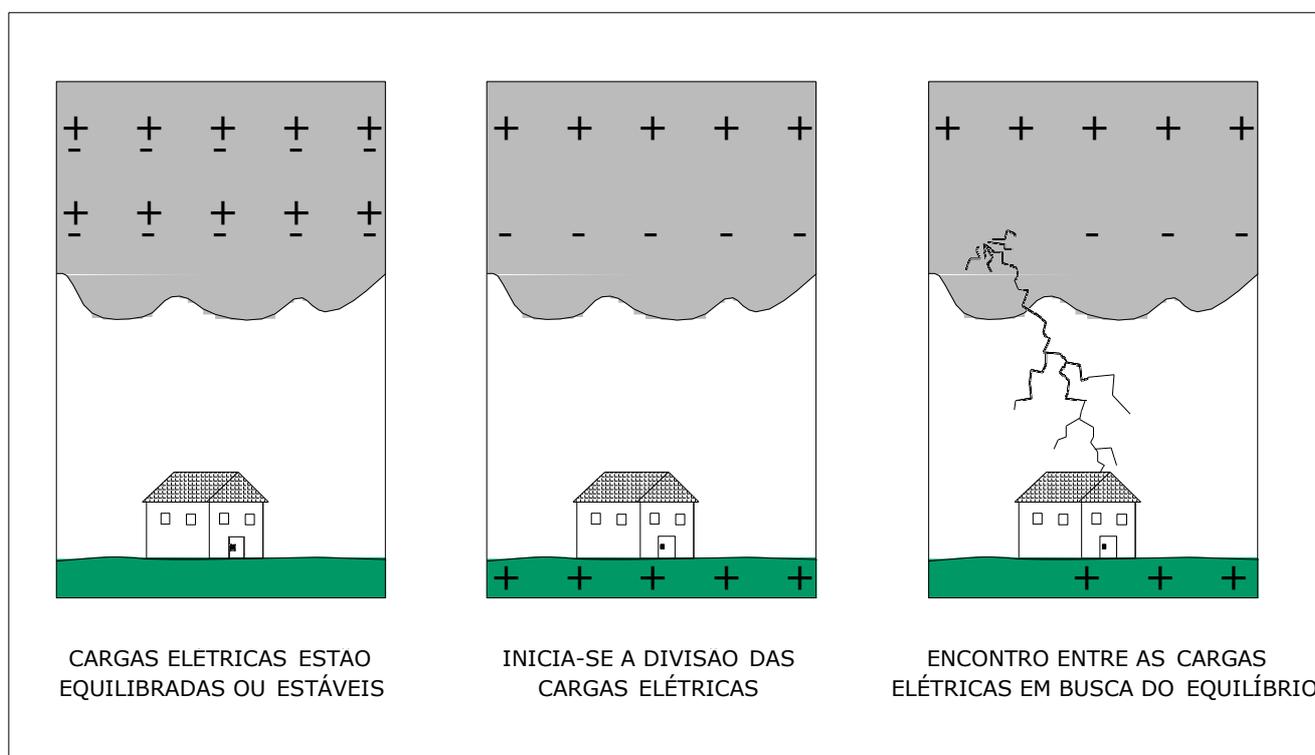


Figura – Modelo clássico de descarga atmosférica

Mais de 90% dos raios que atingem a Terra transportam carga negativa, ramificando-se e alcançando o solo em milésimos de segundo. Quando um dos ramos chega a uns cem metros da superfície, ocorre a descarga em sentido contrário (da Terra para a nuvem).

Disso resulta o choque de retorno com um pulso muito elevado de corrente elétrica. Em alguns instantes a carga negativa dispersa-se pelo solo.

28.2 - PÁRA-RAIOS

O norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790) era um autodidata. Aprendeu Física lendo os trabalhos de Newton, nunca estudou em universidade, tendo completado apenas o curso primário. Ele construiu o primeiro pára-raios em 1752.

Esta invenção foi comemorada, mas naquela época a Igreja Católica condenou como sendo a "Invenção do diabo": Pois só poderia ser tentação do demônio impedir que o castigo divino caísse sobre o mundo...

Desde a invenção não houve consenso entre os cientistas sobre a melhor forma de construir o pára-raios. Os códigos modernos de proteção contra raios raramente recomendam hastes verticais, mas sugerem condutores horizontais através das cumeeiras dos telhados, ao longo das partes vulneráveis da estrutura, com espaçamento regular sobre tetos planos.

Desta forma, um ou mais fios-terra são puxados dessa rede de condutores horizontais, evitando-se a formação das espirais que possam provocar centelhas. Em função da curta duração da corrente do raio, o aquecimento do fio-terra não é significativo.



