

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Projeto de Engenharia Elétrica

Arimatéia Araújo Nunes
Matrícula: 20621672

Campina Grande, março de 2009.

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

**Aperfeiçoamento do Material Didático
do Laboratório de Instalações Elétricas**

Projeto apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador:
Professor Tarso Vilela Ferreira, M. Sc.

Campina Grande, março de 2009.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Estrutura do LabIE	1
1.2 – Objetivos	5
1.3 – Motivação	6
2 – MÉTODOS.....	6
2.1 – Detalhamento das Atividades do Guia de Instalações Industriais	8
2.1.1 – Guia QCSD	8
2.1.2 – Motor Trifásico com Ciclo Perpétuo.....	8
2.1.3 – Redesenho de Todas as Figuras	9
2.1.4 – Adendos sobre Motores	9
2.1.5 – Chave Faca	10
2.1.6 – Contactor	10
2.1.7 – Disjuntores.....	10
2.1.8 – Outros Adendos.....	10
2.2 – Detalhamento das Atividades do Guia de Instalações Prediais.....	11
2.2.1 – Redesenho de Todas as Figuras	11
2.2.2 – Outro Adendos	11
2.3 – Revisão Bibliográfica.....	11
2.4 – Material do Laboratório	13
3 – RESULTADOS	14
4 – CONCLUSÕES.....	14
ANEXO A	
Guia de instalações Industriais	
ANEXO B	
Guia de instalações Industriais	
ANEXO C	
Diagrama QCSD	

1 – INTRODUÇÃO

Dentre as disciplinas obrigatórias no curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), existe a disciplina de Laboratório de Instalações Elétricas (LabIE).

A disciplina é de extrema importância porque é nela que a maioria dos alunos tem seu primeiro contato com alguns equipamentos cujo conhecimento e capacidade de operação deve permear todos os engenheiros eletricitas: disjuntores, contactores, temporizados, lâmpadas de descargas, motor freios, etc. Nesta disciplina, os alunos do curso têm a oportunidade de aprender a fazer acionamento de lâmpadas incandescentes e de descargas, a utilizarem os interruptores prediais simples, *three-way* e *four-way*, dentre outras atividades. Muitos alunos se deparam com estes equipamentos pela primeira vez na vida, durante este curso. Além disso, os alunos aprendem a fazer ligações em motores, em diversas configurações da partida através da lógica do circuito de comando. Como este artifício é muito utilizado na indústria, prepara o aluno para o mercado de trabalho, juntamente com as outras noções passadas durante o curso.

Este projeto destina-se a aperfeiçoar os guias utilizados na disciplina “Laboratório de Instalações Elétricas”. Foram feitas revisões nos guias de instalações prediais e industriais, como também a elaboração dos guias referentes ao Quadro de Comando de Simulações de Defeitos (QCSD) fabricado pela WEG.

As primeiras edições do guia de instalações elétricas industriais e do guia de instalações elétricas prediais foram escritas pelo Professor Edson Guedes da Costa¹ e por Ronimack Trajano de Souza², tendo suas últimas revisões feitas em janeiro de 2003 e janeiro de 2004, respectivamente.

1.1 – Estrutura do LabIE

Fisicamente, o laboratório de instalações elétricas é composto por seis bancadas de montagem industriais, dois quadros de defeitos industriais e seis de cabines simuladoras de instalações prediais.

¹ Edson Guedes da Costa é professor do Grupo de Sistemas Elétricos do DEE/UFCG.

² Ronimack Trajano de Souza foi pós-graduando no DEE/UFCG, e atualmente é engenheiro da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Dentre as bancadas industriais, quatro foram fabricadas pela WEG e operam com tensão de 220 V entre fases. As duas outras bancadas foram desenvolvidas no próprio laboratório, e operam com tensão de 380 V entre fases. Em termos variedade de montagens, as bancadas são equivalentes.

As bancadas fabricadas pela WEG possuem estrutura de aço e são compostas por diversos equipamentos, todos fabricados pela própria WEG, dentre eles:

1. Contactores;
2. Porta fusíveis;
3. Chaves mecânicas;
4. Relé de sobrecarga;
5. Temporizadores;
6. Sinalizadores;
7. Botoeiras NF e NA;
8. Botoeiras NF e NA simultâneas;
9. Motores;
 - 1.1. Motor freio;
 - 1.2. Motor trifásico;
 - 1.3. Motor monofásico;
10. Entre outros.

Na Figura 1 pode-se observar uma foto de uma das bancadas fabricada pela WEG.



(a)



(b)

Figura 1. Fotografia da bancada fabricada pela WEG

- Painel de conexões. (b) Motores.

As bancadas fabricadas pelo laboratório são de madeira e contêm diversos equipamentos de diversas marcas como Telemecanique, Altus e Eberle, dentre outras. Dentre os equipamentos das bancadas do laboratório, estão:

11. Contactores;
12. Porta fusíveis;
13. Chaves mecânicas;
14. Relés de sobrecarga;
15. Temporizadores;
16. Sinalizadores;
17. Botoeiras NF e NA;
18. Botoeiras NF e NA simultâneas;
19. Relés falta de fase;
20. Entre outros.

Na Figura 2 pode-se observar uma foto de uma das bancadas fabricadas no próprio GSE.



Figura 2. Fotografia da bancada fabricada no GSE.

Além destas bancadas, existem vários motores que estão à disposição dos alunos para a realização das montagens:

- Motores trifásicos (380/660 V) com 6 terminais;
- Motores trifásicos (220/380 V) com 6 terminais;
- Motores Trifásicos (220/380/440/760V), para ligação série- paralela;
- Motores monofásicos (220 V) com 3, 4 ou 6 terminais;
- Entre outros.

Na Figura 3 pode-se observar uma foto dos motores disponíveis.



Figura 3. Fotografia dos Motores Eberle disponíveis no laboratório.

No laboratório existem também dois quadros simuladores de defeitos em acionamento de motores. O primeiro, produzido no GSE e plenamente documentado, simula 25 defeitos diferentes, possui guia de atividades elaborado e é utilizado há alguns anos pelos alunos. O segundo QCSD, de fabricação da WEG, ainda não estava sendo utilizado pelos alunos devido a falta de um guia específico para a disciplina. Tal QCSD contém um sistema completo composto por um motor de indução trifásico. Ele utiliza os tipos de ligações partida direta, partida direta com reversão do sentido de rotação e partida estrela-triângulo, além de um painel com 24 chaves para simulação de defeitos. Ambos os quadros visam simular panes em quadros de comando de motores, desenvolvendo no aluno a capacidade de racionalização, analisando eventuais causas de defeitos em esquemas elétricos, antes de qualquer ação na instalação.

Para a realização das montagens do guia de instalações prediais, existem seis cabines para fazer de simulação de instalações elétricas, contendo eletrodutos e caixas de passagem. O laboratório ainda dispõe dos seguintes equipamentos:

- Campainhas;
- Fotocélulas;
- Interruptores de campainha;
- Interruptores four-way;
- Interruptores simples;
- Interruptores three-way;
- Lâmpadas fluorescentes;
- Lâmpadas incandescentes;
- Reatores comuns e eletrônicos;
- Starter;
- Tomada universal;
- Receptáculos ou soquetes E-27;
- Cabos guia;

- Interruptores de uma seção conjugado com uma tomada;
- Interruptores de duas seções;
- Interruptores de duas seções conjugado com uma tomada;
- Entre outros.

Na Figura 4 pode-se observar uma das cabines de instalações elétricas prediais com uma montagem parcialmente concluída.



Figura 4. Fotografia das cabines de instalações elétricas prediais.

Os guias utilizados no laboratório apresentavam algumas deficiências dificultando assim o entendimento do aluno. Entre essas deficiências, estavam:

- Explicação teórica que confundia alguns alunos, no sentido do uso de alguns equipamentos utilizados;
- Figuras com pouca qualidade dificultando a visualização;
- Montagens presentes nos guias, mas consideradas desnecessárias no sentido da construção do conhecimento;
- Montagens consideradas importantes, que não estavam presentes nos guias.

Nos demais tópicos serão mostradas as ferramentas utilizadas neste projeto, a bibliografia utilizada, os resultados obtidos e por fim, as conclusões.

1.2 – Objetivos

Este projeto teve como objetivo geral aperfeiçoar os guias de instalações prediais e industriais. Destacam-se como objetivos específicos:

a) Elaborar diagramas de força e de comando do Quadro de Comando de Simulações de Defeitos (QCSD) da WEG.

Para tanto, foi realizada uma simplificação do circuito (o qual pode ser visto no ANEXO C), seguida do redesenho do diagrama. Esta simplificação teve como objetivo facilitar a compreensão por parte dos alunos, visto que a metodologia empregada nos diagramas pela WEG era diferente da adotada pelos diagramas dos demais guias da disciplina.

b) Aperfeiçoar a parte experimental, formulando o roteiro experimental do diagrama de força e de comando do QCSD produzido pela WEG.

Esta etapa teve como objetivo específico adicionar e aperfeiçoar o conteúdo teórico presente nas apostilas da disciplina do LabIE, visando uma melhor compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.

c) Implementar uma nova diagramação dos textos dos guias.

A nova diagramação visou aumentar o volume de informação, e ao mesmo tempo reduzir o número de páginas dos guias, bem como prover a melhoria da qualidade gráfica das figuras presentes nos guias.

1.3 – Motivação

O principal motivo deste projeto foi facilitar a compreensão do conteúdo da disciplina por parte dos alunos. O entendimento do funcionamento de alguns equipamentos requeria a adição de algumas figuras, além de embasamento teórico mais abrangente.

Além disso, era necessária a confecção de um guia para o QCSD WEG. O guia deverá ser contextualizado com os demais, guardando a padronização de diagramas e figuras. Assim, um equipamento em boas condições de uso que também oferece ótimas alternativas de aprendizagem poderá ser utilizado pelos alunos.

2 – MÉTODOS

O projeto iniciou após ser feita uma análise quanto à qualidade dos guias utilizados. Percebeu-se que havia fatores que poderiam ser melhorados para que os

alunos do LabIE tivessem um melhor aproveitamento da disciplina. O Projeto foi executado conforme as etapas apresentadas a seguir:

1. Estudo da fundamentação de máquinas elétricas.
2. Estudo da fundamentação de sistemas elétricos.
3. Estudo da fundamentação de instalações elétricas.
4. Estudo do Quadro de Comando Simulador de Defeitos (QCSD).
5. Revisão do diagrama de força e comando do QCSD.
6. Simplificação dos diagramas de força e comando, através da retirada das chaves NF inibidoras que eram transparentes para os alunos, podendo assim ser retiradas, o que simplifica o circuito do ponto de vista do aluno.
7. Revisão do guia de Instalações Elétrica Prediais.
 - 7.1. Redesenho dos diagramas.
 - 7.2. Revisão ortográfica.
 - 7.3. Retirada de montagem desnecessária.
 - 7.4. Inserção da lista de materiais e ferramentas que os alunos deverão adquirir para realizarem as montagens.
 - 7.5. Rediagramação para facilitar leitura, minimizar páginas e uso reduzido de tinta para impressão.
8. Revisão do guia de Instalações Elétricas Industriais.
 - 8.1. Redesenho dos diagramas.
 - 8.2. Inserção de imagens de equipamentos.
 - 8.3. Revisão ortográfica.
 - 8.4. Inserção de montagem necessária.
 - 8.5. Inserção da lista de materiais que os alunos deverão adquirir para realizar as montagens.
 - 8.6. Rediagramação para facilitar leitura e minimizar páginas e uso reduzido de tinta para impressão.

9. Elaboração do Relatório Final.

A seguir serão descritos mais detalhadamente as etapas para a realização deste projeto.

2.1 – Detalhamento das Atividades do Guia de Instalações Industriais

2.1.1 – Guia QCSD WEG

Foi feita uma análise no quadro da WEG (QCSD) para melhor compreensão, permitindo a revisão dos seus diagramas de força e comando. Após esta análise foi feita uma bateria de simulações dos erros que o quadro poderia simular, com o intuito de verificar a ausência de erros nos diagramas de comando e força propostos no manual fornecido pelo fabricante. Depois de ter sido feita esta verificação, iniciou-se de fato a confecção de novos diagramas, já que os diagramas propostos anteriormente no guia da WEG seguiam padronização diferente dos demais diagramas apresentados na disciplina, dificultando o entendimento por parte dos alunos. Por fim, foram verificados os diagramas confeccionados através do software CorelDraw® X4, constatando assim a minimização de erros.

2.1.2 – Motor Trifásico com Ciclo Perpétuo

Uma nova montagem foi proposta para o guia de instalações industriais: motor trifásico com ciclo perpétuo. A intenção desta montagem é colocar um motor de indução trifásico em regime de trabalho cíclico (rotação/parada) por tempo indefinido, utilizando contactores e temporizadores. Assim, foram confeccionados o diagrama de força e o de comando. Em seguida, a montagem foi realizada no laboratório da disciplina com o intuito de verificar se haviam falhas. Uma vez que eventuais erros foram corrigidos, foi elaborada a lista de materiais e o texto explicativo, seguindo sempre o padrão adotado nas outras montagens.

2.1.3 – Redesenho de Todas as Figuras

O redesenho de todos os diagramas de força e comando das montagens do guia era necessário, como também das figuras do embasamento teórico, e através do software CorelDraw® X4 ele foi realizado. Estes diagramas foram refeitos com a finalidade de que o guia apenas tivesse figuras com maior qualidade. Além disso, as imagens no formato do CorelDraw® X4 permitem adições e modificações futuras com preservação da alta qualidade, o que não era possível ser realizado com as imagens existentes nas edições anteriores dos guias.

2.1.4 – Adendos sobre Motores

Para enriquecer ainda mais o guia de instalações industriais, foi inserida mais informações sobre motores, tanto sobre motores síncronos (que não existia) quanto de indução. Para motor síncrono, inseriram-se diversas informações e um diagrama estrutural. Para o motor de indução, foram inseridas informações quanto à partida e como se dá o fluxo magnético para movimentar o rotor. Como ilustração foi inserido um diagrama explodido.

Uma questão importante abordada foi a falta de informações sobre o motor freio. Assim inseriu-se uma figura mostrando esquematicamente o freio, como também um texto informativo sobre o funcionamento do motor e principalmente do eletroímã que o compõe.

Inseriu-se também uma explicação mais abrangente acerca do funcionamento do motor de duas velocidades (*Dahlander*).

O motor de indução monofásico, apesar de ser amplamente utilizado nas montagens, era pouco abordado no guia teórico. Assim, inseriram-se informações quanto a sua construção como também funcionamento. Com relação ao funcionamento, deu-se muita ênfase a partida, mostrando que o motor monofásico possui um campo magnético que se alterna, mas não é girante. Assim este motor não consegue, sem o uso de técnicas de partida, vencer a inércia de partida do rotor. Portanto, inseriram-se algumas das principais técnicas de partida do motor de indução monofásico.

2.1.5 – Chave Faca

Com relação ao item “chave de partida”, foi observado que o embasamento teórico além de ser suficiente para a compreensão por parte dos alunos, havia poucas modificações implementáveis. Assim, foi apenas necessário inserir uma imagem ilustrativa de uma chave faca, devido a pouca familiaridade dos alunos com este equipamento.

2.1.6 – Contactor

Um dos equipamentos que mais se detalhou foi o contactor. Inseriram-se informações sobre as principais partes construtivas e seu funcionamento. Foram colocadas no guia imagens de contactores, para que os alunos possam identificá-los no laboratório, e também uma figura que mostra a visão interna deste equipamento, visando facilitar o entendimento do funcionamento.

2.1.7 – Disjuntores

Foram inseridas informações sobre disjuntores, descrevendo-os e relacionando suas principais funções. Uma imagem da visão interna de um disjuntor também foi colocada no guia, para facilitar a compreensão. Três outras imagens foram inseridas, visando exemplificar os disjuntores unipolares, bipolares e tripolares.

2.1.8 – Outros Adendos

Foi inserido também um anexo contendo a lista dos materiais que os alunos teriam que adquirir para realizar as montagens. As últimas mudanças realizadas no guia de instalações industriais foram: a formatação de todo o guia seguindo como padrão o guia de fotometria³; a alteração do índice, no que diz respeito à estrutura dos tópicos e da numeração; e por fim a atualização das referências bibliográficas.

³ O guia de fotometria foi revisado em agosto de 2008 pelo professor da disciplina, Tarso Vilela Ferreira.

2.2 – Detalhamento das Atividades do Guia de Instalações Prediais

2.2.1 – Redesenho de Todas as Figuras

Neste guia, foram refeitas todas as figuras com o auxílio do CorelDraw® X4, visando melhorar sua apresentação. Além disso, as imagens no formato do CorelDraw® X4 permitem adições e modificações futuras com preservação da alta qualidade, o que não era possível ser realizado com as imagens existentes nas edições anteriores dos guias.

2.2.2 – Outros Adendos

Este guia também foi formatado seguindo como padrão o guia de fotometria. Nesta formatação, remanejaram-se as figuras, colocando-as lado a lado visando a economia de papel, quando impresso. Foi feita uma capa seguindo também o guia de fotometria como padrão. Depois foi iniciada a alteração do índice, no que diz respeito a estrutura dos tópicos e da numeração; e por fim a atualização das referências bibliográficas.

2.3 – Revisão Bibliográfica

Para a realização deste projeto fez-se uma pesquisa bibliográfica, visando inserir um volume de informações que fossem suficientes para uma melhor compreensão acerca do conteúdo visto na disciplina “Laboratório de Instalações Elétricas”.

Utilizou-se inicialmente para o guia de instalações industriais, o livro “Instalações Elétricas” de Hélio Creder (15ª edição, Rio de Janeiro-RJ, 2007). Neste livro foi possível ver as informações disponíveis acerca de contactores e disjuntores. Com base nesta mesma fonte bibliográfica, foram conferidos os esquemas de ligações dos equipamentos das montagens de instalações prediais.

Foi utilizado também o livro “Eletricidade Básica” de Van Valkenburgh, Nooger & Neville (5º volume, traduzido por Paulo João Mendes Cavalcanti, Rio de Janeiro-RJ, 1982). Este livro foi de grande ajuda na pesquisa de informações sobre motores síncronos e de indução. Transcreveu-se deste livro alguns trechos relacionados a

motores de indução monofásicos, mais especificamente algumas informações sobre os tipos de partida deste motor.

Acerca de contactores, coletou-se uma imagem da visão interna deste equipamento do “Módulo 3S, Coordenação de Partidas de Motores Elétricos”, Seminários Técnicos 2003, Engenheiros e Projetistas, Siemens, 2003.

Acessou-se o sítio da *Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação* (UNICAMP) disponível na internet via URL: <http://www.dsee.fee.unicamp.br/~sato/ET515/node86.html#SECTION007310000000000000>, de onde se transcreveu em fevereiro de 2009 informações acerca do motor síncrono.

Acessou-se também o sítio da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra disponível na internet via URL: <http://www.cefetsc.edu.br/~vnoll/Motores%20de%20Inducao.htm>, de onde capturou-se em fevereiro de 2009 informações acerca o motor de indução.

Foram feitas pesquisas também sobre o freio do motor freio, pois foi constatada certa deficiência no entendimento deste equipamento por parte dos alunos, assim acessou-se o sítio do Wikipédia disponível na internet via URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletro%C3%ADm%C3%A3>, de onde transcreveu-se informações em fevereiro de 2009 acerca do eletroímã.

Ainda no sítio do Wikipédia, fiz-se outra pesquisa sobre motor monofásico, as informações que se pesquisou está disponível na internet via URL: http://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_monof%C3%A1sico. Pesquisou-se principalmente sobre as formas de partida do motor monofásico. Esta pesquisa foi realizada em fevereiro de 2009.

Continuando no sítio do Wikipédia, fiz-se outra pesquisa acerca de disjuntores que está disponível na internet via URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Disjuntor>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

Precisava-se da imagem de uma chave faca, devido a pouca familiarização por parte de alguns alunos, então se acessou o sítio da empresa H.I.Fusi® e capturou-se uma imagem que está disponível na internet via URL: <http://www.hifusi.com.br/attachments/Image/chave%20tipo%20faca.jpg>. Esta Pesquisa foi realizada em fevereiro de 2009.

Para enriquecer o embasamento teórico acerca dos contactores, acessou-se o sítio da “Elétrica Básica” que está disponível na internet via URL:

<http://www.eletricabasica.kit.net/contatores.htm>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

Coletou-se três imagens que representavam os disjuntores unipolares, bipolares e tripolares do sítio da WEG que está disponível na internet via URL: <http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Automacao>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

2.4 – Material do Laboratório

O laboratório da disciplina foi usado para verificar o QCSD e para nova montagem do guia de instalações industriais, motor trifásico com ciclo perpétuo.

Para a verificação do Quando de Comando de Simulações de Defeitos da WEG, utilizou-se um multímetro para auxiliar nos testes. Estes testes eram feitos da seguinte forma: um dos erros era inserido (1 a 24), depois se tentou descobrir em qual diagrama de comando do motor estava o defeito, se na partida direta, na partida direta com reversão ou na partida estrela-triângulo. Em seguida, foi-se testando todos os trechos do diagrama em questão com o auxílio do multímetro, tentando descobrir se o defeito era um circuito aberto ou curto-circuito. Desta maneira, foram testados os 24 defeitos.

Para o teste do motor trifásico com clico perpétuo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Bancada do laboratório;
- 01 Motor trifásico (220/380 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botoeira NA;
- 01 Botoeira NF;
- 01 Relé temporizado (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé temporizado (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

Inicialmente foi montado o circuito de comando, para verificar a ausência de erros. Em seguida, montou-se o circuito de força, e então se energizou o motor verificando assim a ausência de erros nos circuitos.

3 – RESULTADOS

Os resultados deste trabalho podem ser vistos diretamente nos guias de instalações industriais e de instalações prediais anexados neste relatório, respectivamente nos Anexos A e B.

Para efeito de comparação das mudanças feitas nos guias, sugere-se a consulta do antigo guia de instalações elétricas industriais, disponível na internet⁴. Da mesma maneira, o antigo guia de instalações elétricas prediais encontra-se disponível⁵.

4 – CONCLUSÕES

Este projeto foi de grande valia para a disciplina “Laboratório de Instalações Elétricas”, tendo em vista o maior detalhamento feito nos guias bem como a utilização do Quadro de Comando de Simulações de Defeitos da WEG e da nova montagem proposta no guia de instalações industriais.

Para a realização deste trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca do assunto, detalhada anteriormente neste relatório e descritas no item “bibliografia” de cada um dos guias em anexo.

O projeto foi escolhido devido ao relacionamento do autor com a disciplina, na qual foi monitor por oito meses. Tal experiência trouxe conhecimento aprofundado acerca do método aplicado no LabIE, bem como permitiu o entendimento das dificuldades dos alunos e percepção de pontos fracos nas edições anteriores dos guias. Assim, a confecção dos guias por parte do autor apareceu como uma consequência natural, contribuindo para o ensino no curso, na forma de um recurso didático mais aperfeiçoado. Além disso, o trabalho proporcionou experiências novas em se tratando da vida acadêmica, agregando habilidades que certamente servirão em pesquisas futuras, no decorrer do mestrado.

⁴ <http://www.dee.ufcg.edu.br/~edson/downloads/Industriais.pdf>

⁵ <http://www.dee.ufcg.edu.br/~edson/downloads/GuiaPrediais.pdf>

Assim, espera-se que os próximos alunos ao lerem os guias produzidos, consigam obter mais facilmente o conhecimento acerca das montagens e dos equipamentos envolvidos.

ANEXO A

Guia de Instalações Elétricas

Industriais



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
Grupo de Sistemas Elétricos
Laboratório de Alta Tensão

LABORATÓRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Guia de Instalações Elétricas Industriais

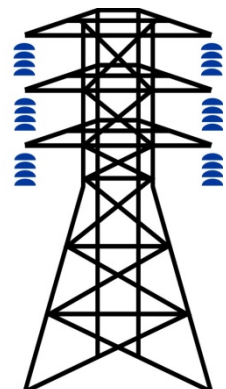
Autoria:

Edson Guedes da Costa
Ronimack Trajano de Souza

Revisão de Fevereiro de 2009:

Arimatêa Araújo Nunes
Tarso Vilela Ferreira

GSE
Grupo de Sistemas Elétricos



ÍNDICE

<u>1. MOTORES ELÉTRICOS</u>	5
1.1. Motor Síncrono.....	5
1.2. Motor de indução.....	5
1.2.1. Motor Elétrico Trifásico Motor Freio.....	7
1.2.2. Motor Elétrico Trifásico de dupla Velocidade - Dahlander.....	7
1.2.3. Motores Elétricos Trifásicos de Alto Rendimento.....	8
1.2.4. Motor de Indução Monofásico.....	8
1.2.4.1. Motor de Fase dividida.....	8
1.2.4.2. Motor com Capacitor de partida.....	8
1.2.4.3. Motor com capacitor de partida e capacitor de marcha.....	9
1.2.4.4. Motor com capacitor permanente.....	9
1.2.4.5. Motor com bobina de arrastamento.....	9
<u>2. CHAVE DE PARTIDA</u>	9
2.1. Chave Faca.....	9
2.2. Chave de Partida Direta dos Motores.....	10
2.3. Chave de Partida Direta com Reversão do Sentido de Rotação.....	10
2.4. Limitações da Corrente de Partida.....	11
2.4.1. Chave de Partida Estrela-Triângulo.....	11
2.4.2. Partida com Chave Série-Paralelo.....	12
<u>3. CIRCUITOS DE ALIMENTAÇÃO E CONTROLE</u>	12
3.1. Circuito Principal ou Circuito de Força.....	12
3.2. Circuito Auxiliar ou Circuito de Comando.....	12
<u>4. DISPOSITIVOS DE COMANDO</u>	12
4.1. Contactores ou Contatores.....	12
4.1.1. Contactores Disjuntores.....	14
4.1.2. Contactores Inversores.....	14
4.2. Disjuntor.....	14
4.3. Temporizadores.....	15
4.4. Relé de Sobrecarga.....	15
<u>5. ESPECIFICAÇÕES PARA AQUISIÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS</u>	15
5.1. Placa de identificação de um motor.....	16
<u>6. TAREFAS</u>	17
6.1. Simbologia Utilizada.....	17
6.2. Partida Direta para Motores Monofásicos Através de Chave Mecânica.....	17
6.2.1. Material Necessário à Realização da Tarefa.....	17
6.2.2. Procedimentos.....	18
6.3. Partida Direta para Motores Trifásicos Através de Chave Mecânica.....	19
6.3.1. Material Necessário à Realização da Tarefa.....	19
6.3.2. Procedimentos.....	19

6.4. Partida Direta para Motores Trifásicos com Reversão do Sentido de Rotação Através de Chave Mecânica	19
<u>6.4.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	19
<u>6.4.2. Procedimentos</u>	19
6.5. Partida Direta para Motores Monofásicos a Contactor	20
<u>6.5.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	20
<u>6.5.2. Procedimentos e funcionamento</u>	20
6.6. Partida Direta para Motores Trifásicos a Contactor	21
<u>6.6.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	21
<u>6.6.2. Procedimentos</u>	21
6.7. Partida Direta para Motores Trifásicos a Contactor com Reversão do Sentido de Rotação	23
<u>6.7.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	23
<u>6.7.2. Procedimentos</u>	23
6.8. Partida Direta para Motores Monofásicos a Contactor com Reversão do Sentido de Rotação	24
<u>6.8.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	24
<u>6.8.2. Procedimentos</u>	25
6.9. Partida Direta para Motor freio Trifásico a Contactor	25
<u>6.9.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	25
<u>6.9.2. Procedimentos</u>	26
6.10. Partida Direta para Motores Trifásicos de Dupla Velocidade - Dahlander - a Contactor	27
<u>6.10.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	27
<u>6.10.2. Procedimentos</u>	27
6.11. Partida Estrela-Triângulo a Contactor - Comando Manual	28
<u>6.11.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	28
<u>6.11.2. Procedimentos</u>	29
6.12. Partida Estrela-Triângulo a Contactor - Comando Temporizado	29
<u>6.12.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	29
<u>6.12.2. Procedimentos</u>	29
6.13. Partida Estrela-Triângulo a Contactor com Reversão do Sentido de Rotação - Comando Temporizado	31
<u>6.13.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	31
<u>6.13.2. Procedimentos</u>	31
6.14. Motor Trifásico com Ciclo Perpétuo	33
<u>6.14.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	33
<u>6.14.2. Procedimentos</u>	33
6.15. Partida Série-Paralelo de um Motor Trifásico a Contactor - Comando Temporizado	33
<u>6.15.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	33
<u>6.15.2. Procedimentos</u>	34

<u>7. Quadro Simulador de Defeitos</u>	35
7.1. Quadro Simulador de Defeitos do Laboratório.....	35
<u>7.1.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	35
<u>7.1.2. Procedimentos</u>	35
7.2. Quadro Simulador de Defeitos da WEG.....	37
<u>7.2.1. Material Necessário à Realização da Tarefa</u>	37
<u>7.2.2. Procedimentos</u>	37
<u>Bibliografia</u>	40
<u>Anexos</u>	41

1. Motores Elétricos

Os motores elétricos são máquinas que recebem energia elétrica da rede caracterizada por tensão, corrente e fator de potência e fornecem energia mecânica no seu eixo caracterizada pela rotação e pelo conjugado mecânico. No laboratório de Instalações Elétricas serão utilizados motores de indução tipo gaiola.

