



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
DISCIPLINA: ESTÁGIO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Relatório de Estágio:

**Contribuição para a Prática com o Quadro de Comando
com Simulador de Defeitos**

Ribamilton Bezerra de Lima
(Graduando/CEEI/UFCG)

Max Gleison Gonçalves Neri
(Orientador)

Campina Grande – PB
Setembro de 2006



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

**A Luciana Luna, Edileuza,
Dona Nena e Tia Maria José,
quatro dos meus alicerces de apoio.**

“Quem não vive para servir não serve para viver”

Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e orientador, Prof. Max Gleison Gonçalves Neri, pela satisfação, compreensão e prazer de compartilhar conhecimentos.

Aos professores do DEE, pela dedicação prestada aos meus conhecimentos.

A todos da Coordenação de Elétrica, representados aqui por Adail e Rosilda, pelo empenho em solucionar minhas dificuldades.

A família, pela presença constante em todos os momentos da realização desse trabalho.

A todos os amigos e companheiros, que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
Apresentação.....	7
1. Estudo do Quadro de Comando	8
1.1 Circuito de entrada.....	10
1.1 Partida direta.....	10
1.1 Partida direta com reversão	10
1.1 Partida estrela-triângulo	10
2. Revisão Textual.....	11
3. Atividades Desenvolvidas em Laboratório.....	11
3.1 Pannel de defeitos.....	12
3.1.1 Defeito 01: Impede de ligar o comando geral	12
3.1.2 Defeito 02: Impede o desligamento da partida direta e sinalização	13
3.1.3 Defeito 03: Liga direto a partida direta e a sinalização.....	13
3.1.4 Defeito 04: Impede de ligar a sinalização da partida direta	14
3.1.5 Defeito 05: Impede de ligar o contactor da partida direta.....	14
3.1.6 Defeito 06: Impede de ligar a partida direta.....	14
3.1.7 Defeito 07: Impede de ligar a sinalização do comando ligado.....	14
3.1.8 Defeito 08: Impede de ligar o voltímetro da tensão do comando.....	15
3.1.9 Defeito 09: Impede de ligar partida reversora sentido hor./anti-horário.....	15
3.1.10 Defeito 10: Liga sinalização e K6, partida reversora sentido horário.....	16
3.1.11 Defeito 11: Liga direto a partida reversora no sentido anti-horário e sinalização.....	16
3.1.12 Defeito 12: Impede a retenção do contactor da partida reversora sentido horário.....	16
3.1.13 Defeito 13: Impede de ligar partida estrela-triângulo	16
3.1.14 Defeito 14: Impede o desligamento da partida reversora sentidos hor./anti- horário	17
3.1.15 Defeito 15: Impede o ligamento da partida reversora sentido anti-horário..	17
3.1.16 Defeito 16: Impede o ligamento da partida reversora sentido horário (através do bloqueio do contactor K2) e partida direta	18
3.1.17 Defeito 17: Retêm os contactores K2 e KA1	18
3.1.18 Defeito 18: Impede o desligamento da partida estrela-triângulo em triângulo	18
3.1.19 Defeito 19: Impede a transferência de estrela para triângulo	18
3.1.20 Defeito 20: Ligar a sinalização em triângulo no momento em que o motor está partindo em estrela	19
3.1.21 Defeito 21: Impede o ligamento da partida estrela-triângulo através do contactor K3	19
3.1.22 Defeito 22: Impede o ligamento da partida reversora no sentido horário, quando a partida reversora está no sentido anti-horário	19
3.1.23 Defeito 23: Liga direto a partida estrela-triângulo	20
3.1.24 Defeito 24: Liga direto a partida estrela-triângulo, em triângulo	20
4. Assuntos Abordados.....	20
5. Conclusão e Sugestões	20
6. Referências bibliográfica	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 01– Quadro de Comando com Simulador de Defeitos.	8
Figura 02– Circuito de força.....	9
Figura 03- Circuito de comando: folha 1	13
Figura 04- Circuito de comando: folha 3	15
Figura 05- Circuito de comando: folha 2	17

APRESENTAÇÃO

Em convênio recentemente firmado entre a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e a WEG Indústrias SA, a UFCG adquiriu uma série de bancadas e kits didáticos para serem utilizados nos diversos laboratórios do curso de Engenharia Elétrica. Um dos kits é composto por um Quadro de Comandos com Simulador de Defeitos. Recentemente, foi apresentado um trabalho sugerindo o seu uso como atividade complementar da disciplina: laboratório de instalações elétricas.

O objetivo desse relatório é descrever as atividades realizadas para a revisão teórica e experimental do guia desenvolvido, bem como contribuir ^{com} ~~realizar~~ as modificações necessárias para uma melhor realização de experimentos com o Quadro de Comandos com Simulador de Defeitos – QCSD do Laboratório de Instalações Elétrica. Da mesma forma, expor o aprendizado dos assuntos concernentes à área de Engenharia Elétrica, durante o processo de estágio supervisionado.