Figura – Descarga atmosférica (Foto: Charles Allison)

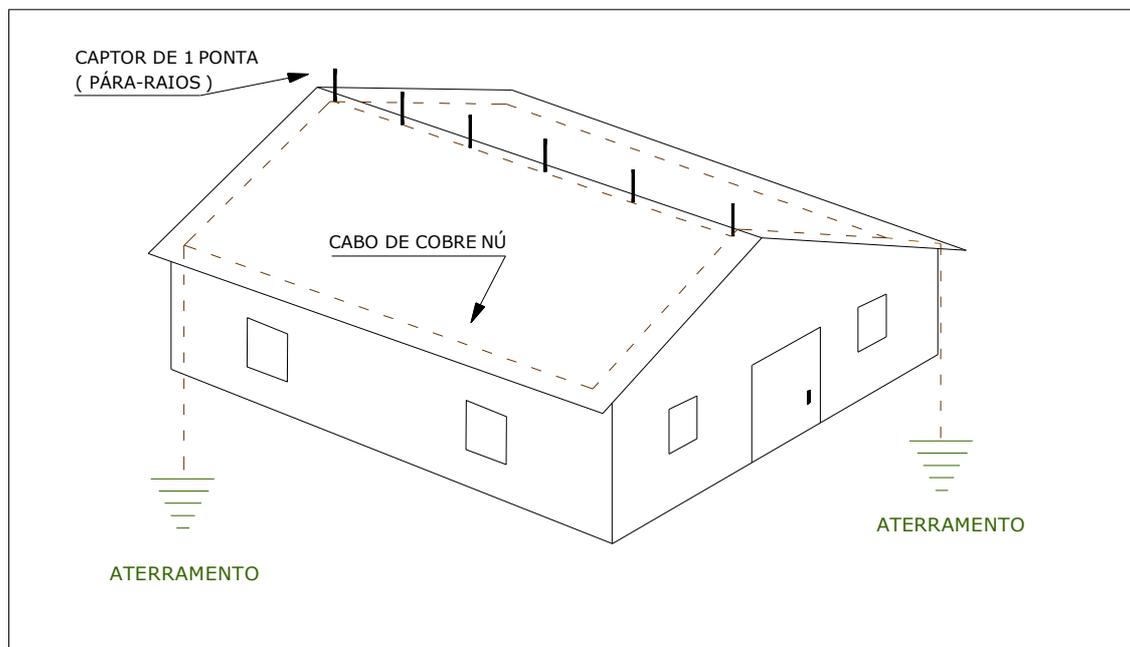


Figura – Modelo simplificado da instalação de pára-raios (Gaiola de Faraday)

O sistema mais utilizado consiste de forma simplificada, na interligação de vários captosres de 1 ponta espaçados na região mais alta da edificação, condutores de cobre nú apoiados em isoladores adequados e hastes cobreadas visando baixa condutividade em relação à terra.

Outras precauções são necessárias como reduzir a resistência do sistema de aterramento para minimizar as voltagens da descarga e utilizar condutores adequados conforme o grau de risco da instalação a ser protegida seguindo sempre as orientações da Norma NBR-5419.

Embora os pára-raios não protejam totalmente, a sua utilização nos últimos dois séculos tem diminuído consideravelmente os acidentes por raios.

29 – ELETRIFICAÇÃO DE CERCAS

29.1 – CERCA ELETRIFICADA POR EQUIPAMENTO

Basicamente o equipamento a ser instalado para eletrificação de cercas deverá prover choque pulsativo em corrente contínua adequado a uma amperagem que não seja mortal, dentro dos seguintes limites:

- a) Tensão: 8.000V (oito mil Volts).
- b) Corrente: 2mA (dois mili/Ampéres).
- c) Energia do pulso: no máximo 5,0 joules.
- d) Duração do pulso: 0,4 m/seg. (mili/segundos).
- e) Intervalo entre pulso: 1,25 segundos.

Deve-se instalar placas de advertência em locais visíveis, inclusive com símbolo de caveira, contendo informações que alertem sobre o perigo iminente.

A manutenção do sistema deverá ser realizada a cada 2 anos de sua instalação.

A instalação de cerca eletrificada deve atender as exigências da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, verificando atentamente a procedência e o manual do equipamento a ser utilizado.

29.2 – CERCA ELETRIFICADA POR CONTATO INDIRETO

Em outra situação, de modo geral as redes elétricas aéreas oferecem vários riscos de segurança a respeito de contatos indesejados causando curto-circuito.

Estas redes elétricas passando sobre cercas metálicas (arame farpado, alambrado, etc) podem induzir corrente elétrica sobre elas ou até mesmo um dos condutores poderá arrebentar e cair sobre a cerca.