1.1. Motor Síncrono

Como os motores de indução, os motores síncronos possuem enrolamentos no estator que produzem o campo magnético girante, mas, o circuito do rotor de um motor síncrono é excitado por uma fonte de corrente contínua proveniente de uma excitatriz, que é um pequeno gerador de corrente contínua. A Figura 1 mostra o desenho da estrutura básica de um motor síncrono.

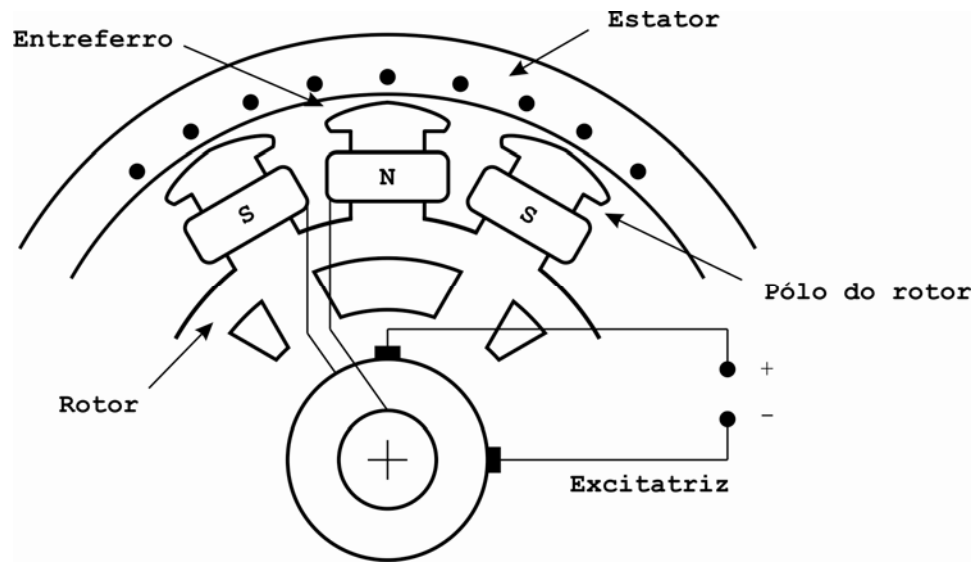


Figura 1. Estrutura básica de um motor síncrono (SATO, 2009a).

O motor síncrono não tem partida própria, necessitando, portanto, que o rotor seja arrastado até a velocidade síncrona por um meio auxiliar. Existem motores em que a partida é dada por condutores em gaiola embutidos na face dos pólos do rotor. Inicia-se a partida como motor de indução e no momento certo se excita os pólos do rotor e o motor entra em sincronismo (SATO, 2009a).

1.2. Motor de Indução

Motores de indução tipo gaiola são compostos basicamente de:

- Um estator, com enrolamento montado na carcaça do motor que vai fornecer o campo girante do motor;
- Um rotor, com o enrolamento constituído por barras curto-circuitadas, que sob ação do campo girante irá fornecer energia mecânica no eixo do motor.

A partir do momento que os enrolamentos localizados nas cavas do estator são sujeitos a uma corrente alternada, gera-se um campo magnético no estator, conseqüentemente, no rotor surge uma força eletromotriz induzida devido ao fluxo magnético variável que atravessa o rotor. A f.e.m. induzida dá origem a uma corrente induzida no rotor que tende a opor-se à causa que lhe deu origem, criando assim um movimento giratório no rotor (CERQUEIRA et al., 2008).

Como exemplo, temos a "projeção" dos diversos elementos do motor de indução tipo gaiola (ver figura 2).

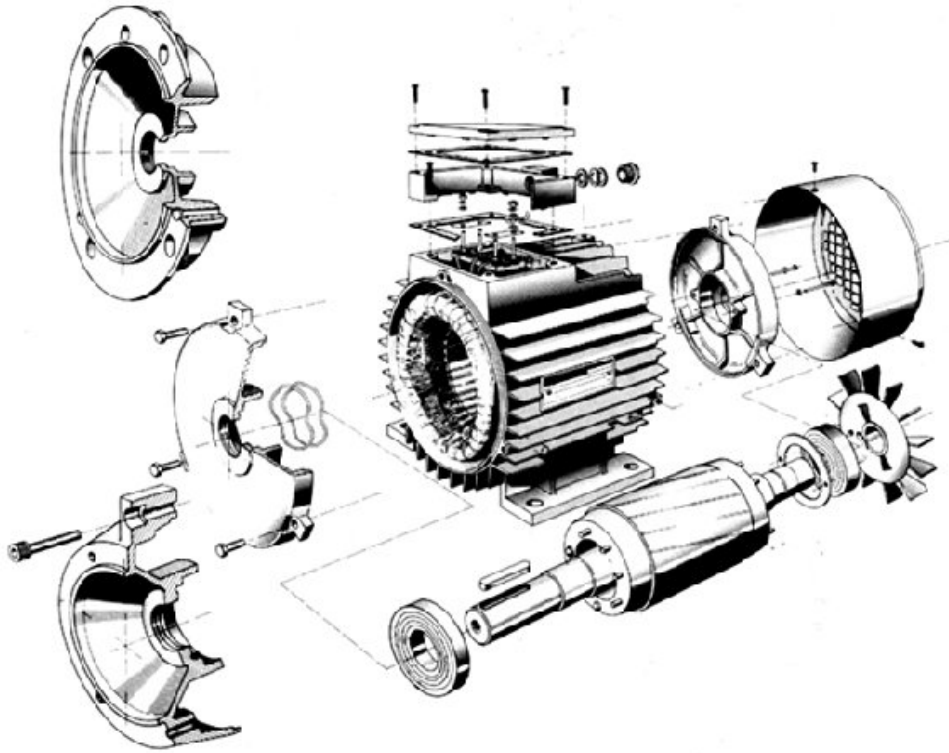


Figura 2. Projeção de um motor de indução tipo gaiola (CERQUEIRA e ALVES, 2008).

Quando o motor é energizado, ele funciona como um transformador com o secundário em curto-circuito, portanto, exige da rede elétrica uma corrente muito maior que a nominal durante a partida, podendo atingir cerca de 7 vezes o valor da corrente nominal. À medida que o campo girante "arrasta" o rotor, aumentando sua velocidade, a corrente vai diminuindo até atingir a corrente nominal, no tempo que a rotação atinge seu valor nominal.

Quando o motor é ligado em vazio, ele adquire rapidamente sua velocidade nominal, conseqüentemente sua corrente será reduzida rapidamente. Nesta situação, o motor pode partir com uma tensão bem abaixo da nominal (50%, por exemplo). Assim, quando sua velocidade estiver próxima da nominal, ele poderá ser alimentado com sua tensão nominal.

Em suas atividades normais (industriais, atividades agrícolas, aparelhos eletrodomésticos, etc), o motor parte realizando trabalho, ou seja, em carga. Por exemplo, em uma máquina de lavar roupa, o motor parte iniciando a movimentação das roupas e da água, isto é, ele parte com carga acoplada ao seu eixo.

A partida de um motor em carga é mais complicada, em termos elétricos. Pois ao se tentar dar a partida com 50% da tensão nominal, o motor pode necessitar de um tempo maior do que o recomendado ou não conseguir atingir sua rotação nominal. Caso isto aconteça, a probabilidade do motor queimar é bastante grande, devido à corrente ser excessivamente maior do que a nominal. Isto pode acontecer porque o conjugado oferecido pelo motor no seu eixo será menor quando a tensão for menor, a potência mecânica disponível no eixo será menor. A maioria das vezes torna-se necessário alimentar o motor na partida com 65%, 80% ou 100% da tensão nominal, e correntes correspondentemente maiores.

No momento da partida de um motor de alta potência, haverá uma queda de tensão nos alimentadores decorrente da circulação da alta corrente de partida nos condutores. A queda de tensão, embora que momentânea, pode prejudicar outros consumidores. Assim, as empresas fornecedoras de energia elétrica (as concessionárias) exigem que haja uma limitação da corrente de partida dos motores, de acordo com as condições do seu sistema.

Para minimizar os inconvenientes da partida com tensão plena, deve-se reduzir a tensão de alimentação das bobinas do motor. Para tanto são usados:

- Resistores ou indutores em série;
- Transformadores ou auto-transformadores;
- Chaves estrela-triângulo;

- Chaves série-paralelo;
- Chaves compensadoras, etc.

Nos experimentos da disciplina Laboratório de Instalações Elétricas serão utilizadas na redução da corrente de partida de motores elétricos, apenas as chaves estrela-triângulo e série-paralelo. As outras montagens realizadas no laboratório se referem à partida direta de motores monofásicos e trifásicos, além de motores do tipo freio e de duas velocidades. A seguir serão apresentados de forma breve os tipos de motores utilizados nos experimentos.

1.2.1. Motor Elétrico Trifásico Motor Freio

Os motores elétricos equipados com motor freio foram desenvolvidos para utilização em equipamentos onde são necessárias paradas rápidas por questão de segurança, posicionamento e economia de tempo, tais como: máquinas ferramentas, máquinas gráficas, bobinadeiras, transportadores, pontes rolantes, máquinas de engarrafar e secar, entre outras.

A figura 3 mostra um esquema simplificado do freio. O dispositivo responsável pela frenagem precisa ser energizado com 220 V, tendo esta tensão de entrada retificada pela ponte retificadora. Assim, na saída da ponte teremos uma tensão contínua que energizará o eletroímã (a seguir, este dispositivo será detalhadamente explicado), que é responsável pelo freio.

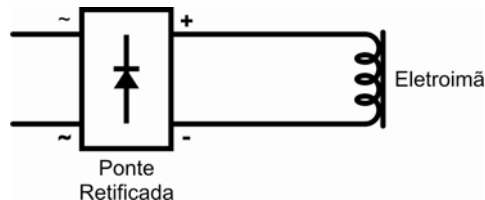


Figura 3. Esquema simplificado do freio do Motor Freio.

O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, semelhante àqueles encontrados nos ímãs naturais. É geralmente construído aplicando-se um fio elétrico espiralado ao redor de um núcleo de ferro, aço, níquel ou cobalto ou algum material ferromagnético.

Quando o fio é submetido a uma tensão, o mesmo é percorrido por uma corrente elétrica, que gerará um campo magnético na área circunvizinha a essa espira. A intensidade do campo e a distância que ele atingirá a partir do eletroímã dependerão da intensidade da corrente aplicada e do número de voltas da espira.

A passagem de corrente elétrica por um condutor produz campos magnéticos nas imediações do condutor e estabelece-se um fluxo magnético no material ferromagnético envolto pelas espiras do condutor. A razão entre a intensidade do fluxo magnético concatenado pelas espiras e a corrente que produziu esse fluxo é a indutância. A intensidade do campo magnético produzido dependerá das características do meio no qual se estabelecerá o fluxo, o que afetará a relutância do caminho magnético.

O pedaço de ferro apresenta as características de um ímã permanente, enquanto a corrente for mantida circulando, e o campo magnético pode ser constante ou variável no tempo dependendo da corrente utilizada (contínua ou alternada). Ao se interromper a passagem da corrente o envolto pelas espiras pode tanto manter as características magnéticas ou não, dependendo das propriedades do mesmo ferromagnetismo (WIKIPEDIA, 2009a).

1.2.2. Motor Elétrico Trifásico de dupla Velocidade - Dahlander

Este tipo de motor trifásico permite a variação de velocidade através da comutação de pólos. A ligação Dahlander permite uma relação de pólos de 1:2 o que corresponde a mesma relação de velocidade. Quando a quantidade de pólos é maior, a velocidade é mais baixa, quando é menor, a velocidade é mais alta. Isso decorre da fórmula:

$$n = \frac{120 \times f \times (1 - S)}{p}$$

Onde:

n = Velocidade;
 p = Número de pólos;
 S = Escorregamento;
 f = Frequência.

Os motores de dupla velocidade se destinam às máquinas operatrizes, pontes rolantes, correias transportadoras, sistemas de ventilação, misturadores, centrífugas, indústrias naval e alimentícia, madeireira, siderúrgica e indústrias mecânicas em geral.

1.2.3. Motores Elétricos Trifásicos de Alto Rendimento

Os motores elétricos trifásicos de alto rendimento foram projetados para minimizar o consumo de energia, isto é, a relação energia elétrica energia mecânica (potência no eixo) é maior. Eles são usados em compressores, bombas, ventiladores e exaustores, prensas, máquinas ferramentas, correias transportadoras, pontes rolantes, elevadores, laminadoras, máquinas operatrizes, máquinas agrícolas, misturadores, trituradores, evaporadores, indústria mecânica em geral, entre outros.

1.2.4. Motor de Indução Monofásico

Os motores monofásicos de indução possuem um único enrolamento no estator. Esse enrolamento gera um campo magnético que se alterna, mas não é girante. Nesse caso, o movimento provocado não é rotativo.

Quando o rotor estiver parado, o campo magnético do estator, ao variar sua polaridade entre norte e sul, induz no rotor uma corrente induzida. O campo gerado no rotor tem polaridade oposta ao do estator. Assim, a oposição dos campos exerce um conjugado na parte superior e inferior do rotor, o que tenderia girá-lo 180° de sua posição original. Como o conjugado é igual em ambos os sentidos, pois atuam através do centro do rotor, este continua parado. Caso o rotor estivesse em movimento ao se ligar o motor, ele continuaria em movimento no sentido inicial, pois a ação do conjugado será ajudada pela inércia do motor.

Devido a este problema na partida de motores monofásicos, foram desenvolvidas algumas técnicas para acioná-los. A seguir temos algumas destas técnicas (WIKIPEDIA, 2009b).

1.2.4.1. Motor de Fase dividida

O estator do motor de fase dividida possui um enrolamento auxiliar (enrolamento de partida), além do enrolamento principal. Os eixos dos dois enrolamentos ficam separados por 90°.

A corrente no enrolamento principal de partida apresenta um atraso de 90° em relação à tensão de linha; a corrente no enrolamento principal apresenta um atraso de 45° em relação à tensão. Na partida, os dois enrolamentos, devido à diferença entre fases, produzem um campo girante. A corrente no rotor fica atrasada cerca de 90° em relação à tensão no rotor, devido à elevada reatância do rotor. A interação das correntes no rotor e do campo do estator faz com que o rotor tenha sua velocidade aumentada no sentido do campo girante do estator.

É importante salientar que o enrolamento auxiliar deve ser desligado quando o motor atinge 75% da velocidade nominal do mesmo, isso geralmente é feito através de uma chave centrífuga que desliga o enrolamento ao atingir essa velocidade. O campo girante é mantido pela interação dos campos magnéticos do rotor e do estator (Van Valkenburgh et al., 1982).

1.2.4.2. Motor com Capacitor de partida

Esse sistema assemelha-se com o de Fase Dividida, com a exceção de que é inserido um capacitor em série com o enrolamento auxiliar. Isto faz com que o atraso entre as bobinas seja maior que no método anterior, aumentando o conjugado de

partida. A diferença de fase elétrica de 90° entre os dois enrolamentos é obtida ligando-se o enrolamento auxiliar em série com o capacitor e uma chave centrífuga.

Na partida, a chave é fechada, colocando o capacitor em série com o enrolamento auxiliar. O valor é tal que o enrolamento auxiliar é efetivamente um circuito resistivo-capacitivo (Van Valkenburgh et al., 1982).

1.2.4.3. Motor com capacitor de partida e capacitor de marcha

Nesse método, como nos outros, também se faz uso do enrolamento auxiliar, só que nesse caso o enrolamento auxiliar não é desligado.

Quando o motor é ligado, os dois capacitores estão ligados em paralelo (partida e marcha) quando o motor atinge a velocidade 75% da nominal o interruptor desliga o capacitor de partida deixando sempre o enrolamento ligado e com o capacitor de marcha ligado com ele (WIKIPEDIA, 2009b).

1.2.4.4. Motor com capacitor permanente

Nesse caso o enrolamento auxiliar (junto com um capacitor de marcha) fica ligado permanentemente, esse método é constantemente utilizado em ventiladores de teto (WIKIPEDIA, 2009b).

1.2.4.5. Motor com bobina de arrastamento

Nesse método o motor não possui enrolamento auxiliar. No estator são construídas duas bobinas (além da principal), geralmente com uma ou duas voltas de fio, com uma espessura razoavelmente grande. Essas bobinas ficam curto-circuitadas e se localizam numa porção de cada pólo do estator, com a energização do motor a bobina principal induz nessas bobinas uma corrente fazendo que elas criem um campo magnético defasado da principal e inicie o movimento do motor (WIKIPEDIA, 2009b).

2. Chave de Partida

Chave de partida é um dispositivo que dá condições à partida do motor. Sempre que possível, a partida de um motor deverá ser feita de forma direta, ou seja, sem artifícios para redução da corrente de partida.

Por outro lado, quando a corrente de partida do motor é elevada, podem ocorrer alguns transtornos, tais como:

- Interferência no funcionamento de equipamentos instalados no mesmo sistema, devido à queda de tensão excessiva.
- Necessidade de superdimensionar os sistemas de proteção, com conseqüente aumento de custos.
- Por imposição da redução da corrente de partida pela companhia concessionária de energia elétrica, de forma a limitar a queda de tensão na rede.

Quando tais fatos ocorrem, é necessário recorrer a um sistema de partida indireta, de modo a reduzir o pico de corrente na partida.

2.1. Chave Faca

A chave faca é um dispositivo de abertura em carga. É o dispositivo mais simples que só é aplicável a motores de baixa potência. O arco elétrico que ocorre no fechamento e na abertura provoca o desgaste nos seus contatos. Estas chaves não permitem o desligamento automático por sobrecarga. Associadas a fusíveis oferecem proteção contra curto-circuito, mas não permitem o comando à distância. Na Figura 4 (a) pode ser visualizado um circuito de acionamento de um motor com a utilização de uma chave faca, e na figura 4 (b) temos um exemplo de uma chave faca.



Figura 4. (a) Circuito de acionamento de um motor com uma chave faca, (b) exemplo de uma chave faca (H.I.Fusi®, 2009).

2.2. Chave de Partida Direta dos Motores

A chave de partida direta é um dispositivo que fornece condições ao motor de partir com a tensão nominal de serviço. Consiste em um sistema simples e seguro, recomendado para motores de gaiola, como pode ser visto na figura 5. A partida direta dos motores é normalmente realizada através de contactores, sendo os motores supervisionados por dispositivos de proteção. Há, no entanto, algumas limitações quanto às suas aplicações:

- Ocasiona queda de tensão da rede devido à alta corrente de partida (I_p). No caso dos grandes motores a corrente de partida é limitada por imposição das concessionárias de energia elétrica;
- Pode ocasionar interferência em equipamentos instalados no sistema, devido à elevada queda de tensão.

Neste texto, porém mais adiante, serão mostrados os outros tipos de partida de motores, utilizados para os grandes motores com a finalidade de minimizar a corrente de partida e seus efeitos.

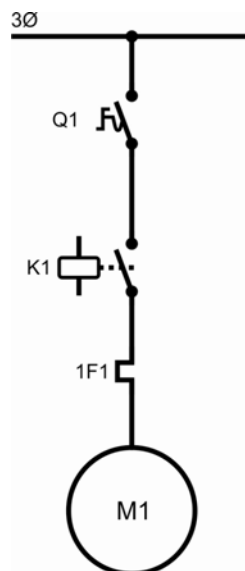


Figura 5. Circuito de partida direta de um motor.

2.3. Chave de Partida Direta com Reversão do Sentido de Rotação

A chave de partida com reversão de sentido de rotação possibilita a reversão em plena marcha do sentido de rotação de um motor trifásico, através da inversão da seqüência fases. Esta chave é dotada de 2 contactores. O primeiro contactor permite a ligação na seqüência ABC e o segundo permite a ligação na seqüência CBA. É necessário

que os contactores tenham intertravamento, Isto é, uma ligação só é plenamente realizada quando a outra ligação foi totalmente desconectada.

2.4. Limitações da Corrente de Partida

Os sistemas mais usuais para limitar a corrente de partida de motores de corrente alternada são descritos a seguir.

2.4.1. Chave de Partida Estrela-Triângulo

As ligações de motores através de chaves estrela-triângulo são utilizadas em alguns casos, quando o motor admite ligações em dois níveis de tensão. Elas têm a finalidade de reduzir a corrente de partida, para motores de alta potência, que requerem naturalmente uma alta corrente durante a partida. O motor parte com ligação estrela, sendo energizado com $V_N/\sqrt{3}$, até que sua velocidade se aproxime da nominal, quando um operador ou um relé temporizado pode mudar a ligação de estrela para triângulo e desse modo, o motor passa a ser alimentado com sua tensão nominal. Para a realização das conexões que permitam as ligações estrela-triângulo é necessário que os terminais da bobina sejam acessíveis.

Na Figura 6 podem ser visualizadas as ligações das bobinas para as ligações estrela e triângulo.



Figura 6. Esquemas de ligação das bobinas do estator; a) ligação estrela, b) ligação triângulo.

Uma comutação prematura (velocidade do motor ainda baixa), ou uma longa duração no processo de comutação, o que causa uma diminuição excessiva da velocidade, leva a um pico de corrente elevado na comutação. Já uma duração muito curta no processo de comutação pode fazer surgir uma corrente de curto-circuito, pois o arco voltaico decorrente da abertura da ligação pode ainda não se encontrar totalmente extinto.

O circuito de força para o acionamento de um motor com a utilização da chave de partida estrela-triângulo pode ser visto na Figura 7.

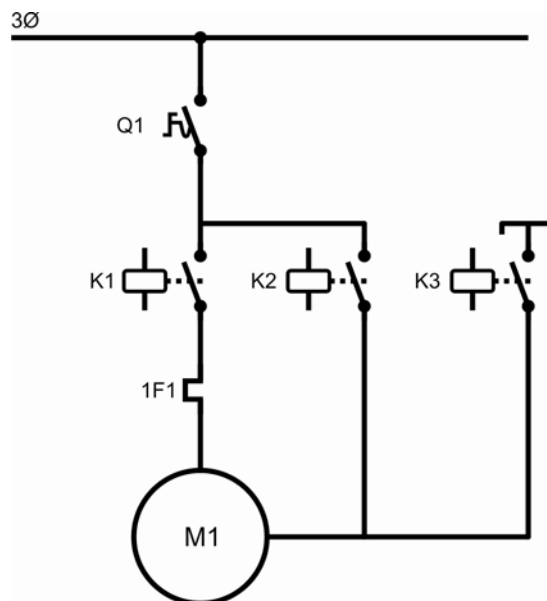


Figura 7. Circuito de força de chave de partida estrela-triângulo.

2.4.2. Partida com Chave Série-Paralelo

As chaves de partida série-paralelo são utilizadas para redução corrente de partida de motores elétrico, quando o motor admite ligações em quatro níveis de tensão. Elas têm a finalidade de reduzir a corrente de partida, para motores de alta potência, que requerem naturalmente uma alta corrente durante a partida.

Para partida com chave série-paralelo é necessário que o motor seja energizado em duas tensões, onde a menor delas deverá ser igual à tensão da rede (tensão de serviço) e a outra igual ao dobro daquela. No laboratório encontram-se motores com 4 possibilidades de ligação em serviço (220/380/440/760 V), onde a tensão de 760 V é utilizável apenas no instante da partida. No sistema aqui utilizado, as ligações referentes são usadas na tensão de 760 V para partida e 380 V para a tensão de serviço do motor. Para a tensão de 380 V, uma ligação duplo Y deverá ser utilizada.

Na partida série-paralelo, o pico de corrente é reduzido a 1/4 daquele com partida direta. Deve-se ter em mente que com este tipo de ligação, o conjugado de partida do motor também fica reduzido a 1/4 e, portanto, a máquina deve partir praticamente em vazio.