Até mesmo as descargas atmosféricas (raios) poderão eletrificar estas cercas.

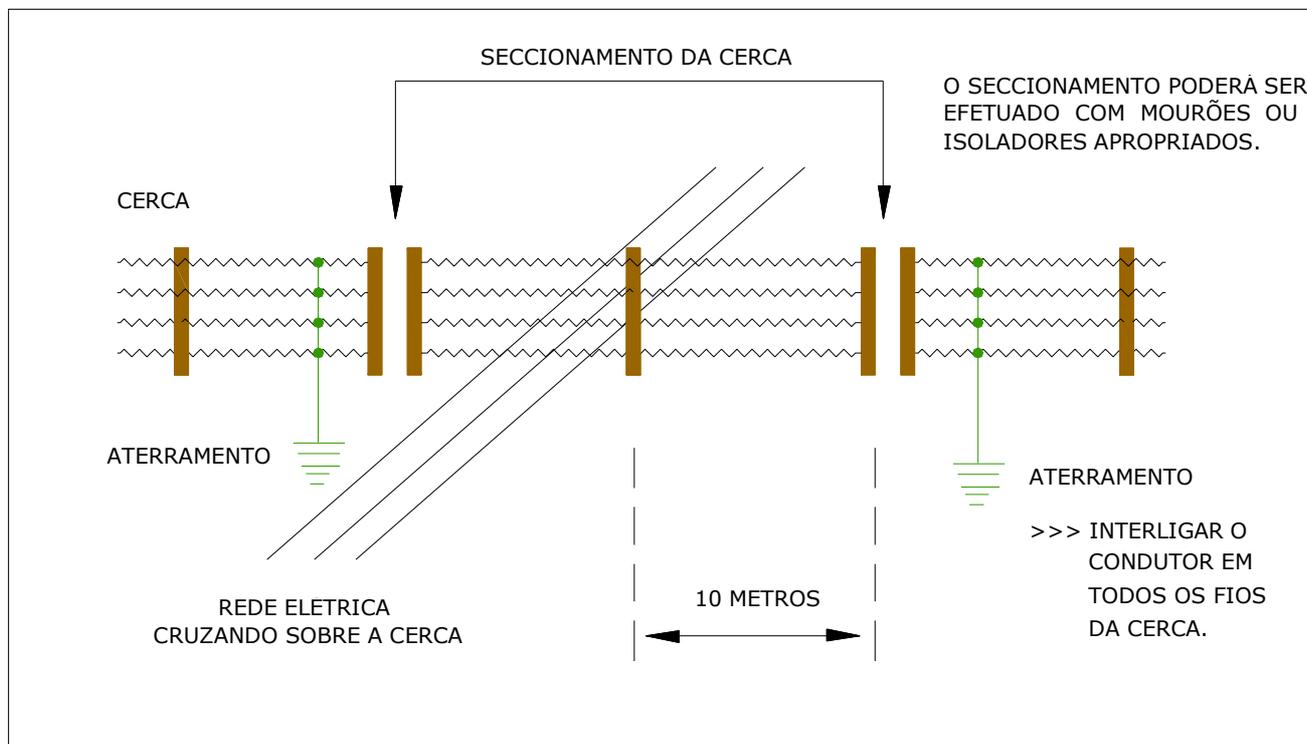


Figura – Modelo para seccionamento e aterramento de cercas

Para prevenir acidentes e aumentar o nível de proteção, devemos seccionar a cerca aproximadamente 10 metros de cada lado do cruzamento com a rede elétrica e aterrar os trechos das cercas isoladas. Em cercas longas, deve-se seccionar e aterrar a cada 200m.

30 – RELÉ DE ACIONAMENTO FOTOELETRÔNICO

Conhecido também como relé fotocélula, este dispositivo é dotado de componentes eletrônicos que se resumem na função de "interruptor simples", pois seu sensor aciona o circuito na falta de luz ou desliga quando recebe luz direta.

Normalmente é utilizado para ligar lâmpadas durante a noite e desligar ao amanhecer automaticamente.

A potência máxima que suporta é de 1000W.

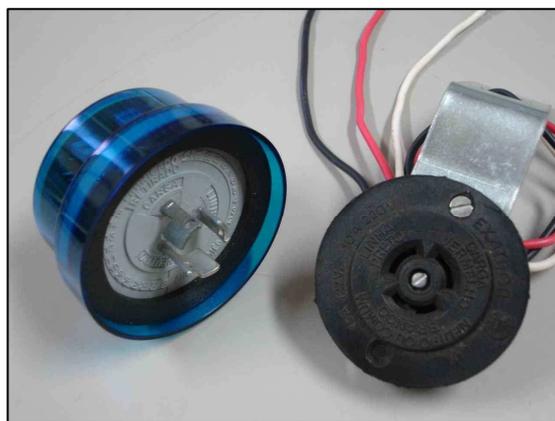


Figura – Relé fotocélula (Fonte: Cemirim)

Acima desta potência é necessário este relé acionar um contator para suportar a carga.

31 – MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

31.1 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Periodicamente as instalações elétricas devem sofrer uma inspeção com objetivo de encontrar irregularidades que possam comprometer o bom funcionamento do sistema elétrico existente.

Assim, a execução dos serviços de reparo poderão ser programados com antecedência. Esta atitude retorna em benefícios aos equipamentos e usuários.

31.2 - MANUTENÇÃO CORRETIVA

Ocorre quando os serviços de reparo em caráter de EMERGÊNCIA são inevitáveis, podendo causar prejuízos, transtornos e acidentes desnecessários.

Portanto devemos sempre efetuar a manutenção preventiva.

32 – PREVENÇÃO DE ACIDENTES E INCÊNDIOS

ANTES DE INSTALAR QUALQUER EQUIPAMENTO

- Ⓞ Verifique se o circuito elétrico existente comporta a nova carga a ser instalada.
Os condutores, proteções e demais componentes estarão comprometidos caso seja inserido uma carga de forma irregular no sistema elétrico.
- Ⓞ Esteja atento para seguir as informações contidas no manual do equipamento.
- Ⓞ Não instale cargas diversas em circuitos de iluminação.

ANTES DE LIGAR QUALQUER EQUIPAMENTO

- Ⓞ Esteja atento para as tensões disponíveis na rede elétrica (127V, 220V, 380V, ...) adequando os produtos antes da instalação.
- Ⓞ Sempre que for possível, verifique antecipadamente a existência de possíveis flutuações de tensão na rede elétrica, pois podem trazer conseqüências desagradáveis.
Quase todos os equipamentos eletro-eletrônicos como os demais itens de um sistema elétrico se prejudicam ao serem expostos a tensões que variam constantemente.

CUIDADOS PESSOAIS

No momento de instalar produtos num sistema elétrico, **FIQUE ALERTA:**

- Desligue os disjuntores ou fusíveis do circuito pertinente antes da instalação.
- Proteja-se com calçados de sola de borracha evitando fazer o serviço de pés descalços, principalmente em piso úmido.
- Verifique cuidadosamente se a instalação está correta para eliminar o risco de ocorrer *choques elétricos e curtos circuitos* quando a energia for ligada novamente.

OBSERVAÇÕES

- Na religação da energia após “apagão” existe o risco de uma sobrecarga momentânea no retorno do fluxo elétrico que pode danificar os aparelhos eletro-eletrônicos.
Retire da tomada todo aparelho que for possível até que a energia seja restabelecida, mantendo apenas um ponto de iluminação com a chave ligada para verificação.
- Jamais substitua fusíveis queimados por qualquer objeto de metal.

ATENÇÃO



Em caso de incêndio procure manter a calma e eliminar o fogo no seu início com extintores adequados.

Os extintores da classe C (CO₂ e pó químico) são ideais no combate a incêndios com eletricidade.

O extintor carregado com pó químico poderá danificar os equipamentos.

Procure sempre verificar a classe de uso dos extintores de incêndio em seu ambiente de trabalho.

Figura – Extintor de incêndio com carga de dióxido de carbono - CO₂ (Fonte: Cemirim)

33 – PRIMEIROS SOCORROS

A princípio, todos os cuidados são necessários:

- Fique longe dos fios e equipamentos da rede elétrica.
- Não suba nem pendure objetos em torres e postes.
- Não entre em subestações de energia.
- Não arremesse objetos em equipamentos da rede elétrica da Concessionária de energia elétrica.
- Evite circular com veículos e objetos que possam entrar no raio de ação da rede elétrica, pois dependendo do nível de tensão o choque elétrico pode ocorrer pela indução eletromagnética sem contato direto com os condutores.
- Não desça imediatamente de um veículo caso um condutor partido da rede elétrica cair sobre ele.

Nesta situação deve-se pular com os dois pés juntos o mais longe possível do veículo e avisar imediatamente a Concessionária de energia elétrica local.

O QUE FAZER EM CASO DE CHOQUE ELÉTRICO



✓ Providencie socorro imediatamente.

✓ Em caso de acidente envolvendo eletricidade atue rapidamente, pois os primeiros três minutos após o choque elétrico são vitais para o acidentado.

A - Não toque na pessoa acidentada sem ter certeza de que ela não está em contato direto com instalações elétricas energizadas.

B - Em caso de acidente nas instalações internas, **desligue a energia**, tomada ou disjuntor de proteção.