Na figura 8 podem ser visualizados os esquemas de ligação das bobinas para a chave de partida série-paralelo. Observe que na Figura 8(a) as bobinas são ligadas em série, e que na Figura 8(b) são ligadas duas bobinas em paralelo por fase.

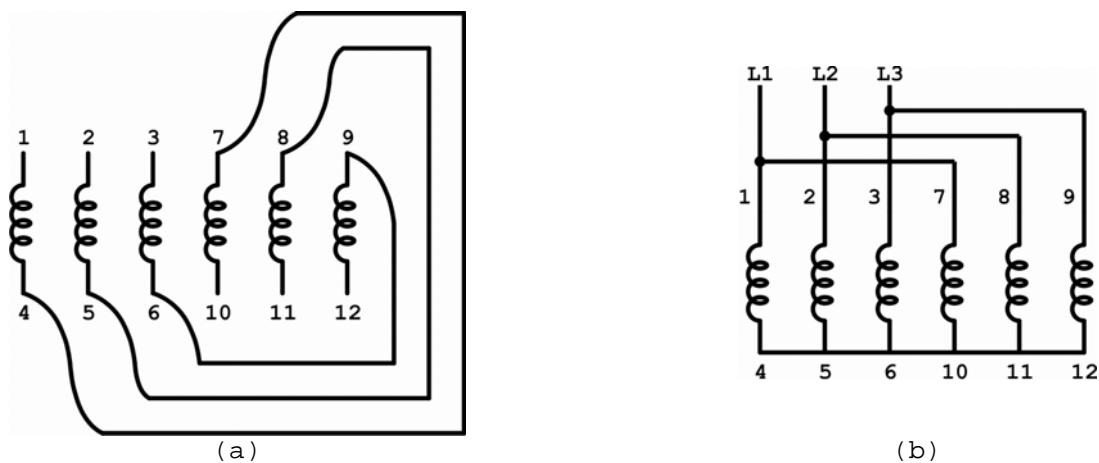


Figura 8. Esquemas de ligação das bobinas do estator;
a) ligação série, b) ligação paralelo.

3. Circuitos de Alimentação e Controle

3.1. Circuito Principal ou Circuito de Força

Circuito Principal ou Circuito de Força é responsável pelo fornecimento da corrente necessária à operação dos equipamentos. No caso das montagens no laboratório, os equipamentos serão os motores. Os motores usados nas montagens do Laboratório de Instalações Elétricas são de potência baixa, pois o objetivo de sua utilização é meramente didático.

3.2. Circuito Auxiliar ou Circuito de Comando

O Circuito auxiliar é utilizado para os acionamentos e desacionamentos dos dispositivos de manobra tipo: contactores, relés, temporizadores, etc. Além disso, o circuito auxiliar é usado para fins de travamento quando da ocorrência de anormalidades no circuito de força e sinalização.

4. Dispositivos de Comando

4.1. Contactores ou Contatores

Chama-se contactor a um interruptor comandado à distância por meio de um eletroímã. Funciona como uma chave de operação eletromagnética que tem uma única posição de repouso e é capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, inclusive sobrecarga no funcionamento.

Os principais elementos construtivos de um contactor são:

- a) *Contato Principal*: tem a função de estabelecer e interromper correntes de motores e chavear cargas resistivas ou capacitivas.
O contato é realizado por meio de placas de prata cuja vida útil termina quando essas placas estão reduzidas a 1/3 de seu valor inicial.
- b) *Contato Auxiliar*: são dimensionados para comutação de circuitos auxiliares para comando, sinalização e intertravamento elétrico.
Eles podem ser do tipo NA (normalmente aberto) ou NF (normalmente fechado) de acordo com a sua função.
- c) *Sistema de Acionamento*: o acionamento dos contactores pode ser feito com corrente alternada ou corrente contínua.
Acionamento: Para esse sistema de acionamento existem anéis de curto-circuito que se situam sobre o núcleo fixo do contactor e evitam o ruído por meio da passagem da CA por zero.
Um entreferro reduz a remanescência após a interrupção da tensão de comando e evita o colamento do núcleo.
Após a desenergização da bobina de acionamento, o retorno dos contatos principais (bem como dos auxiliares) para a posição original de repouso é garantido pelas molas de compressão.
- d) *Carcaça*: a carcaça dos contactores é constituída de 2 partes simétricas (tipo macho e fêmea), unidas por meio de grampos.
Retirando-se os grampos de fechamento do contactor e sua capa frontal é possível abri-lo e inspecionar seu interior, bem como substituir os contatos principais e os da bobina.
A substituição da bobina é feita pela parte superior do contactor, através da retirada de 4 parafusos de fixação para o suporte do núcleo.

Funcionamento: a bobina eletromagnética quando alimentada por um circuito elétrico forma um campo magnético que se concentra no núcleo fixo e atrai o núcleo móvel.

Como os contatos móveis estão acoplados mecanicamente com o núcleo móvel, o deslocamento deste no sentido do núcleo fixo movimenta os contatos móveis. Quando o núcleo móvel se aproxima do fixo, os contatos móveis também devem se aproximar dos fixos, de tal forma que, no fim do curso do núcleo móvel, as peças fixas imóveis do sistema de comando elétrico estejam em contato e sob pressão suficiente.

O Comando da bobina é efetuado por meio de uma botoeira ou chave-bóia com duas posições, cujos elementos de comando estão ligados em série com a bobina. A velocidade de fechamento dos contactores é resultado da força proveniente da bobina e da força mecânica das molas de separação que atuam em sentido contrário. As molas são também as únicas responsáveis pela velocidade de abertura do contactor, o que ocorre quando a bobina magnética não estiver sendo alimentada ou quando o valor da força magnética for inferior à força das molas (Elétrica Básica, 2009).

Na Figura 9 é mostrado, esquematicamente, o interior de um contactor. Na figura 10 temos a visão interna de um contactor Siemens e na figura 11 temos alguns exemplos de contactores WEG.

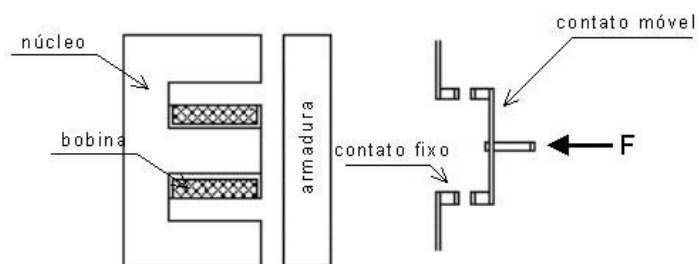
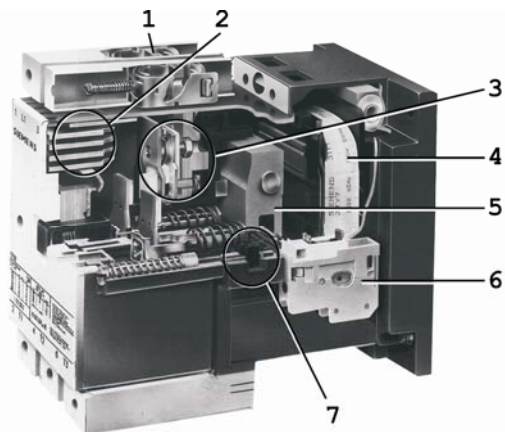


Figura 9. Vista interior de um contactor.



- 1 - Terminais de Conexão
- 2 - Câmara de extinção
- 3 - Contatos de potência
- 4 - Bobina
- 5 - Sistema magnético (núcleo móvel)
- 6 - Contatos auxiliares
- 7 - Elemento de bloqueio quando retirada a câmara de extinção

Figura 10. Visão interna de um contactor Siemens (Siemens, 2003).



(b)



(c)

Figura 11. Contactores WEG (WEG, 2009).

Os contactores podem ser Bi, Tri ou Tetrapolares. Existem vários tipos de contactores. A seguir serão comentados alguns dos tipos de contactores.

4.1.1. Contactores Disjuntores

Os contactores disjuntores integram várias funções básicas que normalmente existem em vários blocos. As funções são, por exemplo, de proteção contra curto-circuito ou sobrecarga através de um relé térmico e de fusíveis.

4.1.2. Contactores Inversores

Contactores Inversores possuem as mesmas características dos contactores disjuntores e são usados para inverter o sentido de rotação dos motores trifásicos.

4.2. Disjuntor

Disjuntor é um dispositivo eletromecânico que permite proteger uma determinada instalação elétrica contra sobrecorrentes e sobretensões.

Sua principal característica é a capacidade de se rearmar (manual ou eletricamente), quando estes tipos de defeitos ocorrem, diferindo do fusível que têm a mesma função, mas que fica inutilizado depois de proteger a instalação. Assim, o disjuntor interrompe a corrente em uma instalação elétrica antes que os efeitos térmicos e mecânicos desta corrente possam se tornar perigosos às próprias instalações. Por esse motivo, ele serve tanto como dispositivo de manobra como de proteção de circuitos elétricos.

Basicamente o disjuntor possui três funções:

- a) *Manobra* - Abertura ou fecho voluntário do circuito;
- b) *Proteção contra curto-circuito* - Essa função é desempenhada por um atuador magnético (solenóide), que efetua a abertura do disjuntor com o aumento instantâneo da corrente elétrica no circuito protegido;

c) *Proteção contra sobrecarga* - É realizada através de um atuador bimetálico, que é sensível ao calor e provoca a abertura quando a corrente elétrica permanece, por um determinado período, acima da corrente nominal do disjuntor (a figura 12 mostra os componentes internos de um disjuntor).

As características de disparo do disjuntor são fornecidas pelos fabricantes através de duas informações principais: corrente nominal e curva de disparo. Outras características são importantes para o dimensionamento, tais como: tensão nominal, corrente máxima de interrupção do disjuntor e número de pólos (unipolar, bipolar ou tripolar, ver figura 13) (WIKIPEDIA, 2009c).



Figura 12. Visão interna de um disjuntor (WIKIPEDIA, 2009c).

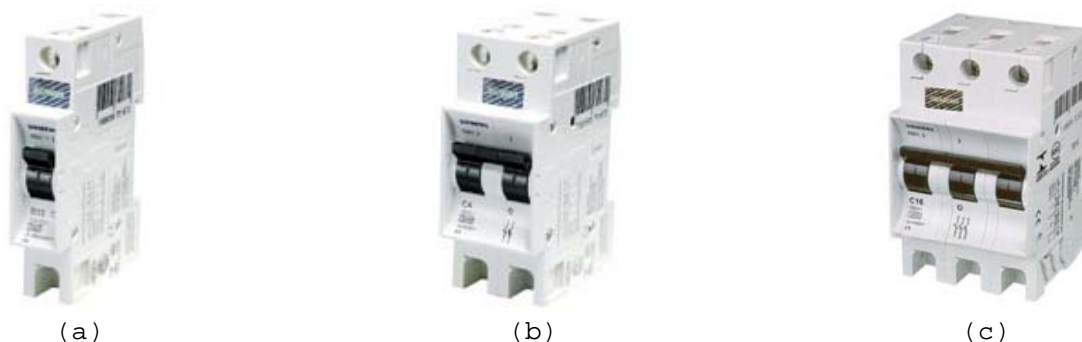


Figura 13. (a) unipolar, (b) bipolar e (c) tripolar (SIEMENS, 2009).

4.3. Temporizadores

Os temporizadores são dispositivos utilizados apenas em circuitos de comando, e que tem como função energizar ou desenergizar determinado componente, após um tempo pré-programado.

4.4. Relé de Sobrecarga

O relé de sobrecarga é um dispositivo que monitora um outro circuito, ou seja, ele verifica a ocorrência de anormalidade no circuito monitorado e aciona seus contatos, desenergizando o circuito de força, se necessário. A função do relé de sobrecarga é proteger os equipamentos instalados no circuito de força.

5. Especificações para Aquisição de Motores Elétricos

Os motores elétricos possuem algumas características diferentes, que variam segundo a aplicabilidade do mesmo. Algumas características devem ser consideradas

quando se deseja adquirir um motor elétrico. Observe o quadro abaixo, algumas destas características:

Característica	Especificação
Modelo:	Carcaça
Polaridade:	2 pólos/3600rpm 4 pólos/1800 rpm 6 pólos/1200 rpm 8 pólos/900 rpm
Potência:	CV, HP ou KW
Tensão:	Monofásicos: 110V, 220V ou 110/220V Trifásicos: 220/380, 220/440, 380/660, 440, 440/760 ou 220/380/400/760V
Freqüência:	60 ou 50/60 Hz

5.1. Placa de Identificação de um Motor

A placa de identificação dos motores é o elemento mais rápido que se utiliza para se obter as informações principais necessárias à sua operação adequada. A Figura 14 mostra como exemplo a placa de identificação de um motor.

Com exceção dos campos MOD (modelo) e N°, os demais dados são características técnicas de fácil identificação. Tomando-se como exemplo a placa de identificação mostrada na Figura 14, será mostradas as características mais importantes para a identificação e utilização dos motores em nossas tarefas:

- CV ½ - Potência mecânica do motor em CV;
- Ip/In - Relação entre as correntes de partida e nominal;
- Hz - Freqüência da tensão de operação do motor;
- Rpm - Velocidade do motor em freqüência nominal;
- A - Corrente requerida pelo motor em condições nominais de funcionamento, e que depende do tipo ligação;
- F.S. - Fator de serviço, quando F.S. é igual a 1,0 isto implica que o motor pode disponibilizar 100% de sua potencia mecânica;
- A última linha mostra as ligações requeridas para tensão menor (triângulo) e tensão maior (estrela), ou seja, a ligação dos terminais do motor depende do nível de tensão de alimentação do mesmo. Sendo que para as nossas tarefas as ligações dos motores variam segundo o nível de tensão do mesmo.



Figura 14. Placa de identificação de um motor.

6. Tarefas

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES PARA SUA SEGURANÇA NO DESENVOLVIMENTO DE TODAS AS TAREFAS NO LABORATÓRIO:

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

Você irá trabalhar com tensão de 220 V e 380 V.

6.1. Simbologia Utilizada

Para facilitar a compreensão dos usuários deste guia será utilizada a seguinte simbologia.

Símbolo	Descrição	Símbolo	Descrição
SB	Disjuntor termomagnético monofásico	S1	Botoeira NA (normalmente aberta)
SA	Disjuntor termomagnético trifásico	S0	Botoeira NF (normalmente fechada)
F1,2,3	Conjunto com três fusíveis diazed	K1	Contactador tripolar
S1	Chave mecânica bipolar	K1	Contato auxiliar NF do contactor K1
S1	Chave mecânica tripolar	KT	Relé temporizado
F4	Relé de sobrecarga	KT	Contato auxiliar NF do relé temporizado KT
F4	Contato auxiliar NF do relé de sobrecarga	H1	Lâmpada de sinalização
REF	Relé de falta de fase	M	Motor de indução monofásico ou trifásico

6.2. Partida Direta para Motores Monofásicos Através de Chave Mecânica

6.2.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor monofásico (220 V) com 3, 4 ou 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Chave mecânica bipolar;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

OBSERVAÇÃO: em anexo, encontra-se o detalhamento do fusível que os alunos terão que adquirir para realizar as montagens deste guia.

6.2.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor, nela devem estar contidos todos os parâmetros necessários ao funcionamento perfeito do motor. Os parâmetros devem ser seguidos a rigor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com algum dos esquemas de ligação apresentados em uma das figuras 15(a), 15(b) ou 15(c), observe que cada uma das figuras 15(a), 15(b) e 15(c), refere-se a tipos diferentes de motores monofásicos;
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados na figuras 15(a), 15(b) ou 15(c);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da manopla da chave mecânica bipolar, observe que ao acionar a manopla, você estará energizando os terminais do motor e conseqüentemente colocando-o em funcionamento;
- Desligue o motor, através do acionamento da manopla da chave mecânica.

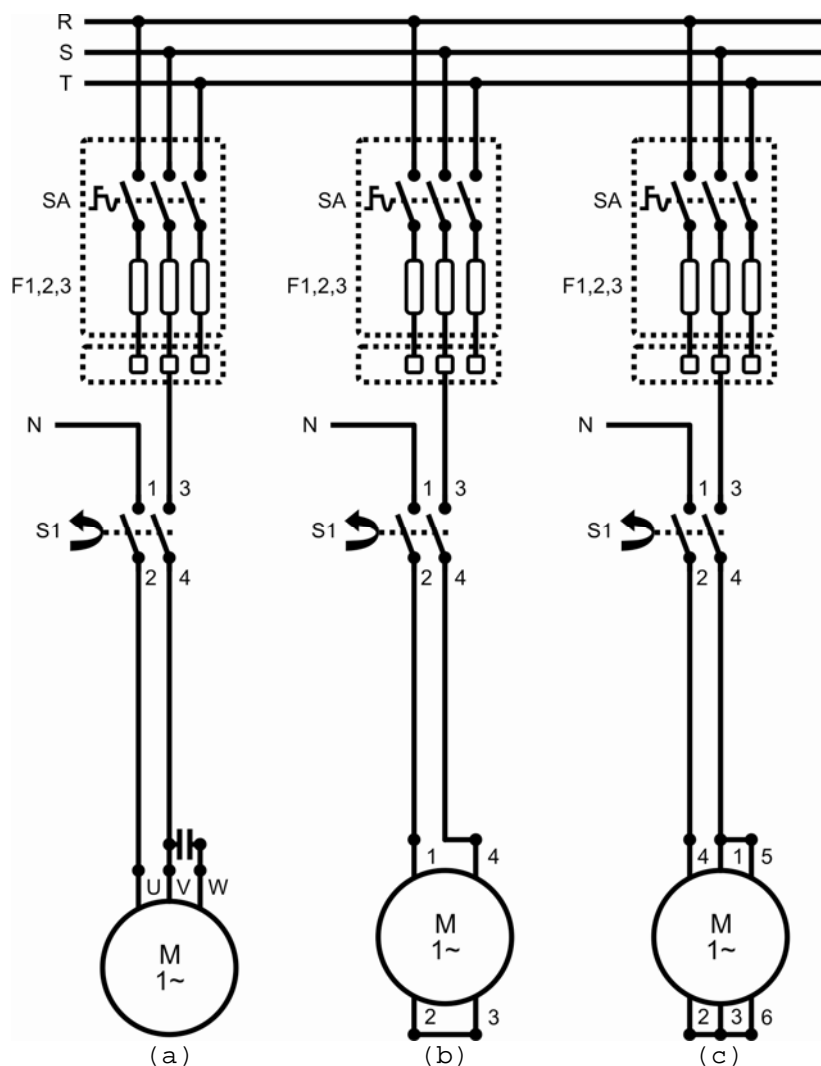


Figura 15. Esquemas de ligação para partida direta de motores monofásicos com chave mecânica; a) motor com 3 terminais, b) motor com 4 terminais e c) 6 terminais.

6.3. Partida Direta para Motores Trifásicos Através de Chave Mecânica

6.3.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (220/380 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Chave mecânica tripolar;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.3.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor, nela devem estar contidos todos os parâmetros necessários ao funcionamento perfeito do motor. Os parâmetros devem ser seguidos a rigor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentado na figura 16(a);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo o esquema de montagem apropriado e apresentado na figura 16(a);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da manopla da chave mecânica tripolar, observe que ao acionar a manopla, você estará energizando os terminais do motor e conseqüentemente colocando-o em funcionamento;
- Desligue o motor, através do acionamento da manopla da chave mecânica.

6.4. Partida Direta para Motores Trifásicos com Reversão do Sentido de Rotação Através de Chave Mecânica

6.4.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (220/380 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Chave mecânica tripolar com reversão de fases;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.4.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor, nela devem estar contidos todos os parâmetros necessários ao funcionamento perfeito do motor. Os parâmetros devem ser seguidos a rigor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentado na figura 16(b);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo o esquema de montagem apropriado e apresentado na figura 16(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da manopla da chave mecânica tripolar, observe que ao

acionar a manopla, você estará energizando os terminais do motor e conseqüentemente colocando-o em funcionamento;

- Desligue o motor, através do acionamento da manopla da chave mecânica.

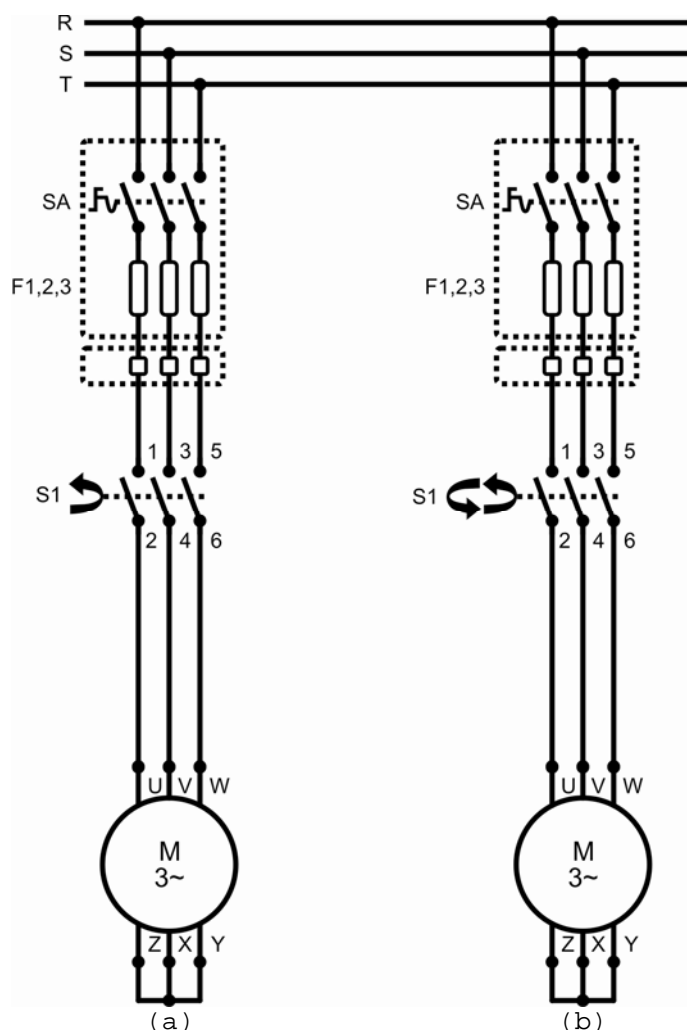


Figura 16. Esquemas de ligação para partida direta de motores trifásicos com chave mecânica; a) sem reverão do sentido de rotação e b) com reverão do sentido de rotação.

6.5. Partida Direta para Motores Monofásicos a Contactor

6.5.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor monofásico (220 V) com 3, 4 ou 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botão NA (Normalmente Aberto);
- 01 Botão NF (Normalmente Fechado);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.5.2. Procedimentos e funcionamento

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;

- Verifique a placa de dados do motor, nela devem estar contidos todos os parâmetros necessários ao funcionamento perfeito do motor. Os parâmetros devem ser seguidos a rigor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com algum dos esquemas de ligação apresentados em uma das figuras 17(a), 17(b) ou 17(c), observe que cada uma das figuras 17(a), 17(b) e 17(c), referem-se a tipos diferentes de motores monofásicos;
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados na figuras 17(a), 17(b) ou 17(c) e 17(d);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1 apresentada na figura 17(d); observe que neste arranjo o acionamento do motor não mais será a partir de manoplas e sim através de botoeiras, sendo uma botoeira para ligar (S1) e uma para desligar (S0).
- A associação dos circuitos de força e comando é feita através dos esquemas mostrados nas figuras 17(a), 17(b) ou 17(c) e 17(d). Para verificar o funcionamento, tomemos como exemplo os circuitos das figuras 17(a) e 17(d). O contactor K1 está representado tanto no circuito de força, quanto no circuito de comando. No circuito de força o contactor tem a função de energizar ou desenergizar o motor. Para a energização do motor, a bobina do contactor deve permanecer energizada. A energização da bobina produz uma força eletromecânica que é traduzido no fechamento (conexão elétrica) dos contatos móvel e fixo. O fechamento dos contatos permite a circulação de corrente para o motor. O acionamento do contactor é feito através do circuito de comando, em que K1, na figura 17(d), representa a bobina do contactor. Com o acionamento os contatos abertos de K1, figura 17(a), fecharão, inclusive o contato auxiliar K1(13;14).
- No instante que o contato auxiliar K1(13;14) é fechado a corrente que alimenta a bobina percorre dois caminhos, por S1 e por K1(13;14). Assim, quando a botoeira S1 for soltar e voltar à posição aberta, a bobina do contactor K1 não será desenergizada, pois a corrente circulará por K1(13;14). Este sistema é conhecido como selo.
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF) e observe que os circuitos de comando e de força (motor) serão completamente desenergizados.

6.6. Partida Direta para Motores Trifásicos a Contactor

6.6.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (220/380 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botoeira NA;
- 01 Botoeira NF;
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste e,
- Fios ou cabos.

6.6.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;

- Verifique a placa de dados do motor, nela devem estar contidos todos os parâmetros necessários ao funcionamento perfeito do motor. Os parâmetros devem ser seguidos a rigor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com esquema de ligação apresentado na figura 18(a);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados na figuras 18(a) e 18(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1 apresentada na figura 18(b); observe que o funcionamento do circuito de comando apresentado na figura 18(b) é idêntico ao apresentado na figura 18(b);
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF) e observe que os circuitos de comando e de força (motor) serão completamente desenergizados.