C - Em caso de acidente elétrico na rede externa, chame de imediato a Concessionária de energia local.

D - Caso não seja possível desligar a energia, afaste a vítima da instalação elétrica utilizando material isolante e seco, como por exemplo um cabo de vassoura, jornal dobrado, vara ou ramo seco de árvores, cano plástico, corda, etc.



E - Se for necessário transportar a vítima, tome muito cuidado para não agravar eventuais lesões já existentes; a exemplo de contusões na coluna vertebral, motivadas por queda do acidentado.

O QUE FAZER QUANDO O ACIDENTADO NÃO ESTIVER RESPIRANDO



A - Afrouxe as roupas da vítima, principalmente em volta do pescoço, peito e cintura.

B - Verifique se há qualquer coisa ou objeto obstruindo a boca ou a garganta do acidentado, como por exemplo, dentadura, balas, etc. Desenrole a língua, se necessário, para evitar asfixia.

C - Coloque o acidentado deitado com as costas apoiadas no chão (ou superfície plana e resistente). Levante o pescoço da vítima com uma das mãos e incline a cabeça para trás, mantendo-a nesta posição.



D - Puxe o queixo do acidentado para cima para língua não impedir passagem de ar.

E - Feche as narinas do acidentado usando o polegar e o indicador. Coloque sua boca com firmeza sobre a boca do acidentado e sopre com força até notar que o peito do acidentado está se elevando.

F - Deixe a vítima expirar o ar livremente.

G - Repita esta seqüência 15 vezes por minuto (aproximadamente uma vez a cada 4 segundos).

SE NÃO PERCEBER BATIMENTOS DO CORAÇÃO DO ACIDENTADO

Complemente o socorro prestado com massagem cardíaca, conforme abaixo:

A - Coloque as mãos sobrepostas sobre o peito do acidentado e faça pressão com força, mantendo os braços esticados e usando seu próprio peso para pressionar.



B - Repita esta operação 60 vezes por minuto.

C - Caso tenha que fazer massagem cardíaca e respiração boca a boca ao mesmo tempo sem o auxílio de outra pessoa, faça 15 pressões no peito para cada duas respirações.

D - Se o socorro for feito em dupla, faça uma respiração a cada cinco pressões no coração.



EXERCÍCIOS DE REVISÃO

Marque a resposta correta como sendo sua opinião sobre as seguintes questões:

A) Durante uma tempestade recomenda-se manter os equipamentos elétricos ligados ?

[] Sim [] Não, o correto é _____

B) A baixa resistência do sistema de aterramento contribui no desempenho do pára-raios ?

[] Sim [] Não, o correto é _____

C) Em um cruzamento da rede elétrica com cerca de arame farpado precisamos apenas seccionar a cerca com dois mourões.

[] Correto [] Errado, o correto é _____

D) Quando um disjuntor desliga automaticamente ou um fusível queima, basta apenas rearmar o disjuntor ou substituir o fusível imediatamente.

[] Correto [] Errado, o correto é _____

E) Posso utilizar um extintor de CO₂ no combate de incêndio em equipamento elétrico.