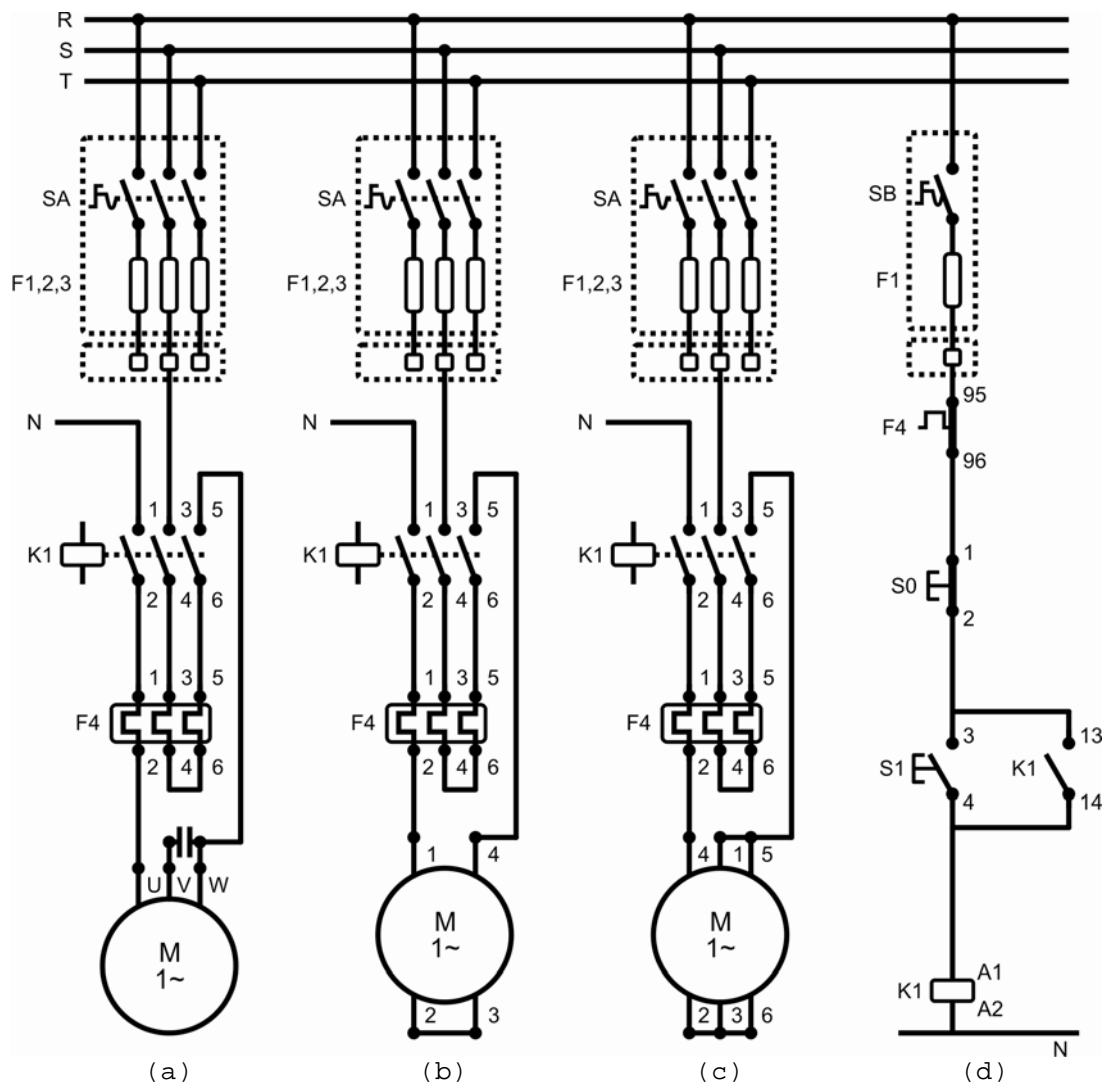


Figura 17. Esquemas de ligação do circuito de força para partida direta a contactor; a) motor monofásico de 3 terminais, b) motor monofásico de 4 terminais, c) motor monofásico de 6 terminais e (d) circuito de comando para todos os esquemas de ligação.

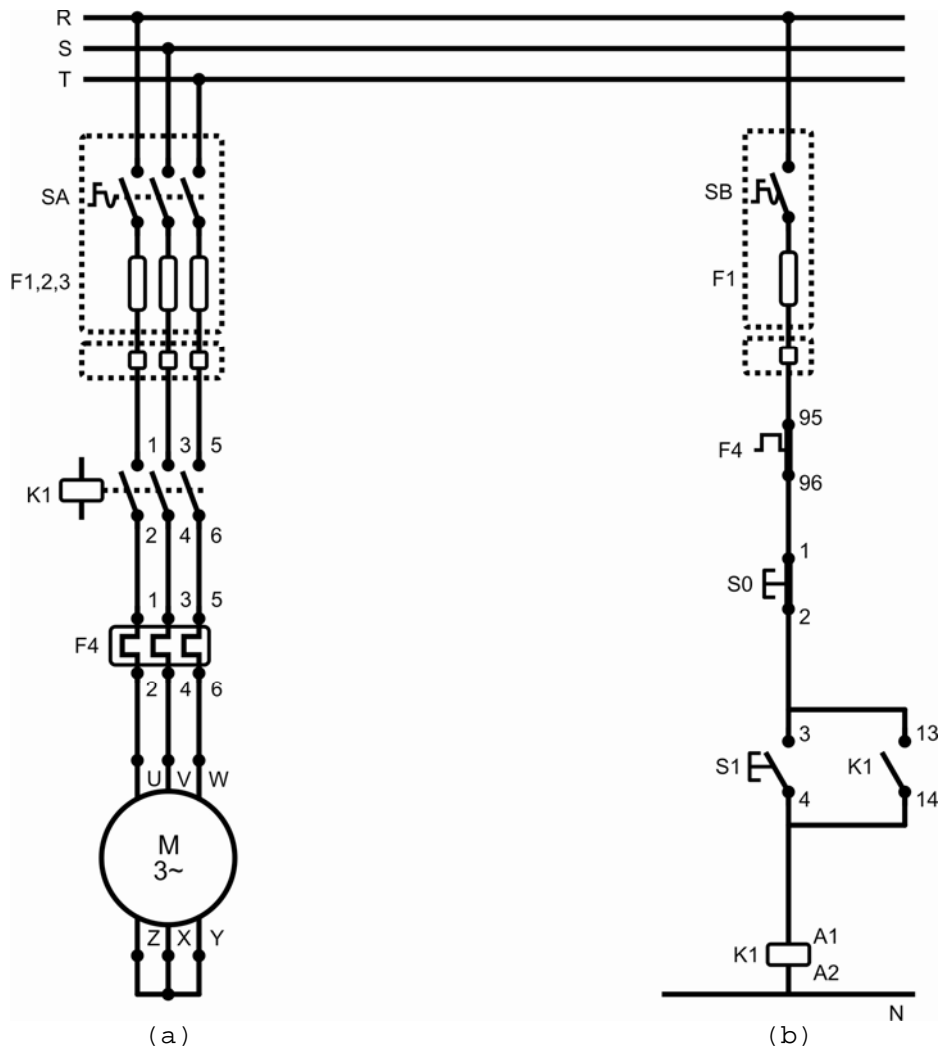


Figura 18. Esquemas de ligação para partida direta a contactor, para motores trifásicos; a) circuito de força e b) circuito de comando.

6.7. Partida Direta para Motores Trifásicos a Contactor com Reversão do Sentido de Rotação

6.7.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (220/380 V);
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 02 Botoeiras (com dois contatos 1NA+1NF);
- 01 Botoeira NF;
- 02 Contactores tripolar (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste e,
- Fios ou cabos.

6.7.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentado na figura 19(a);

- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 19(a) e 19(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1 apresentada na figura 19(b), observe qual o sentido de rotação do eixo do motor;
- Inverta o sentido de rotação do rotor acionando a botoeira S2 apresentada na figura 19(b), observe que o sentido de rotação do eixo do motor será invertido, caso isto não ocorra, verifique as conexões realizadas, possivelmente contém algum erro de conexão;
- Observe que ao acionar a botoeira S2, você estará desenergizando o contactor K1 e energizando o contactor K2. Como a seqüência de fases dos contactores K1 e K2 são diferentes, daí a razão da inversão do sentido de rotação do eixo.
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF) e observe que os circuitos de comando e de força (motor) serão completamente desenergizados.

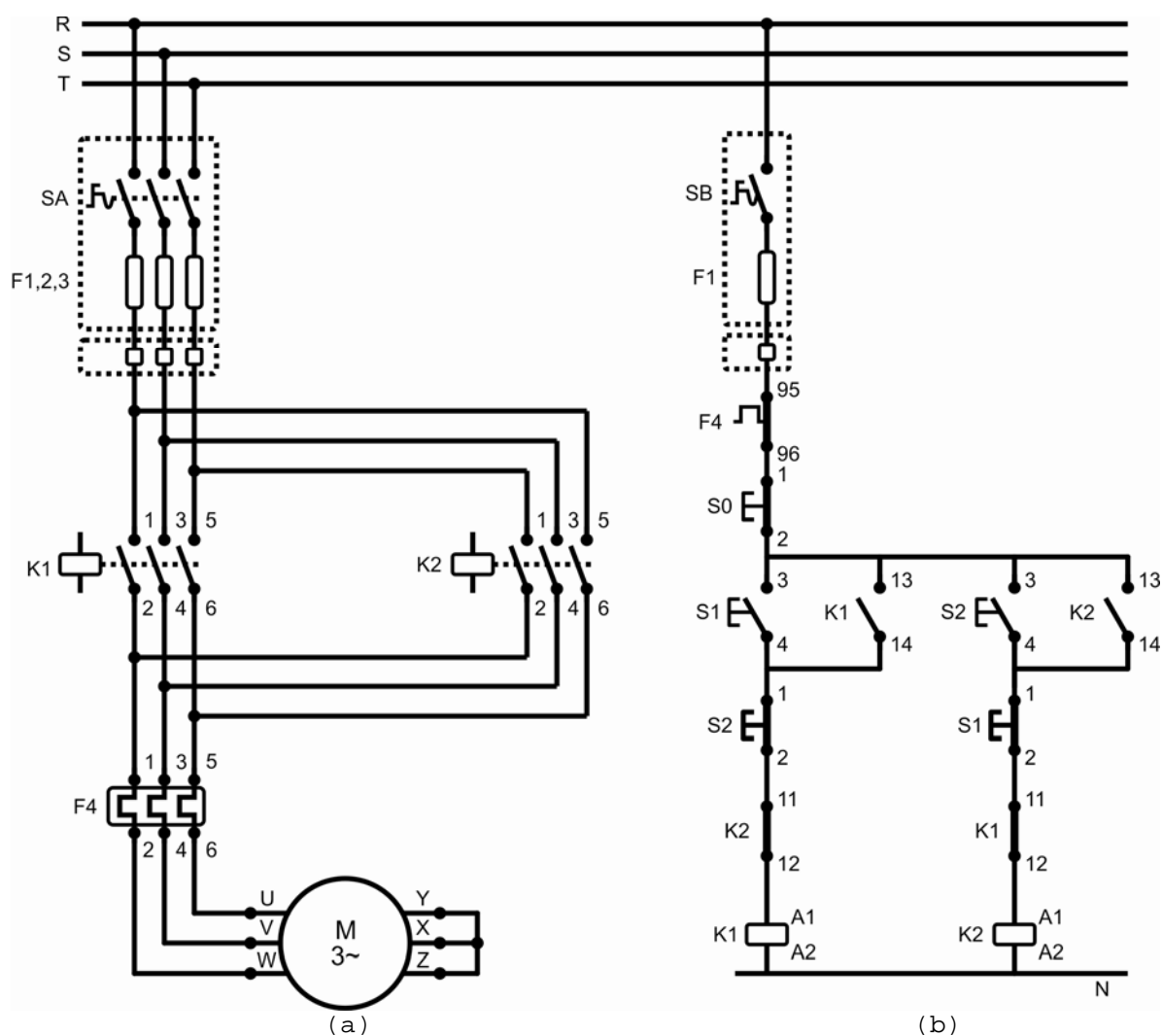


Figura 19. Esquemas de ligação para partida direta a contactor, para motores trifásicos com reversão do sentido de rotação; a) circuito de força e b) circuito de comando.

6.8. Partida Direta para Motores Monofásicos a Contactor com Reversão do Sentido de Rotação

6.8.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor monofásico (220 V) com 3 ou 6 terminais;

- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 02 Botoeiras (com dois contatos 1NA+1NF);
- 01 Botoeira NF;
- 02 Contactores tripolar, para o motor com 03 terminais ou 02 Contactores tetrapolar para o motor com 6 terminais, ambos com dois contatos auxiliares 1NA+1NF;
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.8.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com um dos esquemas de ligação apresentados nas figuras 20(a) ou 20(b);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 20(a) ou 20(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1 apresentada na figura 20(b), observe qual o sentido de rotação do eixo do motor;
- Inverta o sentido de rotação do rotor acionando a botoeira S2 apresentada na figura 20(b), observe que o sentido de rotação do eixo do motor será invertido, caso isto não ocorra, verifique as conexões realizadas, possivelmente contém algum erro de conexão;
- Observe que ao acionar a botoeira S2, você estará desenergizando o contactor K1 e energizando o contactor K2. Os contactores K1 e K2 realizam conexões diferentes um do outro, o que permite segundo as nas figuras 20(a) ou 20(b), que o sentido de rotação do eixo seja invertido. É importante notar que, para motores monofásicos, os esquemas de reversão podem variar segundo o modelo do motor;
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF).

6.9. Partida Direta para Motor freio Trifásico a Contactor

6.9.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor freio trifásico (220/380 V) com 10 terminais (6 de força + 4 comando de retificação para a frenagem);
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botoeira NA;
- 01 Botoeira NF;
- 01 Contactor tetrapolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste e,
- Fios ou cabos.

6.9.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentado na figura 21(a);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 21(a) e 21(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar na menor velocidade, através do acionamento da botoeira S1 apresentada na figura 21(b), depois varie a velocidade do eixo do motor através do acionamento da botoeira S2 apresentada na figura 21(b);
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF). Observe que ao acionar a botoeira S0, o eixo do rotor será travado imediatamente, fazendo com que o eixo pare bruscamente. O motor chama-se motor freio, devido à parada brusca ou frenagem do eixo após o motor ser desenergizado, sendo o circuito eletroímã e ponte retificadora responsável por esta parada brusca.

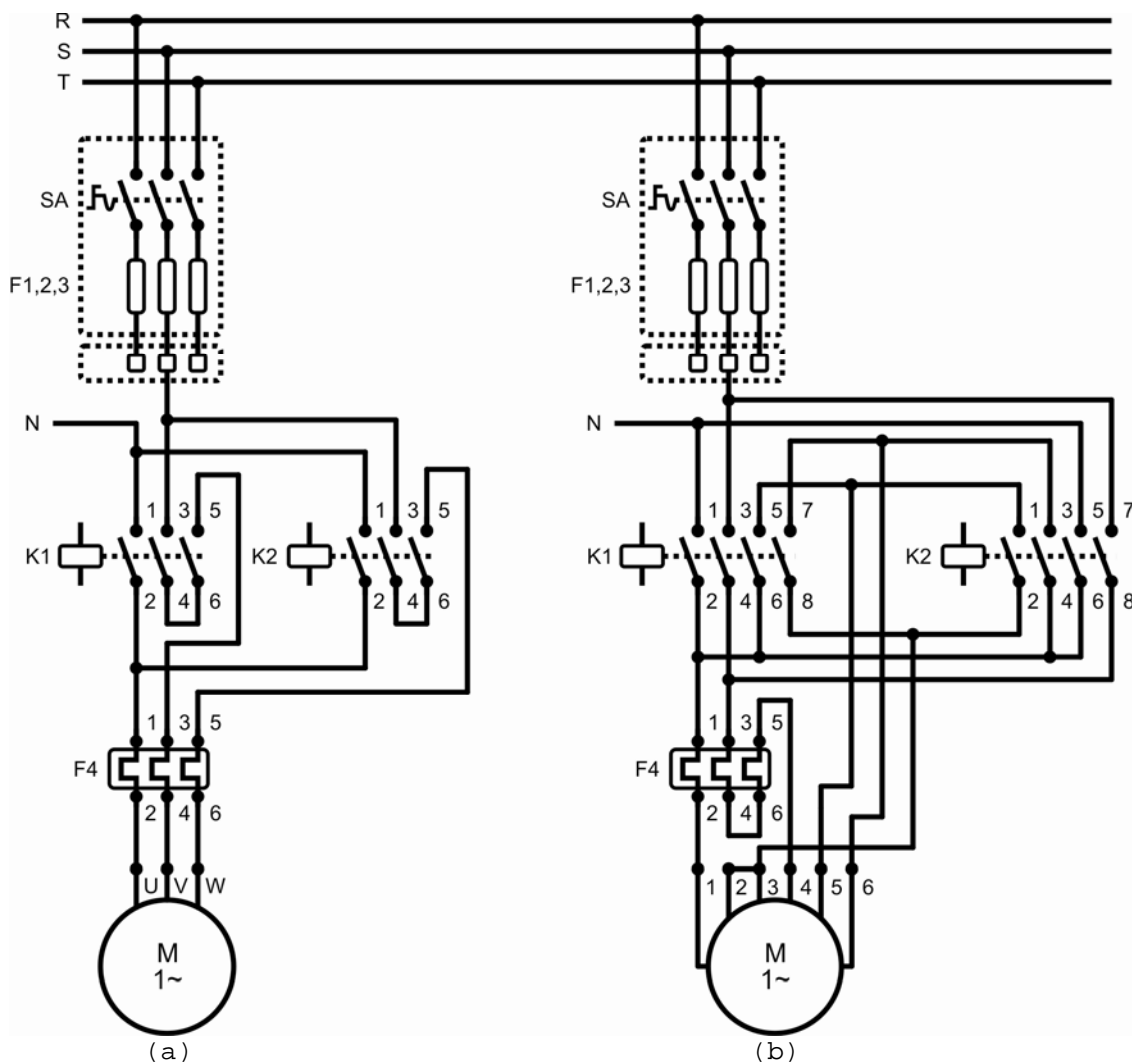


Figura 20. Esquemas de ligação para partida direta a contactor, para motores monofásicos com reversão do sentido de rotação; a) circuito de força para motor com 3 terminais e b) circuito de força para motor com 6 terminais.

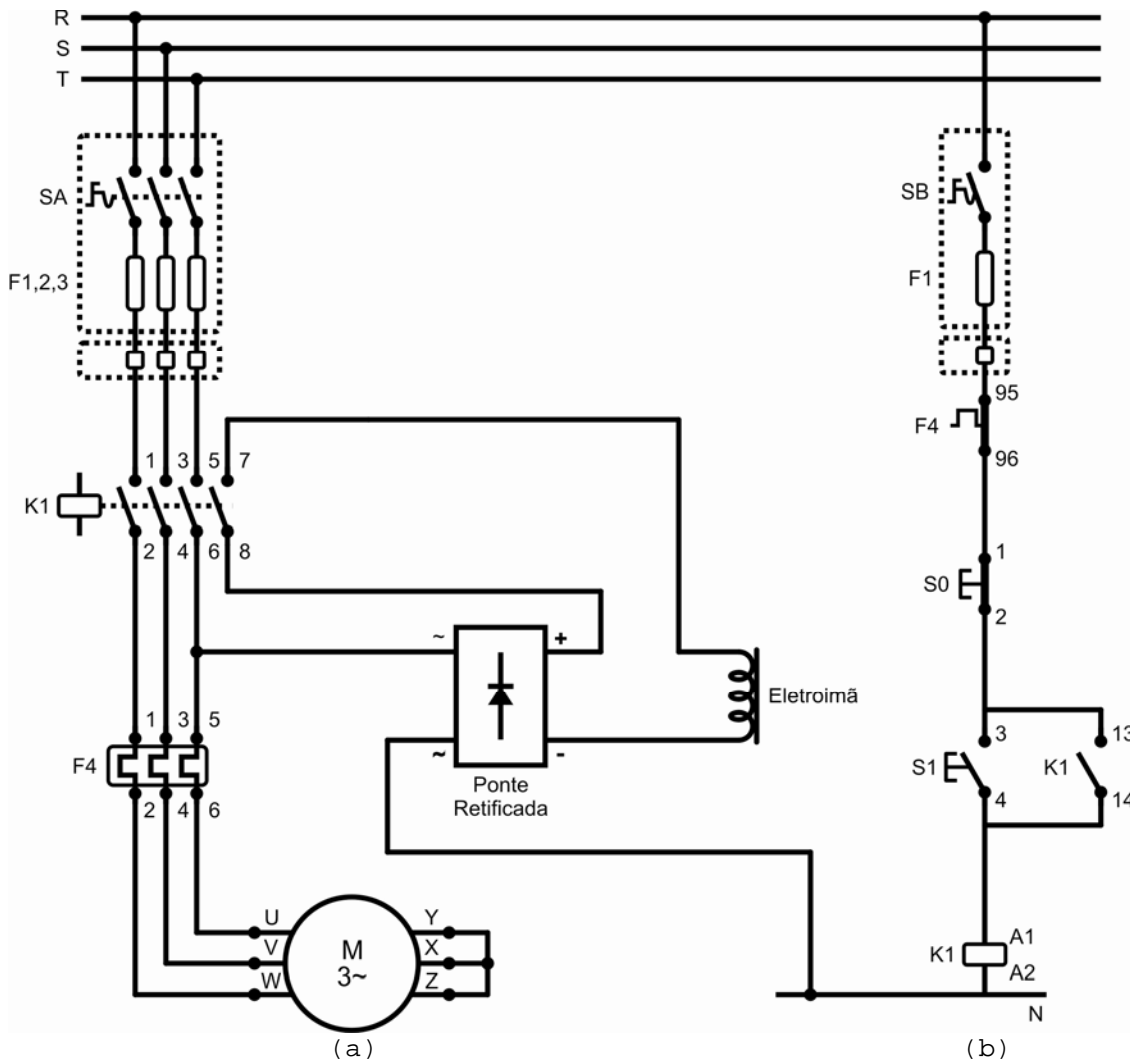


Figura 21. Esquemas de ligação para partida direta a contactor, para motor freio trifásico; a) circuito de força e b) circuito de comando.

6.10. Partida Direta para Motores Trifásicos de Dupla Velocidade - Dahlander - a Contactor

6.10.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico de dupla velocidade (220/380 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 02 Botoeiras (com dois contatos 1NA+1NF);
- 01 Botoeira NF;
- 02 Contactores tripolar 220 V (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V;
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste e,
- Fios ou cabos.

6.10.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;

- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentada na figura 22(a);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 22(a) e 22(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1(NA) apresentada na figura 22(b);
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF).

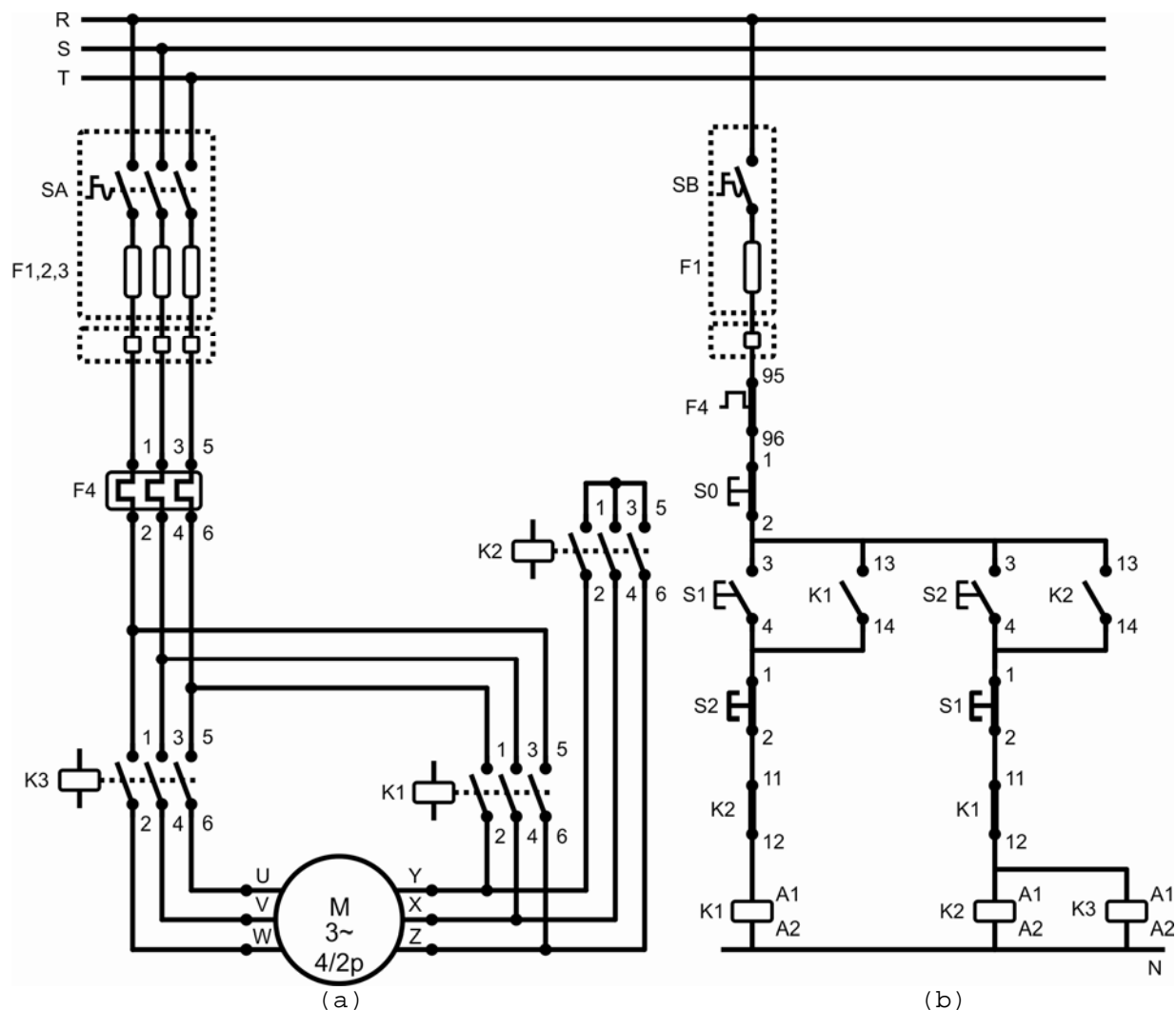


Figura 22. Esquemas de ligação para partida direta a contactor, para motores trifásicos de duas velocidades; a) circuito de força e b) circuito de comando.

6.11. Partida Estrela-Triângulo a Contactor - Comando Manual

6.11.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (380/660 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botoeira NA;
- 02 Botoeiras NF;
- 01 Contactor tripolar 220 V (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NF);

- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.11.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentada na figura 23(a), observe que neste tipo de ligação serão necessários dois tipos de conexões diferentes entre as bobinas do estator, sendo a ligação em estrela para a partida, e a ligação em triângulo para o regime normal de funcionamento do motor;
- Verifique cuidadosamente os esquemas de montagem da placa e do guia, observando quais as conexões necessárias para a ligação em estrela, e quais as conexões para a ligação em triângulo. Caso os esquemas sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 23(a) e 23(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1(NA) apresentada na figura 23(b), realizando assim uma ligação em estrela;
- Após cerca de 05 segundos (tempo que o rotor atinge uma velocidade próxima da nominal) acione a botoeira S2(NA), realizando assim uma ligação em triângulo e, observe que houve um pequeno aumento na rotação do rotor e,
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF).

6.12. Partida Estrela-Triângulo a Contactor - Comando Temporizado

6.12.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (380/660 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botoeira NA;
- 01 Botoeira NF;
- 01 Relé temporizado (com um contato auxiliar 1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.12.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;

- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentada na figura 24(a), observe que neste tipo de ligação serão necessários dois tipos de conexões diferentes entre as bobinas do estator, sendo a ligação em estrela para a partida, e a ligação em triângulo para o regime normal de funcionamento do motor;
- Verifique cuidadosamente os esquemas de montagem da placa e do guia, observando quais as conexões necessárias para a ligação em estrela, e quais as conexões para a ligação em triângulo. Caso os esquemas sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 24(a) e 24(b);
- Ajuste o tempo de acionamento do relé temporizado para cerca de 05 segundos;
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar através do acionamento da botoeira S1(NA) apresentada na figura 24(b), realizando assim uma ligação em estrela;
- Após cerca de 05 segundos o temporizado deverá realizar a ligação em triângulo automaticamente, observe que o temporizado está substituindo a botoeira S2, que seria a botoeira responsável pela mudança de ligação de estrela para triângulo; Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF).

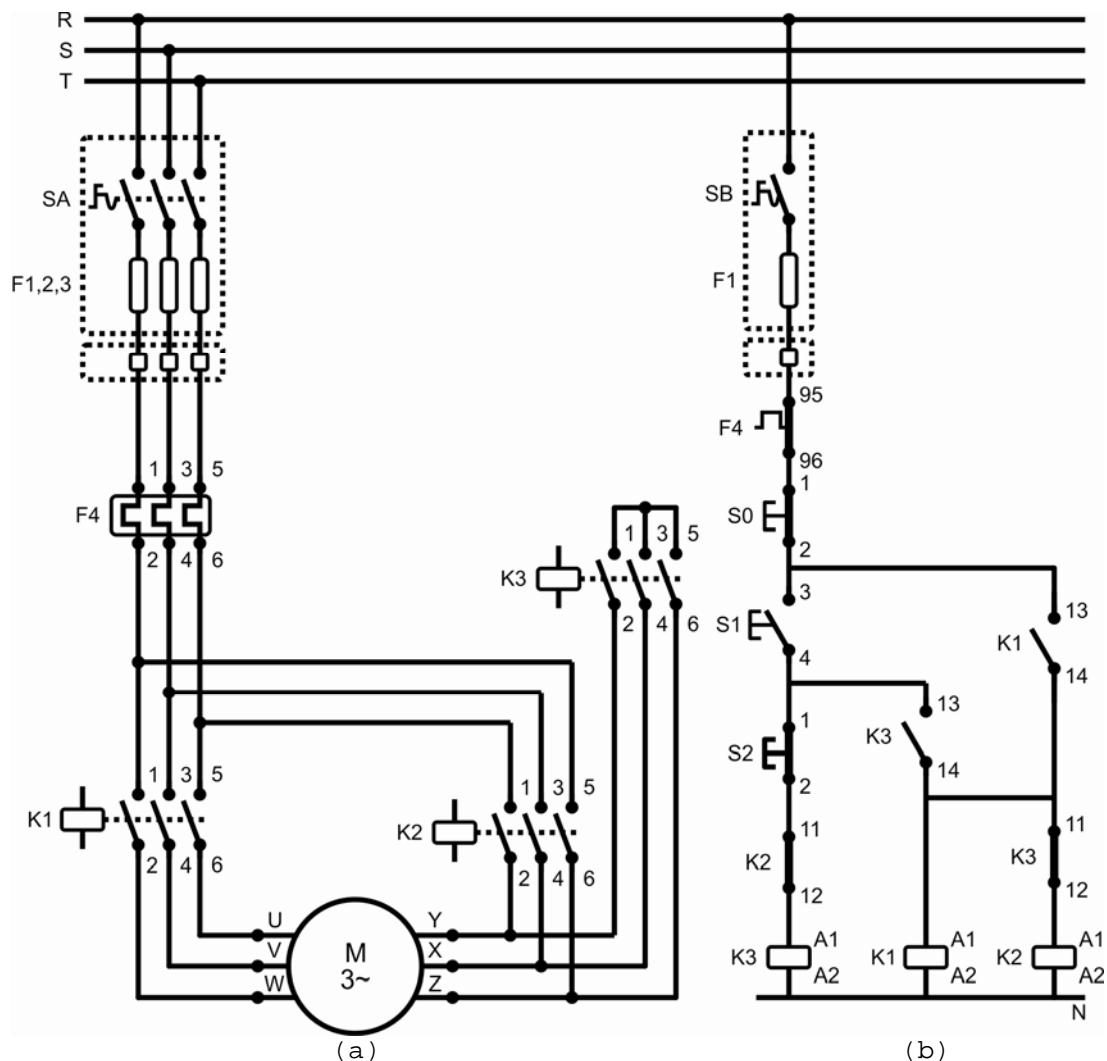


Figura 23. Esquemas de ligação para partida estrela-triângulo a contactor;
a) circuito de força e b) circuito de comando.

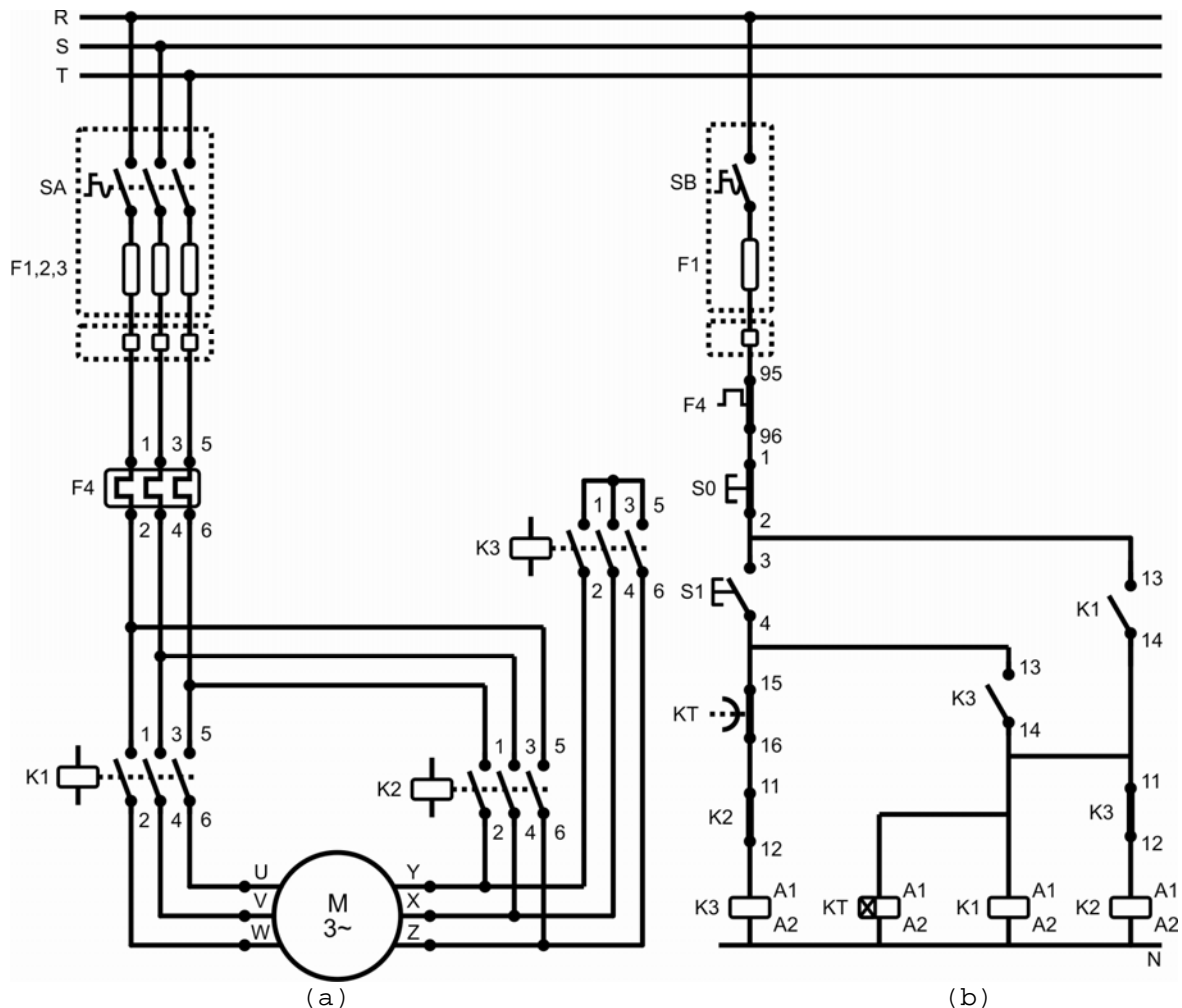


Figura 24. Esquemas de ligação para partida estrela-triângulo temporizada a contactor; a) circuito de força e b) circuito de comando.

6.13. Partida Estrela-Triângulo a Contactor com Reversão do Sentido de Rotação - Comando Temporizado

6.13.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (380/660 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 02 Botões NA;
- 01 Botão NF;
- 01 Relé temporizado (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 02 Contactores tripolar 220 V (com três contatos auxiliares 2NA+1NF);
- 02 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NF);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.13.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;

- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentada na figura 25(a), observe que neste tipo de ligação serão necessários dois tipos de conexões diferentes entre as bobinas do estator, sendo a ligação em estrela para a partida, e a ligação em triângulo para o regime normal de funcionamento do motor;
- Verifique cuidadosamente os esquemas de montagem da placa e do guia, observando quais as conexões necessárias para a ligação em estrela, e quais as conexões para a ligação em triângulo. Caso os esquemas sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 25(a) e 25(b);
- Ajuste o tempo de acionamento do relé temporizado para cerca de 05 segundos;
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1(NA) apresentada na figura 25(b), realizando assim uma ligação em estrela;
- Após cerca de 05 segundos (tempo que o rotor atinge uma velocidade próxima da nominal) o temporizado deverá realizar a ligação em triângulo automaticamente, observe qual o sentido de rotação do eixo;
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF).
- Coloque o motor para funcionar em sentido contrário, através do acionamento da botoeira S2(NA) apresentada na figura 25(b), realizando assim uma ligação em estrela, e cerca de 05 segundos após, o temporizado deverá realizar a ligação em triângulo automaticamente, observe qual o sentido de rotação do eixo, o sentido de rotação deve ser diferente do anterior;

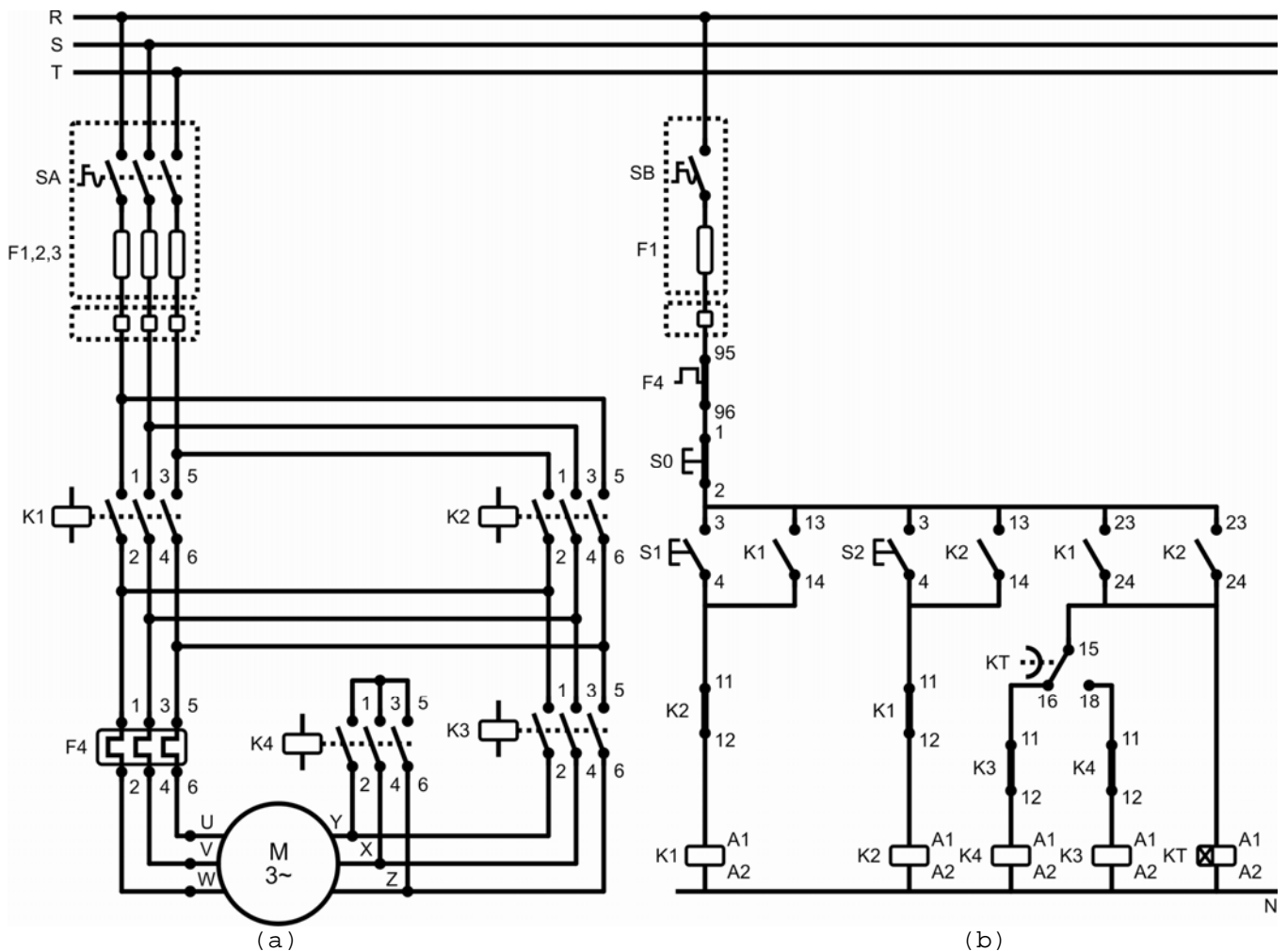


Figura 25. Esquemas de ligação para partida estrela-triângulo temporizada a contactor com reversão do sentido de rotação; a) circuito de força e b) circuito de comando.

6.14. Motor trifásico com ciclo perpétuo

6.14.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor trifásico (220/380 V) com 6 terminais;
- Elementos de proteção do circuito (fusíveis e disjuntores);
- 01 Botoeira NA;
- 01 Botoeira NF;
- 01 Relé temporizado (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé temporizado (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF);
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA);
- 01 Relé térmico;
- 01 Multímetro ou voltímetro de teste;
- Fios ou cabos.

6.14.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor, nela devem estar contidos todos os parâmetros necessários ao funcionamento perfeito do motor. Os parâmetros devem ser seguidos a rigor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com esquema de ligação apresentado na figura 26(a);
- Caso os esquemas de montagem da placa e do guia sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 26(a) e 26(b);
- Depois de concluídas as ligações elétricas, ajuste o time dos temporizadores e coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1(NA) apresentada na figura 26(b);
- Circuito irá funcionar em um ciclo perpétuo, energizando e desenergizando automaticamente de acordo com o tempo pré-estabelecido nos temporizadores;
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF) e observe que os circuitos de comando e de força (motor) serão completamente desenergizados.

6.15. Partida Série-Paralelo de um Motor Trifásico a Contactor - Comando Temporizado

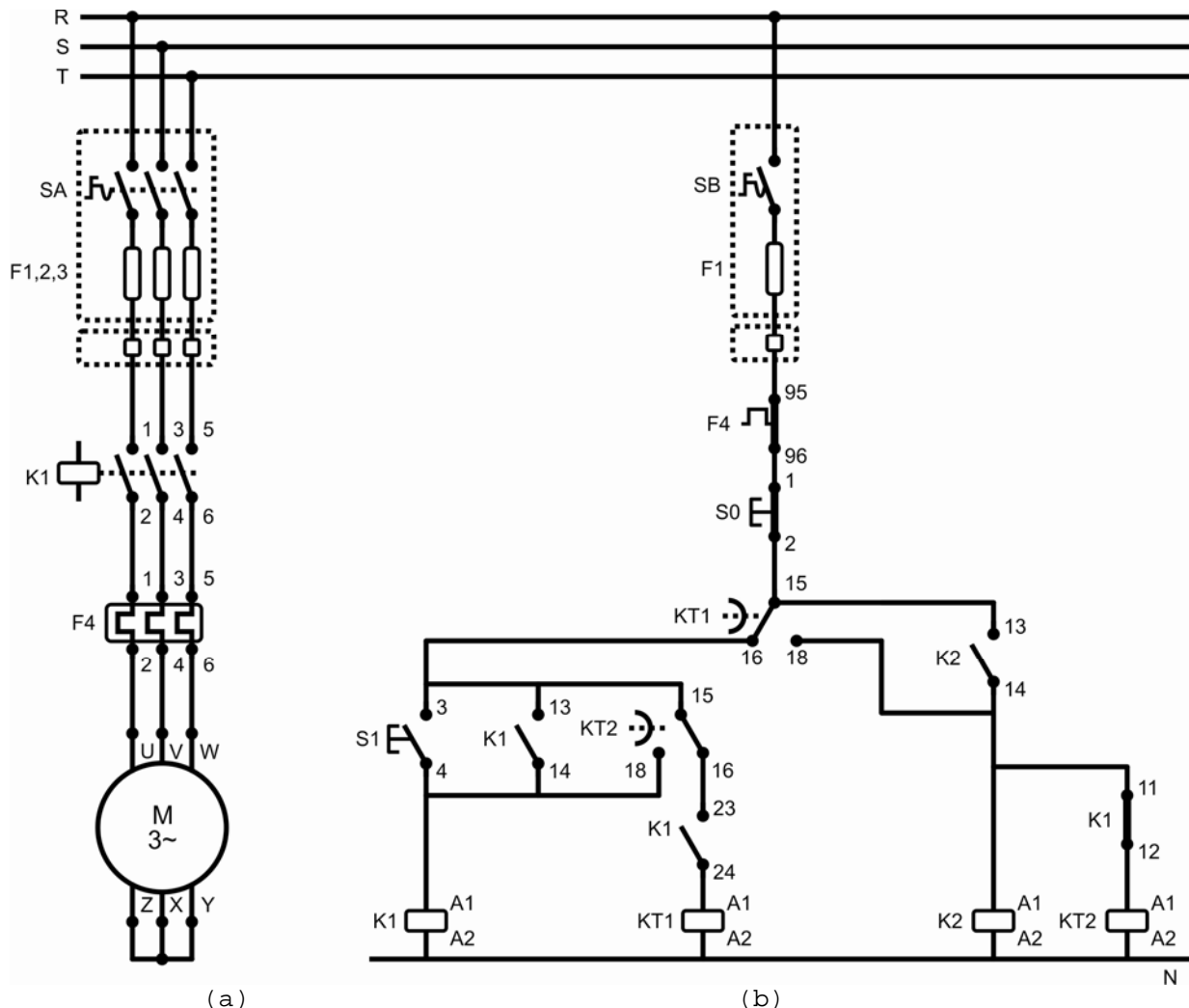
6.15.1. Material necessário à realização da tarefa

- 01 Motor Trifásico (220/380/440/760V)
- 01 Botoeira NF
- 01 Botoeira NA
- 01 Contactor tripolar 220 V (com dois contatos auxiliares 1NA+1NF)
- 02 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NF)
- 01 Contactor tripolar 220 V (com um contato auxiliar 1NA)
- 01 Relé térmico
- Fios ou cabos

- 01 Multímetro ou voltímetro de teste.

6.15.2. Procedimentos

- Verifique com auxílio do multímetro (voltímetro) qual é o nível de tensão da rede;
- Verifique a placa de dados do motor;
- Verifique se o esquema de ligação da placa do motor confere com o esquema de ligação apresentada na figura 27(a), observe que neste tipo de ligação serão necessários dois tipos de conexões diferentes entre as bobinas do estator, sendo a ligação em estrela-série para a partida, e a ligação em estrela-paralelo para o regime normal de funcionamento do motor;
- Verifique cuidadosamente os esquemas de montagem da placa e do guia, observando quais as conexões necessárias para a ligação em estrela-série, e quais as conexões para a ligação em estrela-paralelo. Caso os esquemas sejam iguais, faça as ligações elétricas adequadas, seguindo os esquemas de montagem apropriados e apresentados nas figuras 27(a) e 27(b);
- Ajuste o tempo de acionamento do relé temporizado para cerca de 05 segundos;
- Depois de concluídas as ligações elétricas, coloque o motor para funcionar, através do acionamento da botoeira S1(NA) apresentada na figura 27(b), realizando assim uma ligação em estrela-série;



(a) (b)
 Figura 26. Esquemas de ligação para ciclo perpétuo;
 a) circuito de força e b) circuito de comando.

- Após cerca de 05 segundos (tempo que o rotor atinge uma velocidade próxima da nominal) o temporizado deverá realizar a ligação em estrela-paralelo automaticamente;
- Desligue o motor, através do acionamento da botoeira S0(NF).

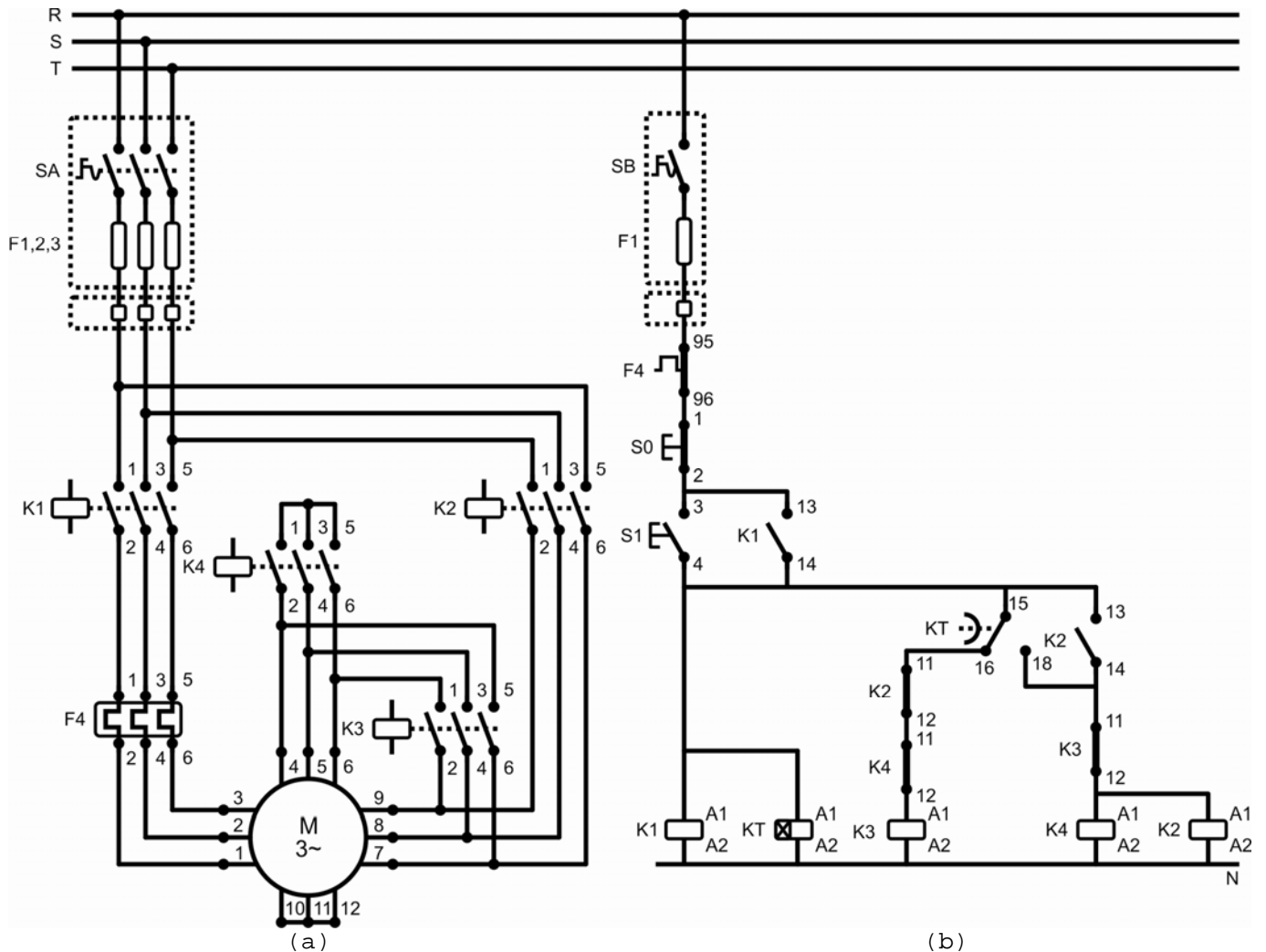


Figura 27. Esquemas de ligação para partida série paralelo - estrela temporizada a contactor; a) circuito de força e b) circuito de comando.

7. Quadro Simulador de Defeitos

7.1. Quadro Simulador de Defeitos do Laboratório

7.1.1. Material Necessário à Realização da Tarefa

- 01 Quadro simulador de defeitos contendo um sistema completo composto por três motores trifásicos. Serão utilizados os tipos de ligações partida direta; partida direta com reversão do sentido de rotação e partida estrela-triângulo com reversão do sentido de rotação.