[] Correto [] Errado, o correto é _____

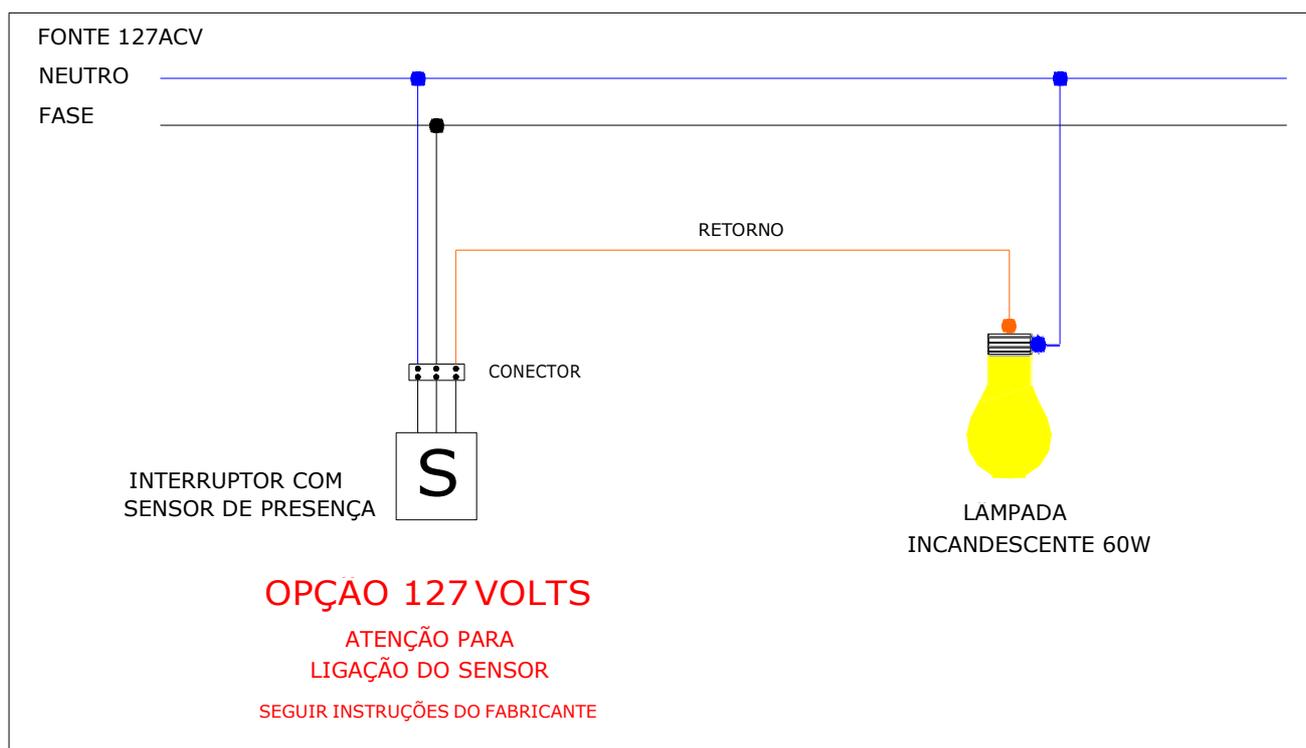
34 – EXERCÍCIO PRÁTICO N° 4

- Manter os grupos da prática anterior.

34.1 - Acionamento automático de iluminação através de sensor de presença

OPÇÃO 127 Volts <<< Para OPÇÃO 220V seguir item 34.2 >>>

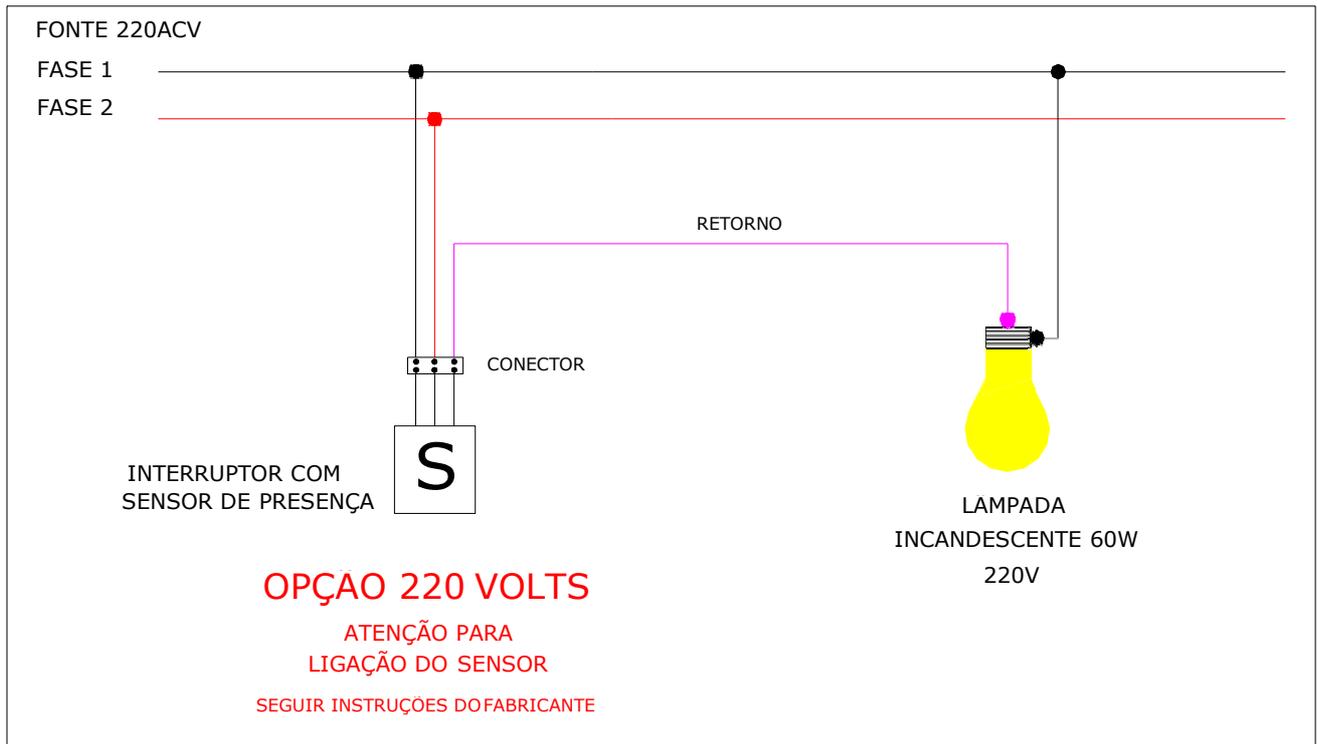
- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.3