7.1.2. Procedimentos

- Na figura 28, o projeto é mostrado com os tipos de partida de motores. Revise em casa, os circuitos de acionamentos dos motores apresentados no projeto do quadro simulador de defeitos do laboratório;
- Escreva no papel cada esquema de ligação e seqüência de acionamento dos contactores;
- Solicite do professor o teste de funcionamento dos motores elétricos;

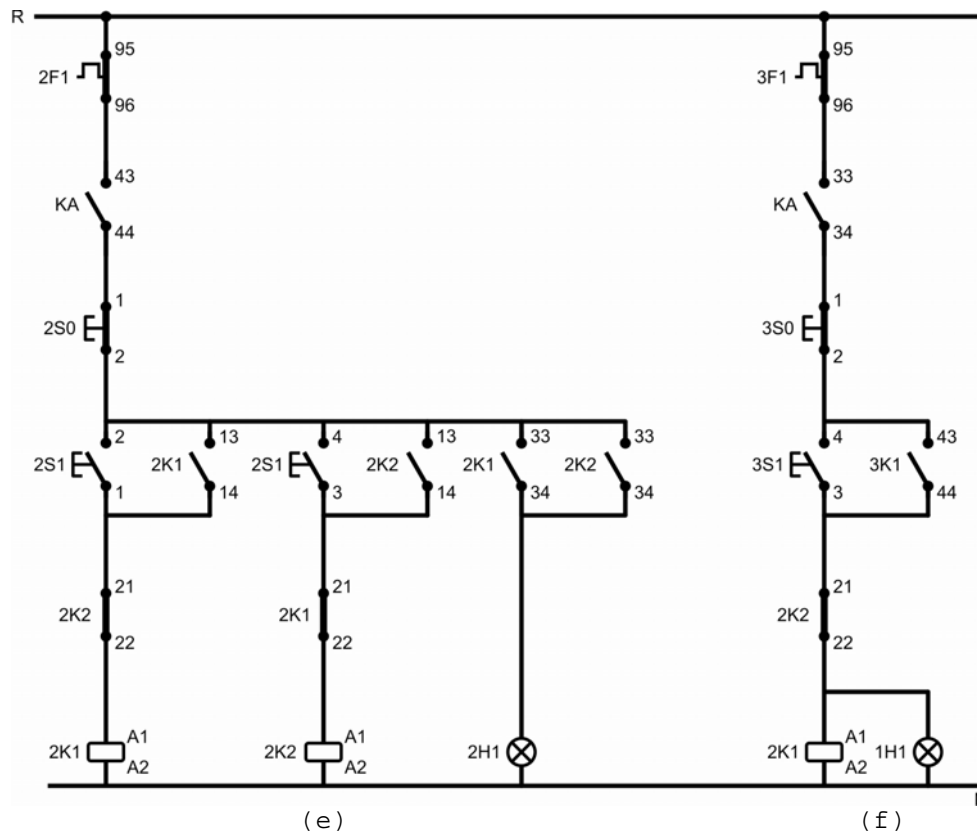


Figura 28 - Circuitos de comando e de força utilizados no quadro simulador de defeitos: a) circuito de força para partida estrela-triângulo com reversão do sentido de rotação; b) circuito de força para partida direta com reversão do sentido de rotação; c) circuito de força para partida direta do motor; d) partida estrela-triângulo com reversão do sentido de rotação; e) partida direta com reversão do sentido de rotação e; f) partida direta do motor;

7.2. Quadro Simulador de Defeitos da WEG

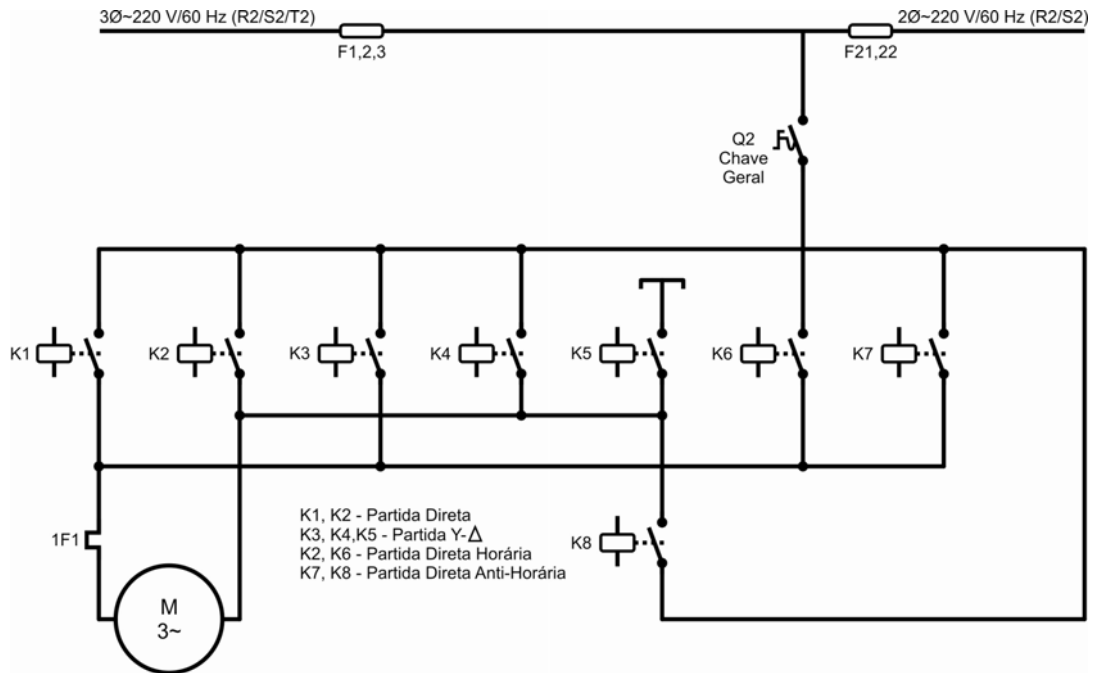
7.2.1. Material Necessário à Realização da Tarefa

- 01 Quadro simulador de defeitos contendo um sistema completo composto por um motor trifásico. Serão utilizados os tipos de ligações partida direta; partida direta com reversão do sentido de rotação e partida estrela-triângulo.

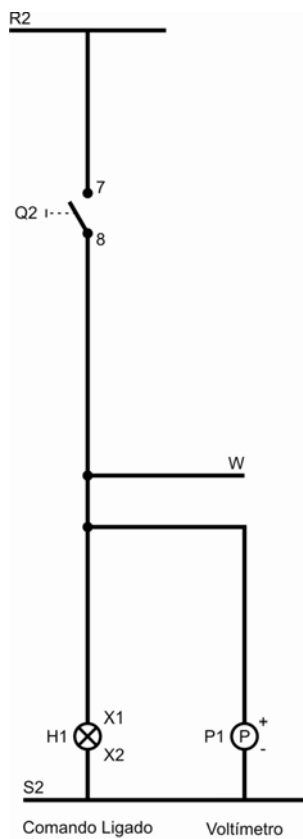
7.2.2. Procedimentos

- Na figura 29, o projeto é mostrado com os tipos de partida de motores. Revise em casa, os circuitos de acionamentos dos motores apresentados no projeto do quadro simulador de defeitos da WEG;
- Escreva no papel cada esquema de ligação e seqüência de acionamento dos contactores;
- Solicite do professor o teste de funcionamento dos motores elétricos;
- Caso o motor não esteja funcionando corretamente, solicite do professor o restabelecimento das condições de normais de uso;
- Solicite do professor a desenergização completa dos motores e a colocação de defeitos;
- Acione as botoeiras, procurando identificar quais os possíveis defeitos;
- Antes de manipular qualquer instrumento ou ferramenta, pense nos tipos de falhas que possam ter conduzido ao defeito. Reflita sobre os conhecimentos adquiridos nas montagens anteriores. Com certeza você tem amplas condições de solucionar os problemas ou criar uma lógica que conduza a solução.

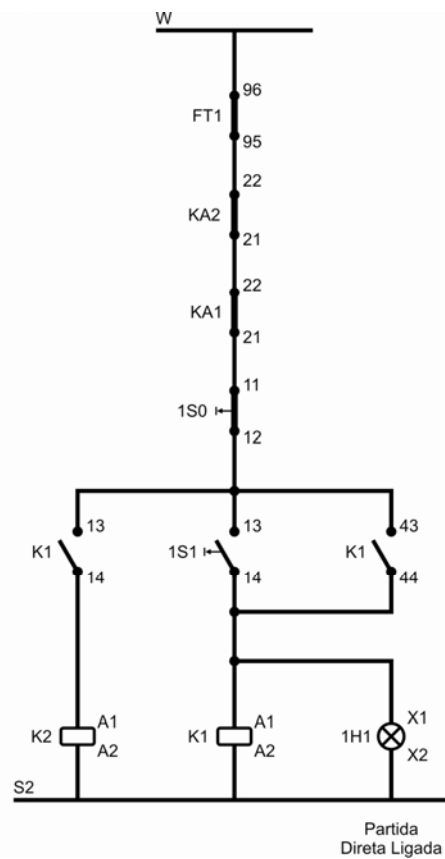
- Identifique os defeitos no circuito de comandos dos motores, solicite do professor a correção no circuito no quadro de defeitos e o funcionamento dos motores.



(a)



(b)



(c)

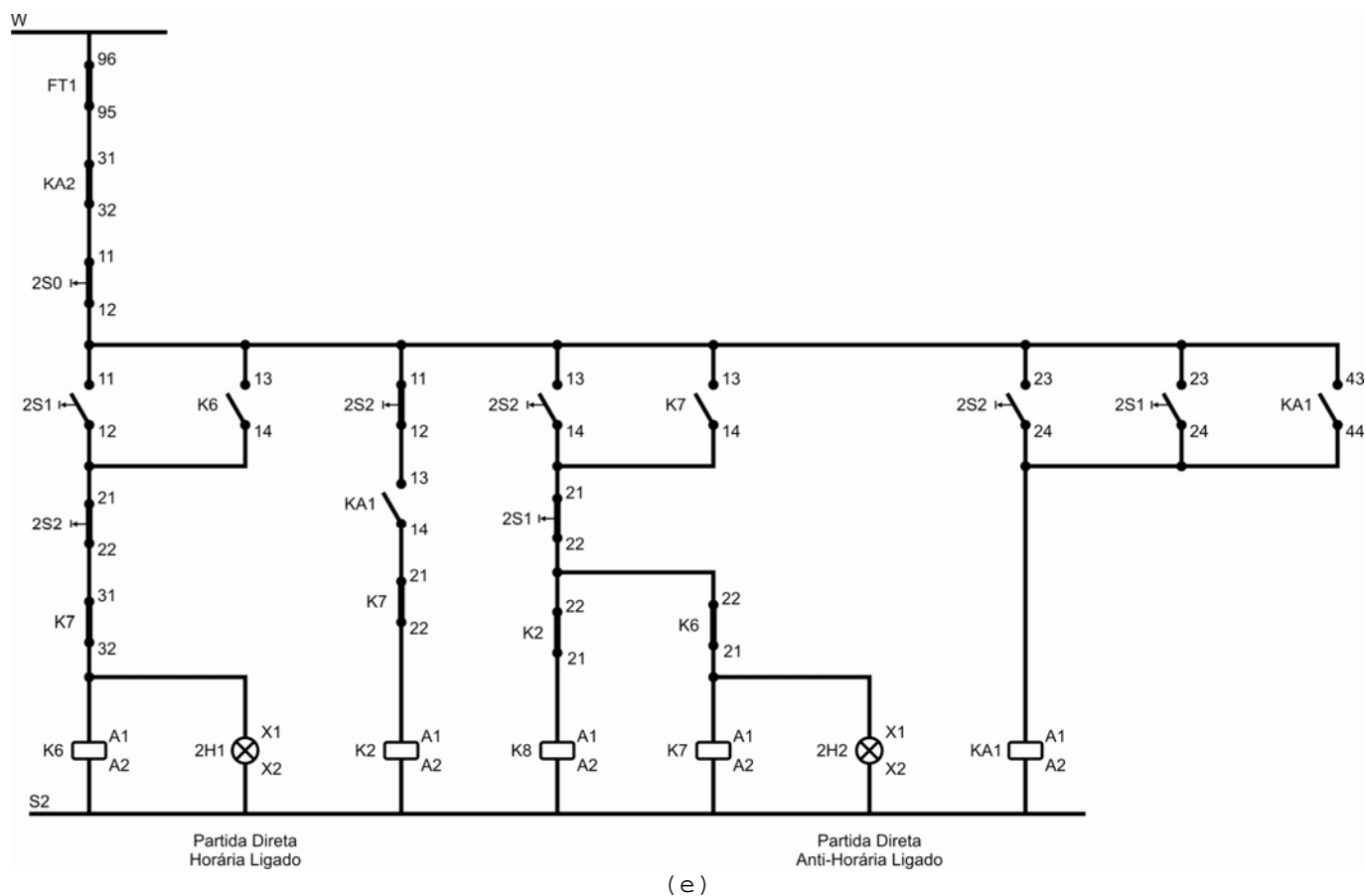
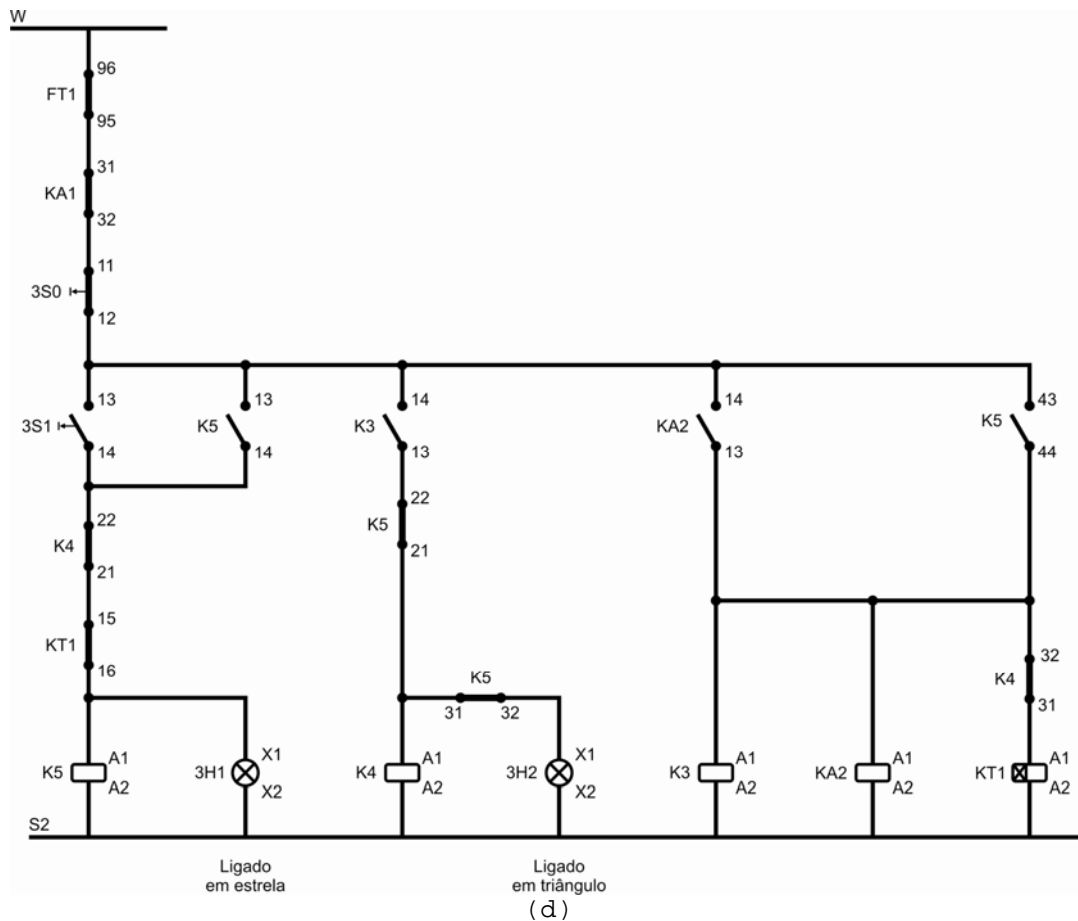


Figura 29. Circuitos de comando e de força utilizados no quadro simulador de defeitos da WEG: a) circuito de força comum a todos os circuitos de comando; b) circuito de comando comum a todos os outros circuitos; c) partida direta; d) partida estrela-triângulo e; e) partida direta com reversão do sentido de rotação;

Bibliografia

CARDÃO, C. **Instalações elétricas**. 5ª ed., Imprensa Universitária/UFMG. Belo Horizonte-MG. 1975.

CERQUEIRA, A. J. G. e ALVES, N. J. V. **Trabalho Prático de Investigação Motores de Indução, 2008**. Adaptado por Valdir Noll. Disponível no sítio da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra via URL: <http://www.cefetsc.edu.br/~vnoll/Motores%20de%20Inducao.htm>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. 15ª ed., LTC Editora. Rio de Janeiro-RJ, 2007.

Elétrica Básica. **Contactores**. Disponível na internet via URL: <http://www.eletricabasica.kit.net/contatores.htm>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

H.I.Fusi@. **Chave Faca**. Disponível na internet via URL: <http://www.hifusi.com.br/attachments/Image/chave%20tipo%20faca.jpg>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

KEHR, M. **Manual de comandos elétricos**. Recife-PE, SACTES (Serviço Alemão de Cooperação Técnica e Social). 1993.

Módulos instrucionais: **Eletricista instalador**. 1ª ed., SENAI. Rio de Janeiro-RJ. 1980.

SATO, F. **Eletrotécnica**. Disponível no sítio da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (UNICAMP) na internet via URL: <http://www.dsee.fee.unicamp.br/~sato/ET515/node86.html#SECTION00731000000000000000>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

Siemens. **Contactores**. Disponível na internet via URL: www.siemens.com. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

Siemens. **Seminários Técnicos 2003, Engenheiros e Projetistas**. Módulo 3S, Coordenação de Partidas de Motores Elétricos. 2003.

Van Valkenburgh, Nooger & Neville, Inc. **Eletricidade básica**. 5º vol., tradução de Paulo João Mendes Cavalcanti. Rio de Janeiro-RJ. 1982.

WEG. **Contactores auxiliares**. Disponível no sítio da WEG via URL: <http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Automacao>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009.

WIKIPEDIA. **Disjuntores**. Disponível na internet via URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Disjuntor>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009c.

WIKIPEDIA. **Eletroímã**. Disponível na internet via URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletro%C3%ADm%C3%A3>. Arquivo capturado em fevereiro de 2009a.

WIKIPEDIA. **Motor Monofásico**. Disponível na internet via URL: http://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_monof%C3%AAsico. Arquivo capturado em fevereiro de 2009b.

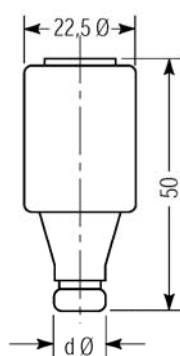
Anexos

- 06 Fusíveis diazed - 6 A;

Tamanho NBR 9156 DIN 49515	Corrente nominal (A)	Tipo	Código de cor	Para bases
D II	2	5SB2 11	Rosa	Rôscas E27
	4	5SB2 21	Marrom	
	6	5SB2 31	Verde	
	10	5SB2 51	Vermelho	
	16	5SB2 61	Cinza	
	20	5SB2 71	Azul	
	25	5SB2 81	Amarelo	



Dimensões (mm)



Tamanho NBR 9156 DIN 49515	Corrente nominal (A)	Dimensão dØ (mm)
D II	2	6
	4	6
	6	6
	10	8
	16	10
	20	12
	25	14

Figura 30. Fusível Diazed.

ANEXO B

Guia de Instalações Elétricas

Prediais



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
Grupo de Sistemas Elétricos
Laboratório de Alta Tensão

LABORATÓRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Guia de Instalações Elétricas Prediais

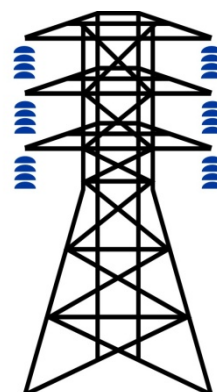
Autoria:

Edson Guedes da Costa
Ronimack Trajano de Souza

Revisão de Fevereiro de 2009:

Arimatêa Araújo Nunes
Tarso Vilela Ferreira
Pablo Bezerra Vilar

GSE
Grupo de Sistemas Elétricos



ÍNDICE

<u>Simbologia Gráfica Utilizada nas Tarefas</u>	4
<u>1. Emenda de Condutores em Prosseguimento</u>	5
1.1. Material Utilizado.....	5
1.2. Introdução.....	5
1.3. Procedimentos.....	5
<u>2. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por um Interruptor de uma Seção</u>	6
2.1. Material Utilizado.....	6
2.2. Introdução.....	6
2.3. Procedimentos.....	7
<u>3. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por um Interruptor de uma Seção Conjugado com uma Tomada</u>	8
3.1. Material Utilizado.....	8
3.2. Introdução.....	8
3.3. Procedimentos.....	8
<u>4. Instalação de duas Lâmpadas Incandescentes Acionadas por um Interruptor de duas Seções</u>	9
4.1. Material Utilizado.....	9
4.2. Introdução.....	9
4.3. Procedimentos.....	9
<u>5. Instalação de duas Lâmpadas Incandescentes Acionadas por um Interruptor de uma Seção</u>	10
5.1. Material Utilizado.....	10
5.2. Introdução.....	10
5.3. Procedimentos.....	10
<u>6. Instalação de duas Lâmpadas Incandescentes Acionadas por um Interruptor de duas Seções Conjugado com uma Tomada</u>	11
6.1. Material Utilizado.....	11
6.2. Introdução.....	11
6.3. Procedimentos.....	11
<u>7. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por Interruptores Paralelo ou "Three-Way"</u>	12
7.1. Material Utilizado.....	12
7.2. Introdução.....	12
7.3. Procedimentos.....	12
<u>8. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por Interruptores "Three-Way" e "Four-Way"</u>	13
8.1. Material Utilizado.....	13
8.2. Introdução.....	13
8.3. Procedimentos.....	13












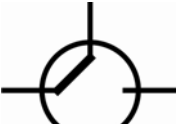

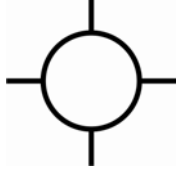







<u>9. Instalação de uma Campainha ou Cigarra</u>	14
9.1. Material Utilizado.....	14
9.2. Introdução.....	14
9.3. Procedimentos.....	14
<u>10. Instalação de Lâmpada Acionada por Fotocélula</u>	14
10.1. Material Utilizado.....	14
10.2. Fundamentação Teórica.....	14
10.3. Procedimentos.....	15
<u>11. Instalação de uma Lâmpada Fluorescente de 40 W com Reator do Tipo Comum</u>	15
11.1. Material Utilizado.....	15
11.2. Introdução.....	15
11.3. Funcionamento.....	16
11.4. Procedimentos.....	17
<u>12. Instalação de duas Lâmpadas Fluorescentes de 40 W com Reatores do Tipo Comum, Acionadas por um Interruptor de uma Seção</u>	17
12.1. Material Utilizado.....	17
12.2. Introdução.....	17
12.3. Procedimentos.....	17
<u>13. Instalação de duas Lâmpadas Fluorescentes de 40 W com Reator duplo do Tipo Partida Rápida</u>	18
13.1. Material Utilizado.....	18
13.2. Introdução.....	18
13.3. Procedimentos.....	18
<u>Bibliografia</u>	20
<u>Anexos</u>	21

Simbologia Gráfica Utilizada nas Tarefas

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

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

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

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

1. Emenda de Condutores em Prosseguimento

1.1. Material Utilizado

- Fios;
- 01 alicate universal;
- 01 alicate de bico;
- Fita isolante;
- 01 canivete ou estilete.

OBSERVAÇÃO: em anexo, encontra-se uma lista detalhada de todos os materiais que os alunos terão que adquirir para realizar as montagens deste guia.

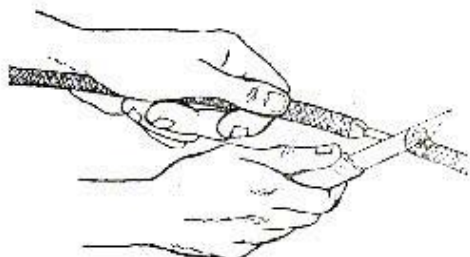
1.2. Introdução

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

1.3. Procedimentos

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

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



(a)

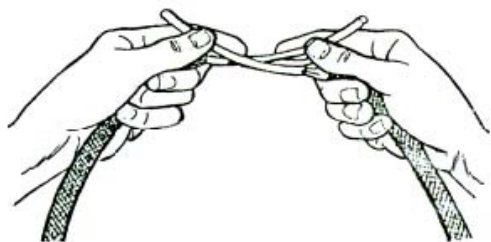


(b)

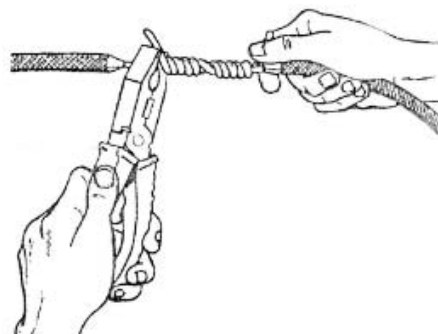
Figura 1, (a) e (b) - Desencapando as pontas dos condutores.

2º Passo: Limpe os condutores, retirando os restos do isolamento. Caso o condutor apresente oxidação na região da emenda, raspe o condutor com as costas da lâmina, a fim de eliminar a oxidação. O procedimento que pode ser visualizado na Figura 1(b).

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



(a)



(b)

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

3º Passo: Emende os condutores, cruzando as pontas dos mesmos, conforme mostrado na Figura 1(c) e em seguida torça uma sobre a outra em sentido oposto. Cada ponta deve dar aproximadamente seis voltas sobre o condutor, no mínimo. Complete a torção das pontas com ajuda de um alicate, como mostrado na Figura 1(d). As pontas devem ficar completamente enroladas e apertadas no condutor, evitando-se assim que estas pontas perfurem o isolamento de acordo com a Figura 1(e).



Figura 1(e) - Emenda típica.

4º Passo: O isolamento da emenda deve ser iniciado pela extremidade mais cômoda. Prenda a ponta da fita e, em seguida, dê três ou mais voltas sobre a mesma, continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior. Continue enrolando a fita isolante sobre a camada isolante de PVC do condutor. A execução de uma emenda bem feita deve garantir que a camada isolante do condutor seja ultrapassada por uns dois centímetros. Corte a fita isolante, seguindo o procedimento de acordo com as Figura 1(f) e 1(g).



(a) (b)
Figura 1, (f) e (g) - Isolando os condutores.

2. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por um Interruptor de uma Seção

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

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

2.1. Material Utilizado

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

2.2. Introdução

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

O interruptor unipolar ou de uma seção é responsável pelo seccionamento de um único condutor. As normas exigem que o mesmo tenha mecanismo operado por mola, sob

tensão mecânica, de modo que o circuito seja aberto ou fechado rapidamente, em intervalo de tempo muito curto, evitando a formação do arco entre os contatos ou minimizando os seus efeitos.

Uma lâmpada incandescente apresenta dois terminais. Um em forma de rosca metálica e o outro na forma de um pequeno disco. O encaixe das lâmpadas será realizado através de um receptáculo. O receptáculo apresenta-se isolado externamente, com um contato na parte superior interna e com um cilindro metálico rosqueado. Assim, o receptáculo permite o contato elétrico na face superior com o pequeno disco metálico da lâmpada e entre as partes rosqueadas. Então, para energizar a lâmpada, basta conectar aos dois terminais os condutores fase e neutro. O condutor fase está submetido ao maior potencial, no nosso caso, 220 volts. O condutor neutro deve estar submetido ao potencial de 0 Volts. Lembre-se de verificar o nível de tensão da rede quando na instalação de qualquer equipamento elétrico.