34.2 - Acionamento automático de iluminação através de sensor de presença

OPÇÃO 220 Volts

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.4

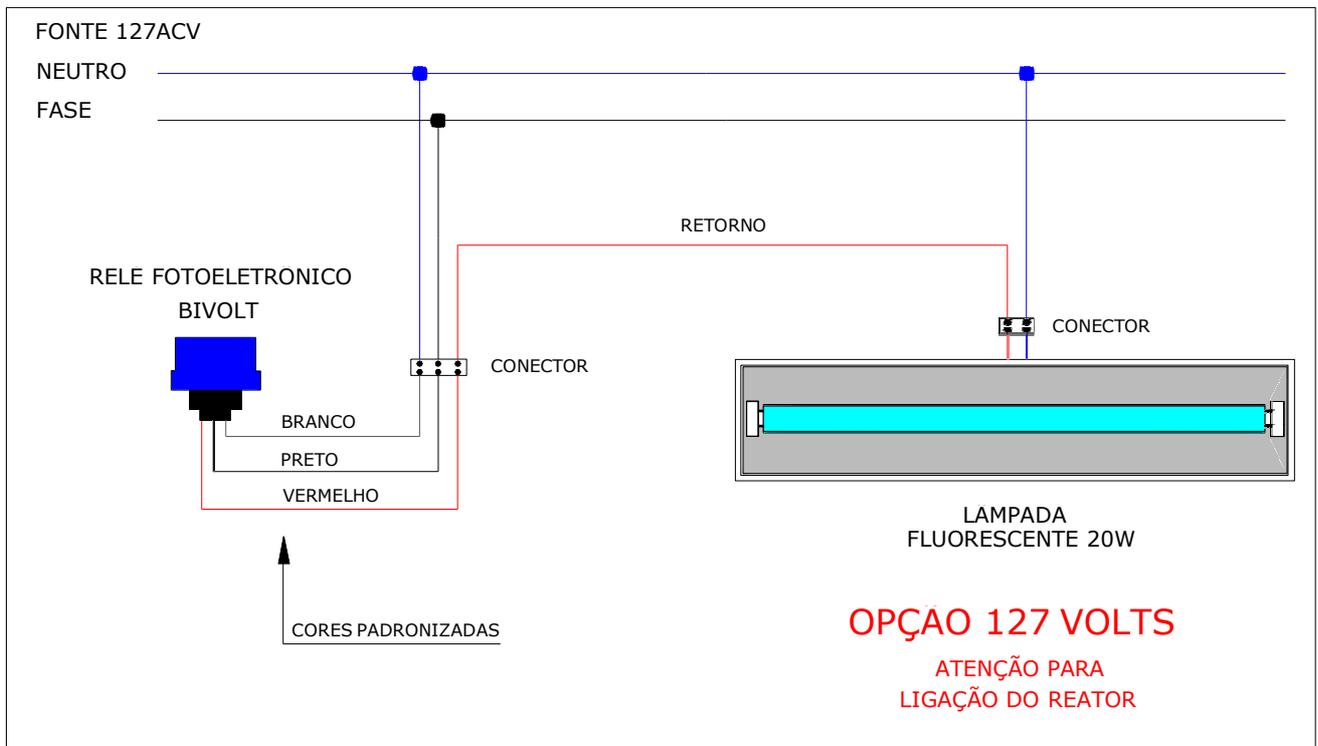


34.3 - Acionamento automático de iluminação através de relé fotoeletrônico

- O modelo de relé a ser utilizado neste exercício é do tipo bivolt, portanto para outros modelos será necessário observar atentamente as informações do fabricante.