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

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

2.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verificar se o circuito está desenergizado:

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

2º Passo: Passar o cabo-guia pelo eletroduto.

3º Passo: Coloque a respectiva fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar, mostrado na Figura 2(a) com o auxílio do cabo guia. O diagrama unifilar é um diagrama onde são mostrados os "caminhos" seguidos pelos condutores no interior dos eletrodutos, até os seus respectivos terminais.

4º Passo: Faça as conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor e emendas se necessário, seguindo o diagrama multifilar, mostrado na Figura 2(b). O diagrama multifilar é um diagrama, onde são mostrados os detalhes de ligação dos condutores, aos respectivos componentes do circuito. Lembre-se: as emendas caso contenham, devem ficar alojadas no interior das caixas e não dentro de eletrodutos. Para uma maior segurança no circuito, o fio a ser seccionado ou fio que vai ao interruptor, deve ser o fio fase, que pode ser identificado com o auxílio da chave néon.

5º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor.



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

3. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por um Interruptor de uma Seção Conjugado com uma Tomada

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

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

3.1. Material Utilizado

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

3.2. Introdução

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

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

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

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

3.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

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

2º Passo: Seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 3(a), coloque a respectiva fiação dentro do eletroduto com o auxílio do cabo guia.

3º Passo: Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor conjugado com a tomada e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 3(b). Lembre-se: as emendas caso contenham, devem ficar alojadas no interior das caixas e não dentro de eletrodutos. Para uma maior segurança no

circuito, o fio a ser seccionado ou fio que vai ao interruptor, deve ser o fio fase, que pode ser identificado com o auxílio da chave néon.

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor, e se possível, verifique se há tensão nos terminais da tomada.

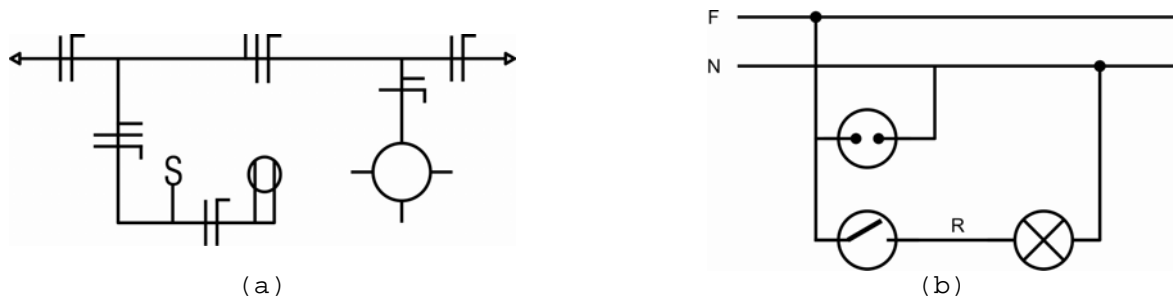


Figura 3. Instalação de uma lâmpada incandescente acionada por um interruptor de uma seção conjugado com uma tomada. (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

4. Instalação de duas Lâmpadas Incandescentes Acionadas por um Interruptor de duas Seções

4.1. Material Utilizado

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

4.2. Introdução

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

4.3 Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

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

2º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 4(a).

3º Passo: Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 4(b).

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando os interruptores.

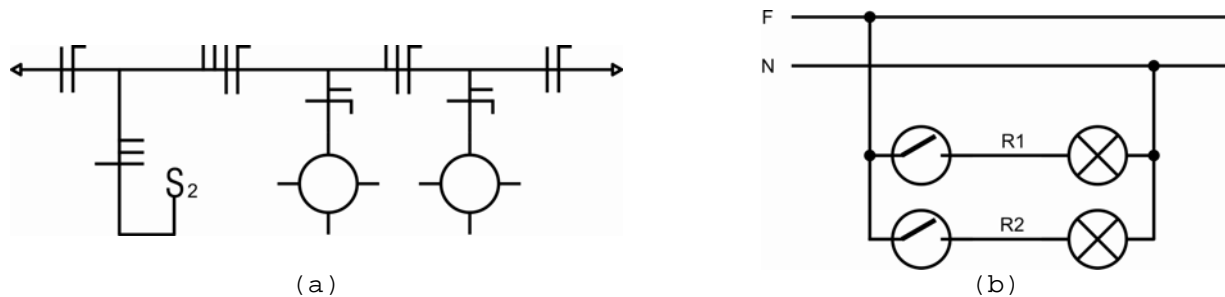


Figura 4. Instalação de duas lâmpadas incandescentes acionadas por um interruptor de duas seções. (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

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

5.1. Material Utilizado

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

5.2. Introdução

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

5.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

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

2º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 5(a).

3º Passo: Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 5(b).

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor.

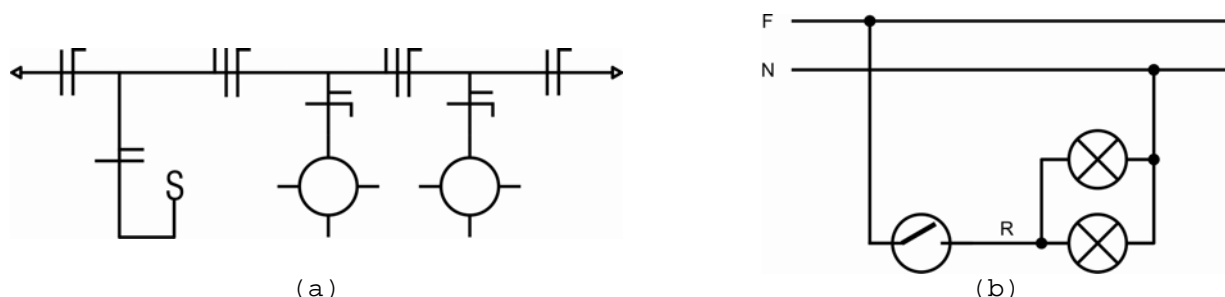


Figura 5. Instalação de duas lâmpadas incandescentes acionadas por um interruptor de uma seção. (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

6. Instalação de duas Lâmpadas Incandescentes Acionadas por um Interruptor de duas Seções Conjugado com uma Tomada

6.1. Material Utilizado

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

6.2. Introdução

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

6.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado:

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

2º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 6(a).

3º Passo: Faça as devidas conexões ao receptáculo, ao interruptor conjugado com a tomada e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 6(b).

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor, e se possível, verifique se há tensão nos terminais da tomada.

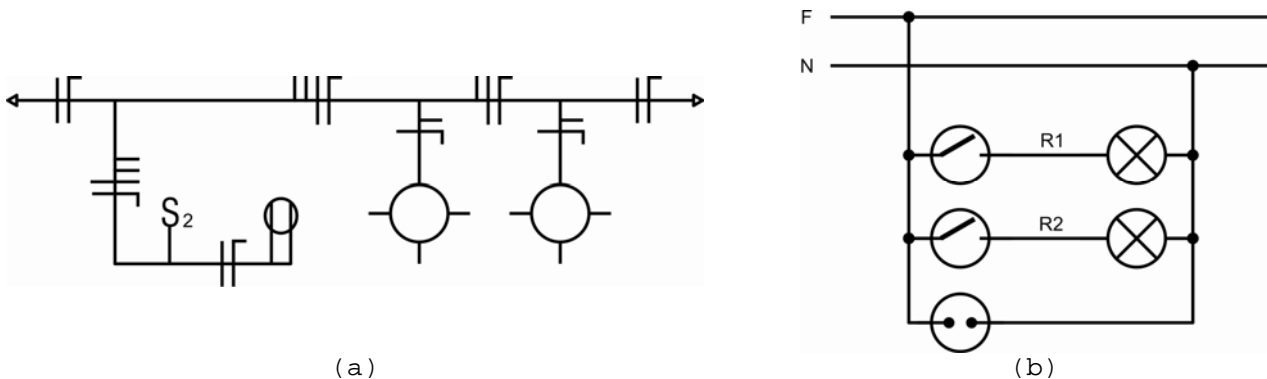


Figura 6. Instalação de duas lâmpadas incandescentes acionadas por um interruptor de duas seções conjugado com uma tomada. (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

7. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por Interruptores Paralelo ou "Three-Way"

7.1. Material Utilizado

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

7.2. Introdução

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

7.3. Procedimentos

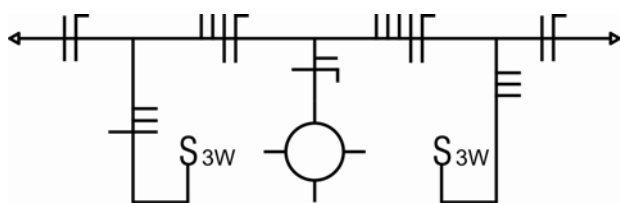
1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;

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

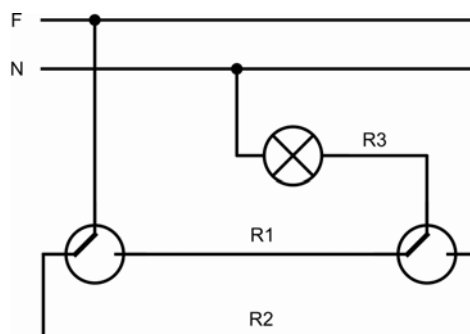
2º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 7(a).

3º Passo: Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, ao interruptor e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 7(b).

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando os interruptores. Para uma maior segurança, o fio a ser seccionado ou fio que vai a um dos interruptores, deve ser o fio fase. O fio fase deve ser conectado ao terminal central de um dos interruptores paralelo, o retorno, que vai ser conectado à lâmpada, deve ser conectado no terminal central do outro interruptor paralelo, como é mostrado no diagrama multifilar na Figura 7(b).



(a)



(b)

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

8. Instalação de uma Lâmpada Incandescente Acionada por Interruptores Three-Way e Four-Way

8.1. Material Utilizado

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

8.2. Introdução

Nesta tarefa, utilizar-se-á para acionar a lâmpada, além do interruptor paralelo ou three-way, um tipo especial de interruptor, o four-way ou "intermediário". Este possui quatro terminais e deve ser instalado entre dois interruptores three-way. A instalação de outros interruptores four-way permite o acionamento em diversos pontos, isto é, para cada novo four-way instalado, incrementa-se um ponto de acionamento adicional. Esta configuração é usada em ambientes, onde se deseja acionar lâmpadas de três ou mais lugares distintos, como em galpões grandes com mais de duas portas de acesso, onde se deve colocar um interruptor perto de cada porta.

8.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;

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

2º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 8(a).

3º Passo: Faça as devidas conexões no receptáculo ou no soquete, nos interruptores e as emendas se necessário. Para uma maior segurança, o fio a ser seccionado ou fio que vai ao interruptor three-way, deve ser o fio fase. O fio fase deve ser conectado ao terminal central de um dos interruptores three-way, o retorno que vai à lâmpada deve ser conectado ao terminal central do outro interruptor three-way, e o interruptor four-way terá seus bornes conectados aos interruptores three-way, como mostrado no diagrama multifilar na Figura 8(b). O acionamento do interruptor four-way permite a inversão do caminho da corrente elétrica. Na Figura 8(b) as linhas tracejadas representam os caminhos possíveis da corrente elétrica.

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando os interruptores.

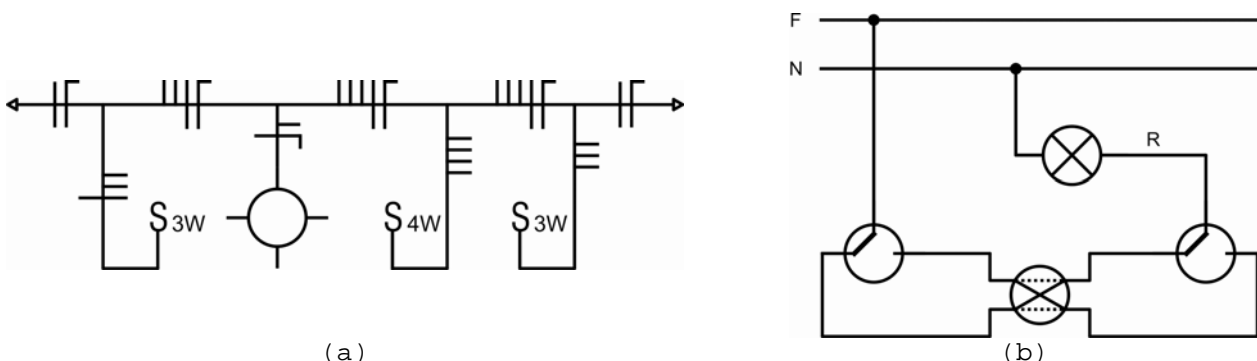


Figura 8. Instalação de uma lâmpada incandescente acionada por interruptores three-way e four-way. (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

9. Instalação de uma Campainha ou Cigarra

9.1. Material Utilizado

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

9.2. Introdução

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

9.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio da chave néon, verifique se o circuito está desenergizado;

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

2º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 9(a).

3º Passo: Faça as devidas conexões à campainha ou cigarra, ao interruptor e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 9(b).

4º Passo: Energize o circuito acionando o disjuntor, e teste-o acionando o interruptor.

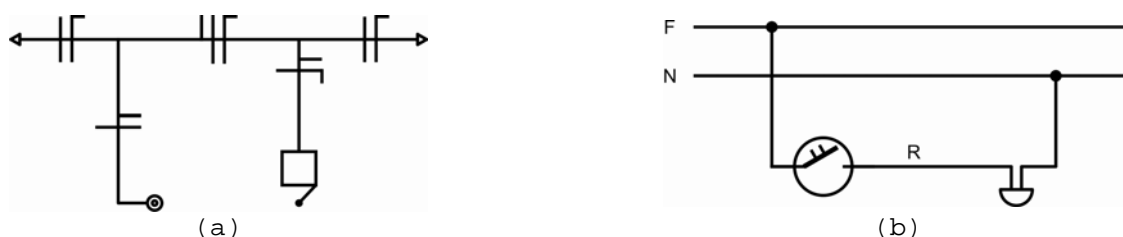


Figura 9 - Instalação de uma campainha ou cigarra.
(a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

10. Instalação de Lâmpada Acionada por Fotocélula

10.1. Material Utilizado

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

10.2. Fundamentação Teórica

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

10.3. Procedimentos

1º Passo: Com o auxílio do cabo guia, coloque a fiação dentro do eletroduto, seguindo o diagrama unifilar mostrado na Figura 10(a).

2º Passo: Faça as devidas conexões ao receptáculo ou soquete, a fotocélula e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 10(b).

3º Passo: A fim de testar o circuito, utilize um dispositivo emissor de luz, externo ao circuito, que emita raios de luz sobre a fotocélula. Se a lâmpada for acionada, o circuito não está montado corretamente. Interrompa a passagem de luz para o elemento fotossensível para que a lâmpada seja acionada. Leia as instruções de teste contidas no "corpo" da fotocélula, e siga-as a fim de verificar o seu funcionamento.

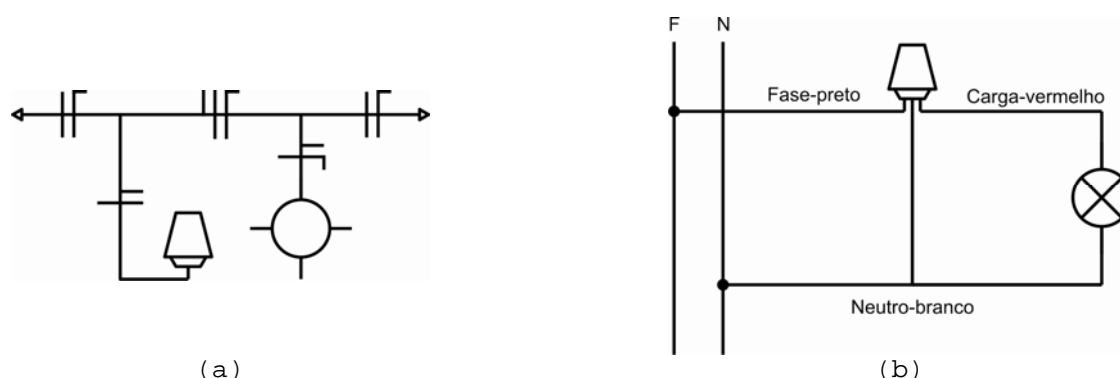


Figura 10. Instalação de lâmpada acionada por fotocélula.
(a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

11. Instalação de uma Lâmpada Fluorescente de 40 W Com Reator do Tipo Comum

11.1. Material Utilizado

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

11.2. Introdução

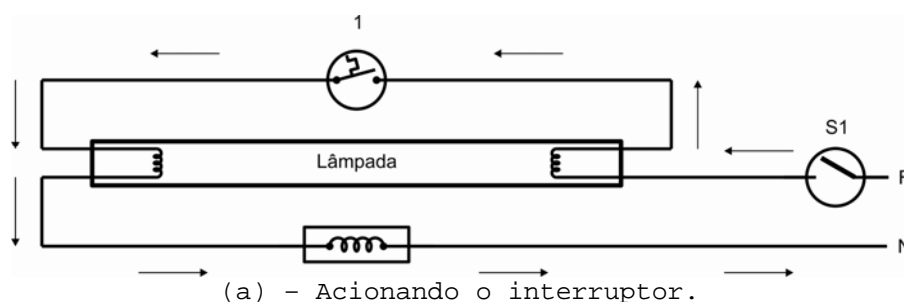
Normalmente, a iluminação de grandes recintos não se faz mais com lâmpadas incandescentes, por causa do intenso calor produzido, e pelo baixo rendimento de iluminação. Dependendo das características do recinto pode-se aplicar lâmpadas fluorescentes ou outro tipo de lâmpadas de descargas.

Uma fonte de iluminação fluorescente é um aparelho de iluminação composto de lâmpada fluorescente, calha, starter, receptáculo, reator e acessórios de iluminação. A calha serve de suporte para lâmpada. O starter, quando necessário, atua como interruptor automático, abrindo o circuito dos filamentos lâmpada, depois do tempo necessário ao aquecimento. Ele é composto de ampola de vidro com gás néon, geralmente, contendo dois contatos e um pequeno capacitor. Os dois contatos se apresentam com um fixo e outro móvel. O contato móvel é fabricado com lâminas de

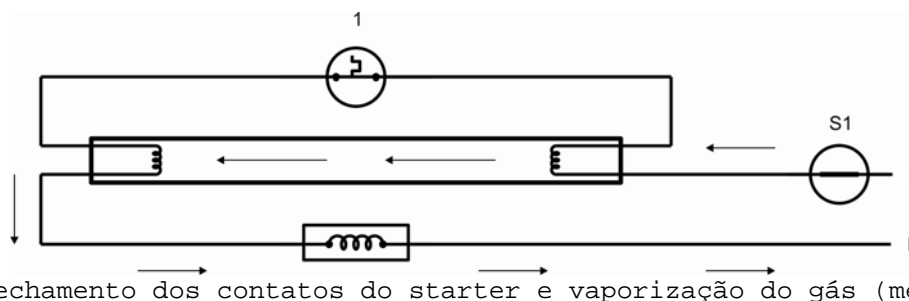
materiais com coeficientes de dilatação diferentes, por isso são chamados de bimetálico. Quando o contato móvel se aquece, sua ponta distende-se, encostando-se no contato fixo e, quando esfria, volta a posição normal. O receptáculo é uma peça moldada em baquelite ou em plástico com contatos elétricos. Nos contatos elétricos são introduzidos os pinos das lâmpadas e bornes para ligar os condutores. Pode ser moldado, também com o suporte do starter, formando o receptáculo. O reator é um indutor montado em caixa de chapa de ferro e imerso em massa isolante, de onde saem os terminais (condutores). No reator pode-se encontrar os esquemas de ligação e características elétricas, tais como número de lâmpadas, tensão, fator de potência, potência, que devem ser obedecidas pelo instalador. O reator proporciona as duas tensões necessárias ao funcionamento da lâmpada. Existem os reatores comuns, que necessitam de starter; os de partida rápida, que dispensam o starter; e alguns tipos específicos.

11.3. Funcionamento

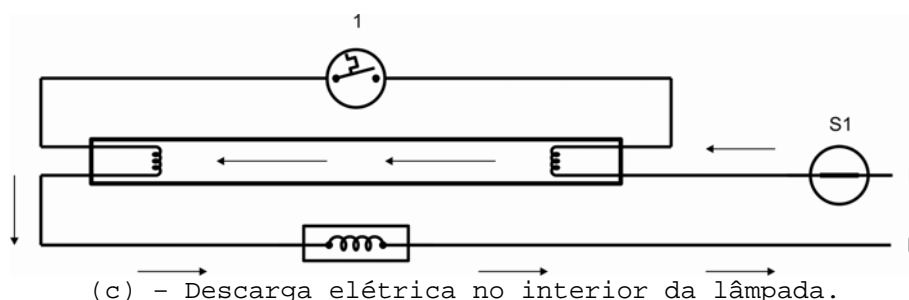
1ª fase: Fechando-se o interruptor (b1), forma-se um arco entre os contatos do interruptor térmico (starter) e a corrente elétrica circula pelo circuito, conforme as setas mostradas na Figura 11(a).



2ª fase: O calor de arco no starter (1) faz a lâmina bimetálica curvar-se e encostar-se no contato fixo fechando o circuito, como mostrado na Figura 11(b). Uma elevada corrente circula pelos filamentos aquecendo-os e o mercúrio se vaporiza.



3ª fase: O starter (1) esfria e abre o circuito, como mostrado na Figura 11(c). A interrupção brusca da corrente que circulava no circuito indutivo (reator) provoca uma sobretensão. A sobretensão juntamente com a baixa pressão (vapor de mercúrio) no interior da lâmpada promove a circulação de uma corrente elétrica entre os filamentos da lâmpada. Os choques dos elétrons com os átomos do gás produzem a emissão de raios ultravioleta, que são invisíveis. Porém, ao atravessarem a camada fluorescente das paredes do tubo de vidro, se transformam em luz visível.



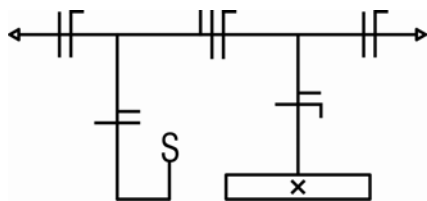
11.4. Procedimentos

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

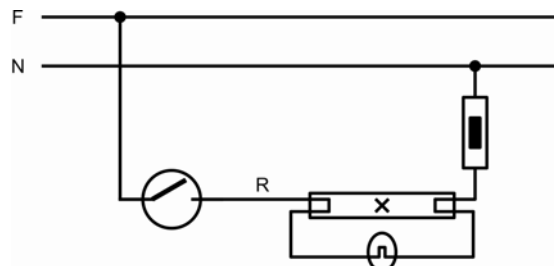
1º Passo: Observe no diagrama unifilar mostrado na Figura 11(d), com a respectiva distribuição dos fios entre o interruptor e o arranjo contendo a lâmpada.

2º passo: Monte o arranjo reator, starter, carcaça e lâmpada, fazendo as devidas conexões entre eles, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 11(e).

3º Passo: Energize o circuito e teste-o acionando o interruptor.



(d) - Diagrama unifilar.



(e) - Diagrama multifilar.

Figura 11. Instalação de uma lâmpada fluorescente de 40 W com reator do tipo comum.

12. Instalação de duas Lâmpadas Fluorescentes de 40 W com Reatores do Tipo Comum, Acionadas por um Interruptor de uma Seção

12.1. Material Utilizado

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

12.2. Introdução

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

12.3. Procedimentos

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

1º Passo: Observe no diagrama unifilar mostrado na Figura 12(a), a distribuição dos fios entre o interruptor e a lâmpada.

2º passo: Monte cada um dos arranjos: reator, starter, carcaça e lâmpada, fazendo as devidas conexões entre eles, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 12(b).

3º Passo: Energize o circuito e teste-o acionando o interruptor.

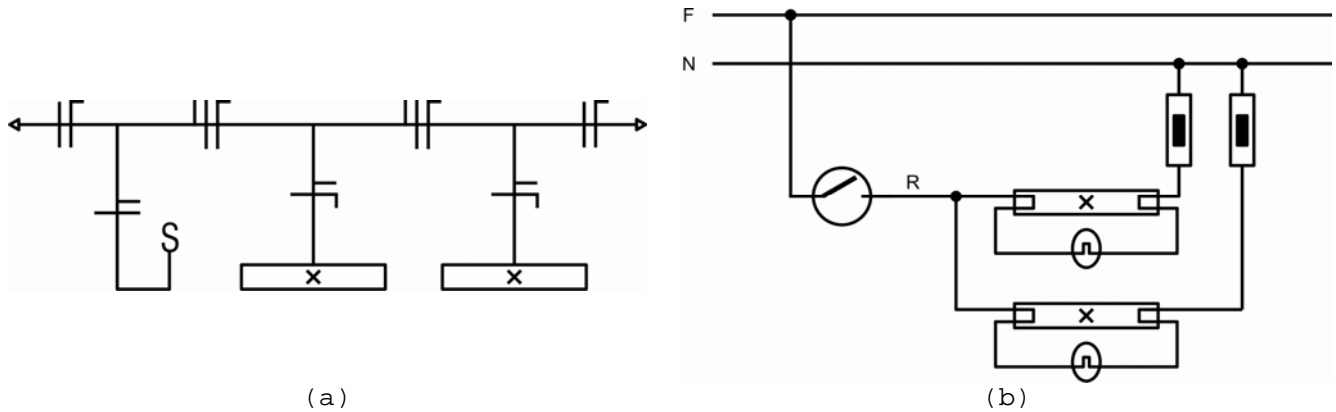


Figura 12. Instalação de duas lâmpadas fluorescentes de 40 W com reatores do tipo comum, acionadas por um interruptor de uma seção.
 (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

13. Instalação de duas Lâmpadas Fluorescentes de 40 W com Reator Duplo do Tipo Partida Rápida

13.1. Material Utilizado

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

13.2. Introdução

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

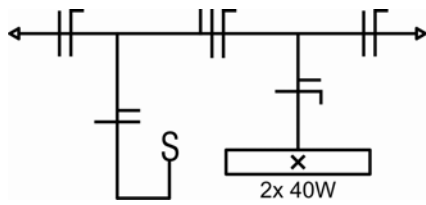
13.3. Procedimento

Esta tarefa será realizada em uma bancada.

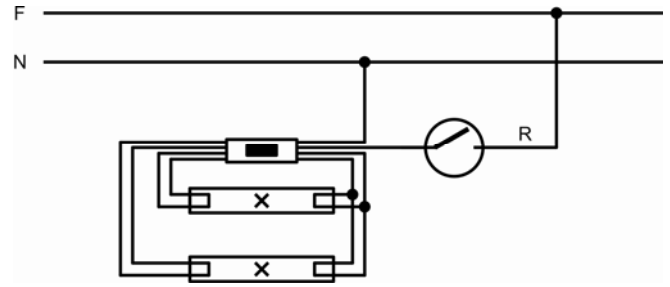
1º Passo: Verifique o esquema de ligação contido no reator. O esquema correto de ligação está contido no reator, caso o esquema contido no reator seja diferente do esquema mostrado na Figura 13(b), comunique ao professor, técnico ou monitor. Caso sejam iguais, proceda com a montagem.

2º Passo: Monte o arranjo reator, carcaça e lâmpadas, fazendo as devidas conexões entre eles, e emendas, se necessário, seguindo o diagrama multifilar mostrado na Figura 13(b).

3º Passo: Energize o circuito e teste-o acionando o interruptor.



(a)



(b)

Figura 13 - Instalação de duas lâmpadas fluorescentes de 40 W com reator duplo do tipo partida rápida. (a) - Diagrama unifilar. (b) - Diagrama multifilar.

Bibliografia

CREDER, H. **Instalações elétricas**. 15ª ed., Científicos Editora. Rio de Janeiro-RJ, 2007.

CARDÃO, C. **Instalações elétricas**. 5ª ed., Imprensa Universitária/UFMG. Belo Horizonte-MG. 1975.

Módulos instrucionais: **Eletricista instalador**. 1ª ed., SENAI. Rio de Janeiro-RJ. 1980.

Anexos

Material necessário para realização dos experimentos

- Fio rígido 1,5 mm²;
 - 6 m da cor azul-claro;
 - 8 m da cor preto;
 - 6 m de qualquer outra cor.
- 06 Fusíveis diazed - 6 A (ver figura 14);

Tamanho NBR 9156 DIN 49515	Corrente nominal (A)	Tipo	Código de cor	Para bases
D II	2	5SB2 11	Rosa	Rôscas E27
	4	5SB2 21	Marrom	
	6	5SB2 31	Verde	
	10	5SB2 51	Vermelho	
	16	5SB2 61	Cinza	
	20	5SB2 71	Azul	
	25	5SB2 81	Amarelo	



Dimensões (mm)		Tamanho NBR 9156 DIN 49515	Corrente nominal (A)	Dimensão dØ (mm)
	D II	2	6	
		4	6	
		6	6	
		10	8	
		16	10	
		20	12	
		25	14	

Figura 14. Fusível Diazed.

- 01 Alicates universal (ver figura 15);

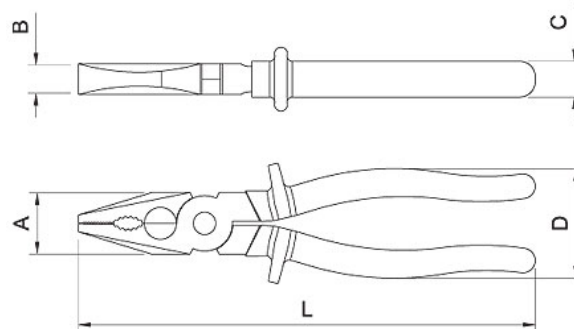


Figura 15. Alicates universal.

- Chave de fenda tipo néon (ver figura 16);



Figura 16. Chave de fenda tipo néon.

- 01 Chave de fenda pequena ($3 \leq A \leq 5$ mm) e 01 Chave de fenda média ($7 \leq A \leq 10$ mm) (ver figura 17);

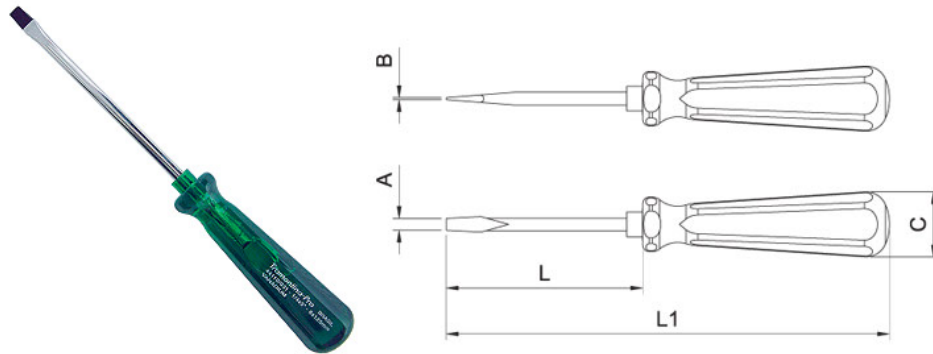


Figura 17. Chave de fenda pequena

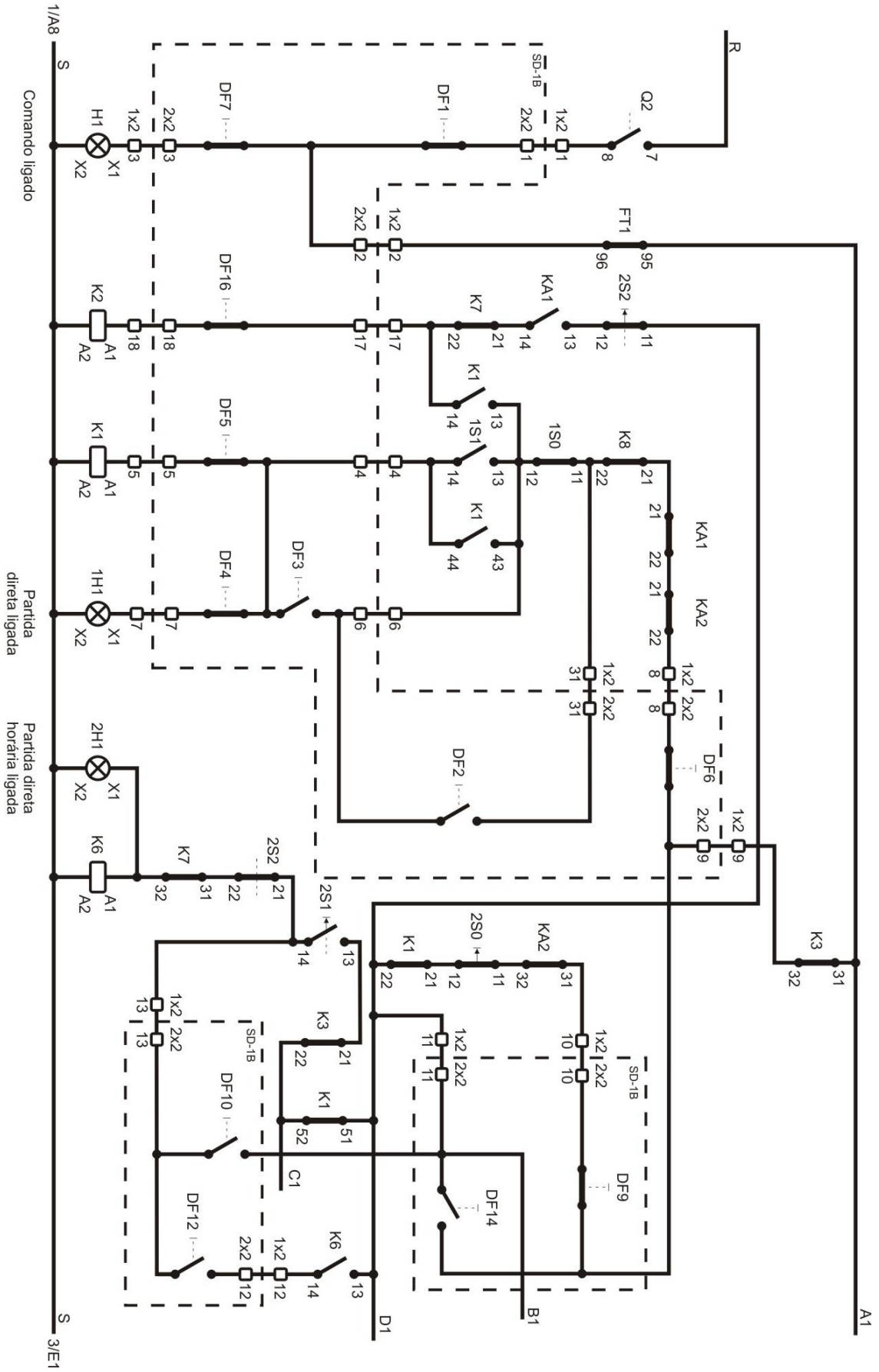
- 01 Chave tipo Philips ($3 \leq \phi A \leq 5$ mm) (ver figura 18).

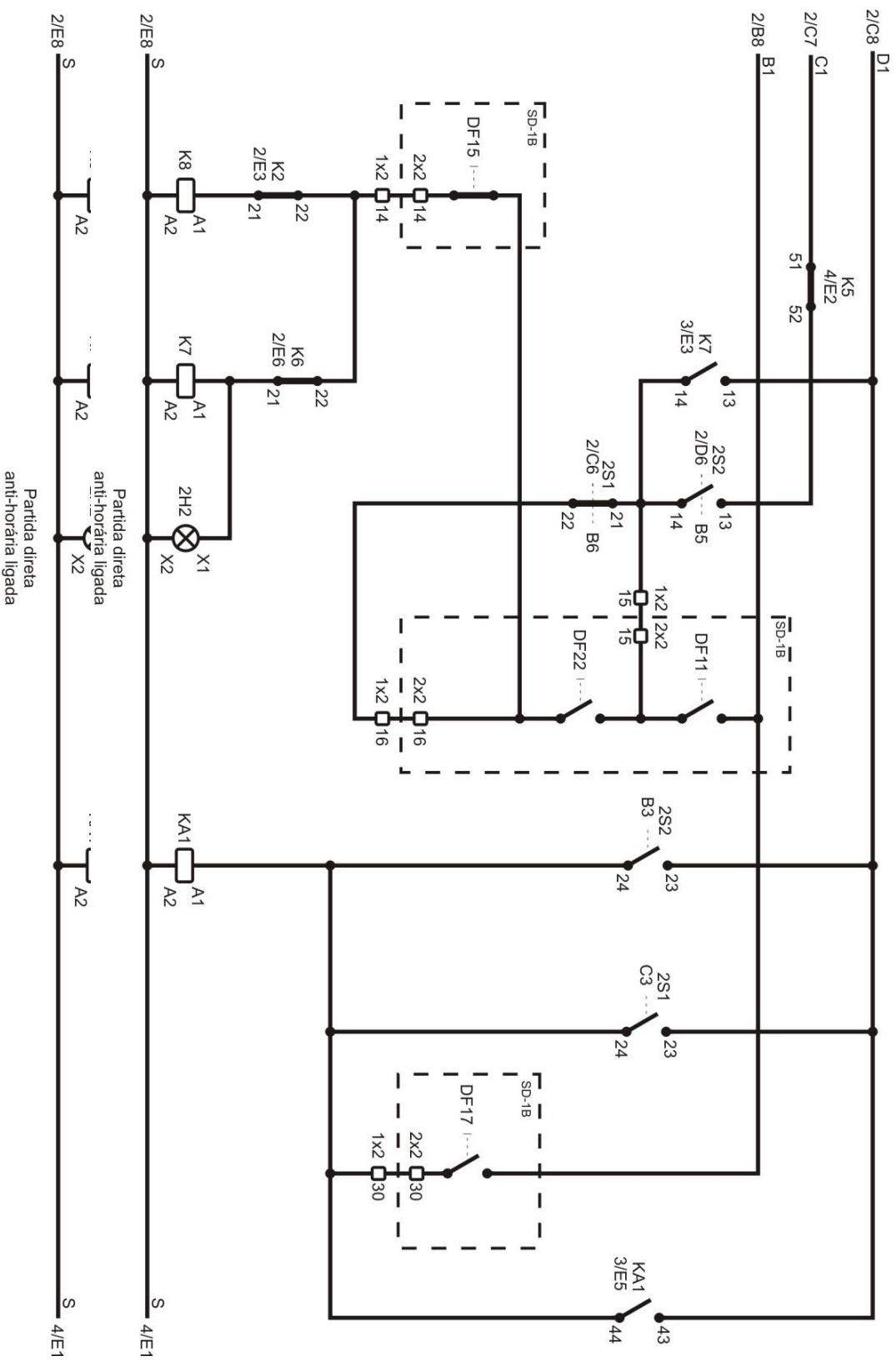


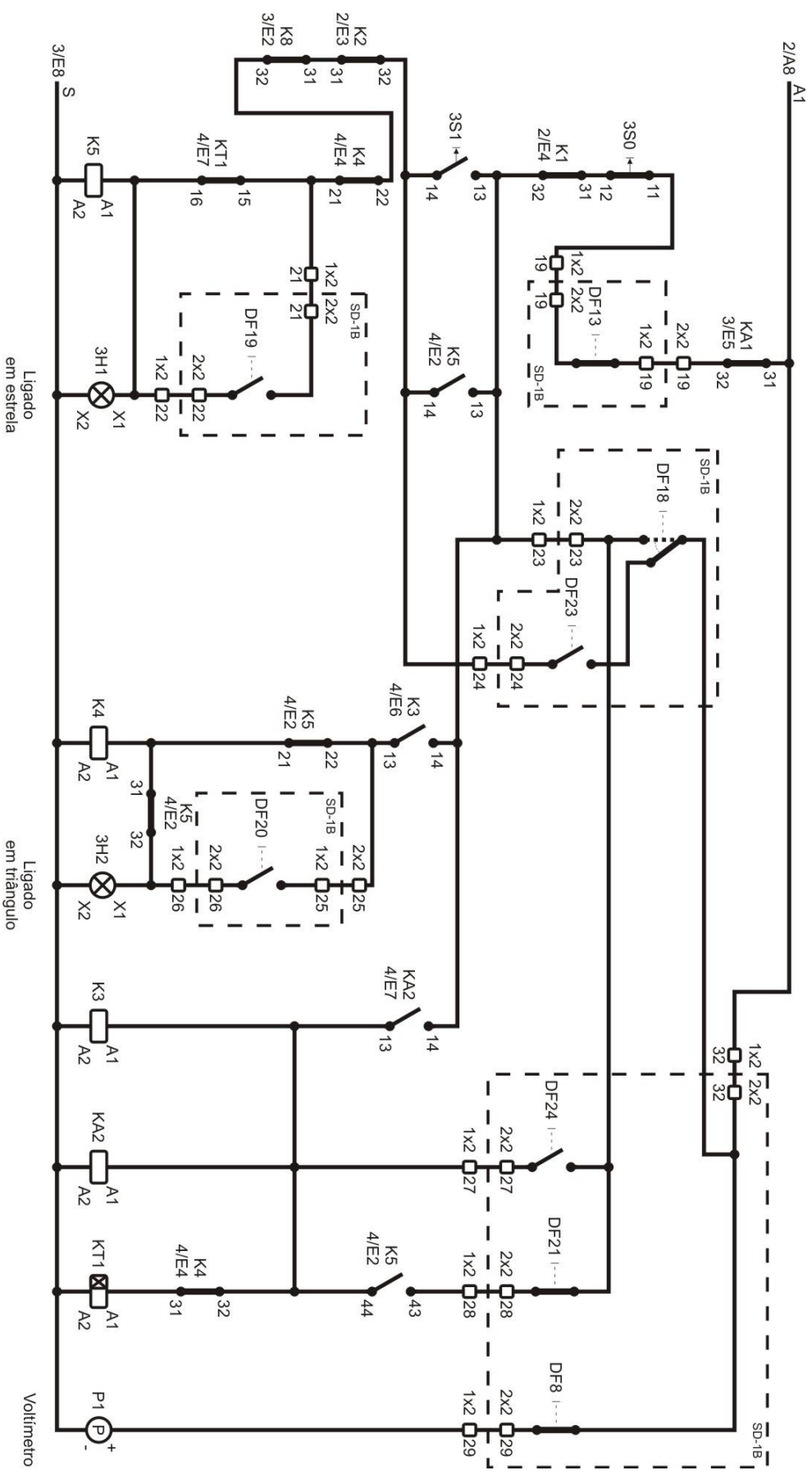
Figura 18. Chave tipo Philips

ANEXO C
Diagramas QCSD

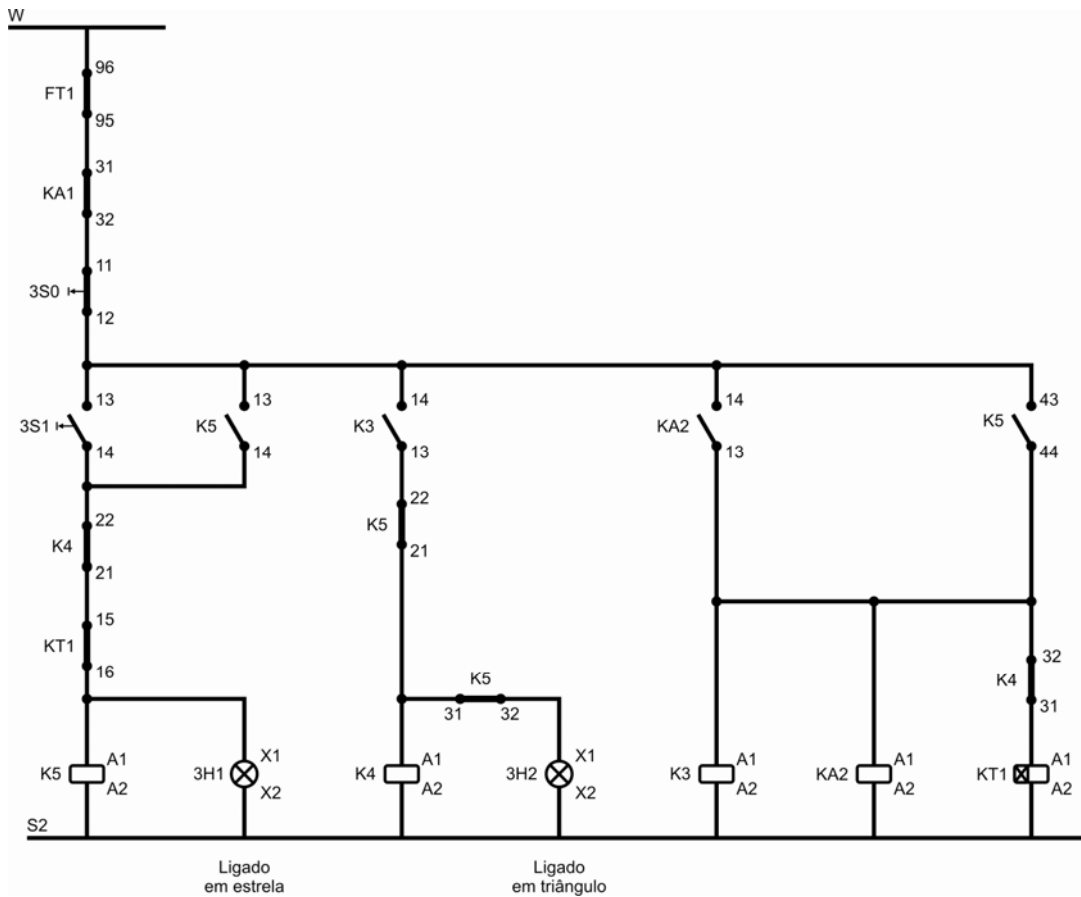
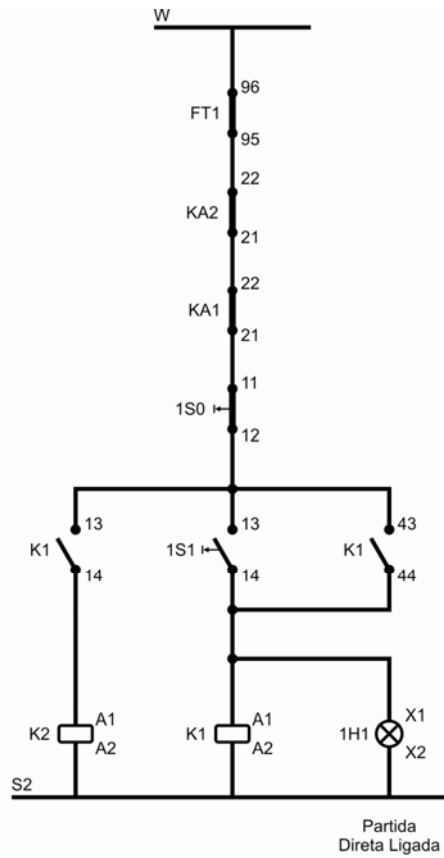
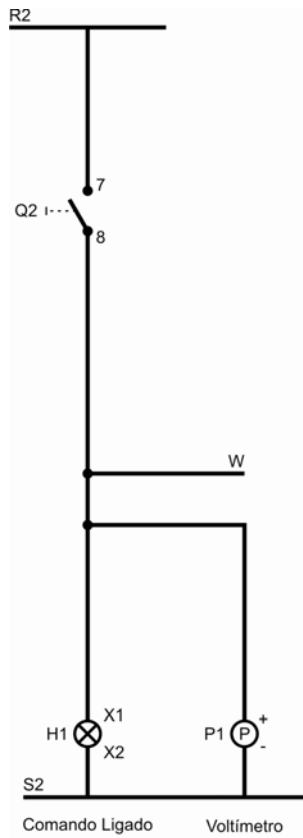
Guias completos do QCSD

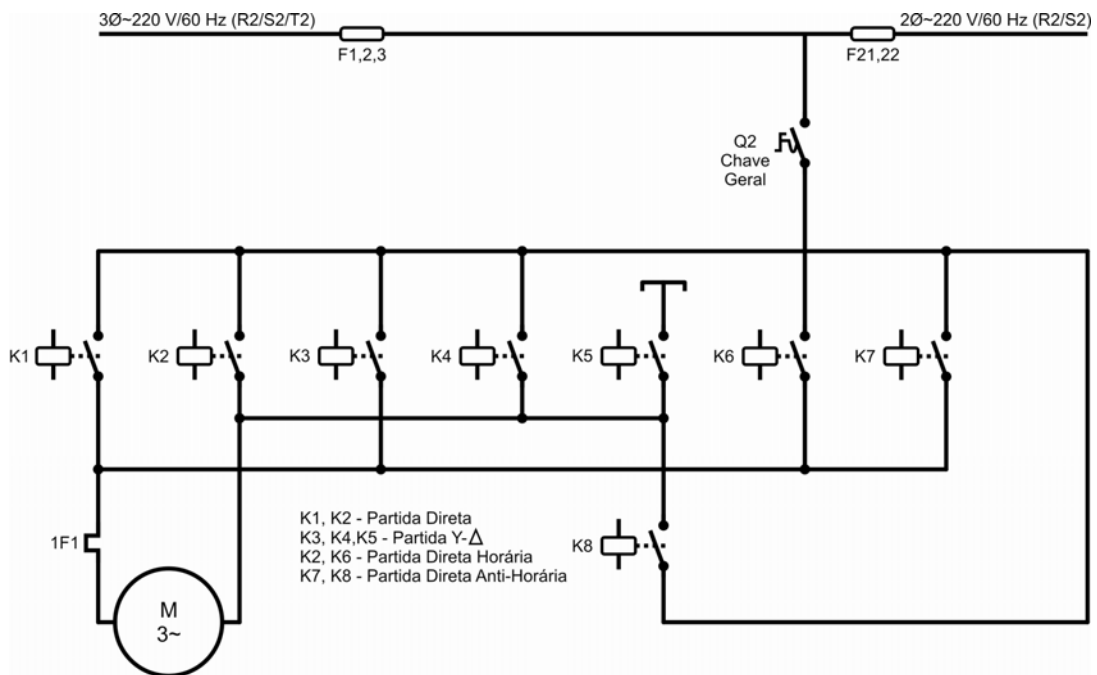
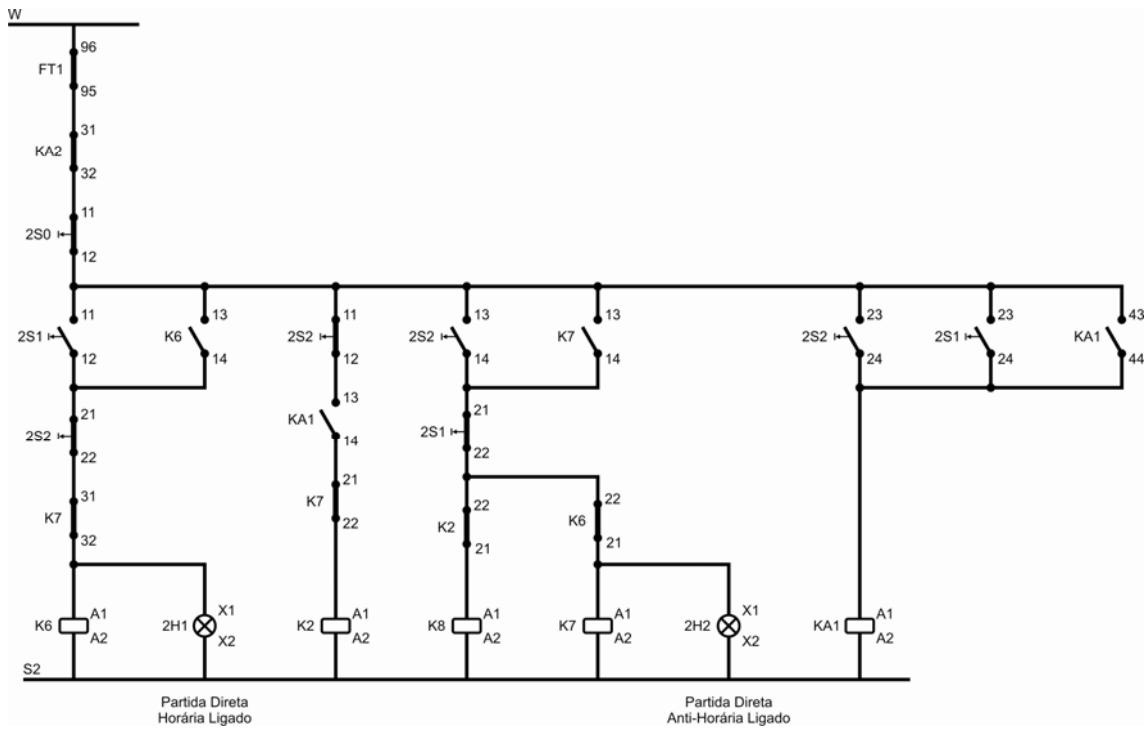






Diagramas Simplificados do QCS





Circuito de Força