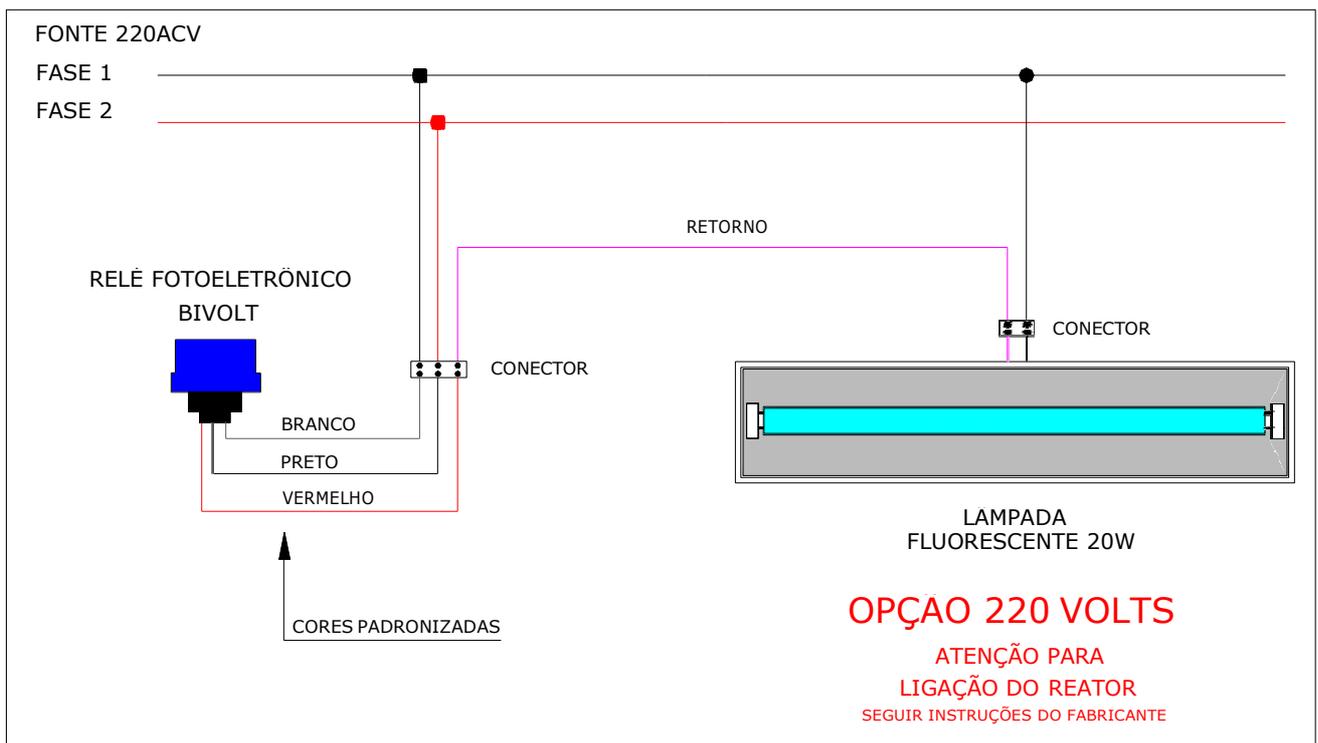
OPÇÃO 127 Volts

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.3



OPÇÃO 220 Volts

- Seguir o modelo de montagem no desenho anexo nº 35.4



35 – ANEXOS

35.1 – TABELA PARA AUXÍLIO DE CÁLCULO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE, PROTEÇÃO E ELETRODUTO				
Condutores de cobre isolado para 750V NBR 6148 ABNT - isolação PVC 70°C		Proteção máxima DISJUNTOR	Eletroduto (até 3 condutores isolados)	
Seção mm ² (Bitola)	Corrente máxima (Ampères)		Milímetros	Polegadas
0,5	6	5	15	1/2
0,75	9	5		
1	12	10		
1,5	15,5	15		
2,5	21	20		
4	28	25	20	3/4
6	36	35		
10	50	50	25	1
16	68	60	32	1.1/4
25	89	80		
35	111	100	40	1.1/2
50	134	125	50	2
70	171	150		
95	207	200	60	2.1/2
120	239	225		
150	272	250	75	3
185	310	300	100	4
240	364	350		
300	419	400		
400	502	500	150	6
500	578	550		

OBSERVAÇÕES:

1) Nunca utilize condutor com capacidade menor do que a corrente calculada no seu circuito.

2) Instale disjuntores sempre de uma única tecla, sendo:

1 fase >>> unipolar.

2 fases >>> bipolar.

3 fases >>> tripolar.

35.2 – TABELA PARA CONVERSÕES DE ALGUMAS GRANDEZAS

CONVERSÕES ÚTEIS



Multiplicar os valores neste sentido

MULTIPLICAR VALOR EM	POR	PARA CONVERTER EM
BTU	0,2930	WATT
CV	0,7355	KW
CV	0,9863	HP
KW	1,3410	HP
METRO	39,370	POLEGADA
METRO	3,2810	PÉS
CENTÍMETRO	0,3937	POLEGADA
PARA CONVERTER EM	POR	DIVIDIR VALOREM

Dividir os valores neste sentido