1. Estudo do Quadro de Comando

O Quadro de Comandos é composto por um painel com circuitos de partida direta, partida com reversão e chave de partida estrela-triângulo, além de um painel com 24 chaves para simulação de defeitos e um motor de indução trifásico, arranjados conforme mostra a Figura 01.

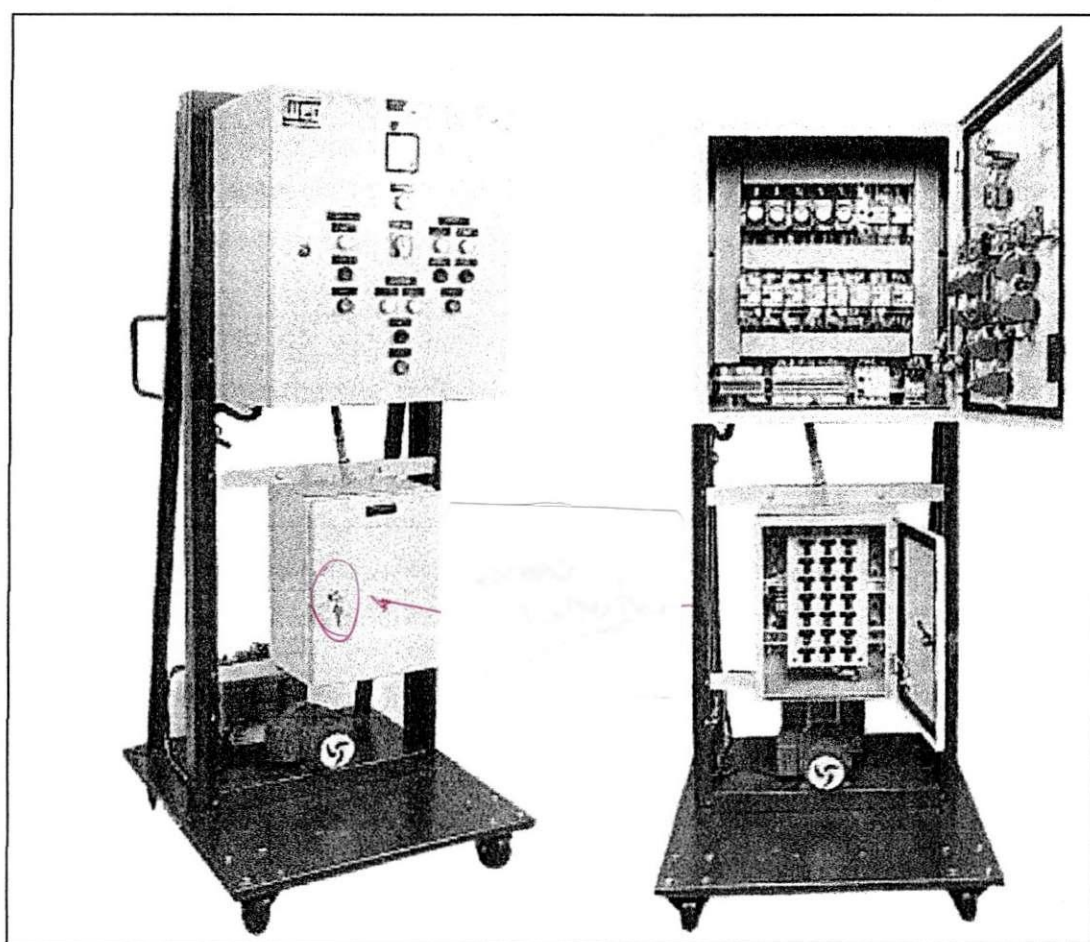


Figura 1 – Quadro de Comando com Simulador de Defeitos.

Além de toda estrutura ser metálica e devidamente aterrada, o Quadro de Comandos com Simulador de Defeito (QCSD) conta ainda com a proteção de um

interruptor diferencial, automático, que garante maior segurança para o usuário. A proteção contra curto-circuito e sobrecorrente é realizada por fusíveis.

O QCSD foi projetado para a simulação de 24 alternativas de defeitos, em circuitos de partida direta, reversão e partida estrela-triângulo, este sistema permite que o aluno desenvolva sua capacidade de racionalização, analisando eventuais causas de defeitos em esquemas elétricos, antes de qualquer ação na instalação.

A seleção dos defeitos é feita através de chaves instaladas em um painel de acesso exclusivo ao professor.

O circuito de entrada é composto de um transformador com vários tapes, fusíveis de proteção e interruptor diferencial, além de uma chave geral que alimenta o barramento de entrada. A alimentação é feita através de uma tomada de quatro pólos, sendo, três fases e um terra. O quadro não é alimentado por neutro.

A tensão de entrada, entre fases é de 380 V, porém no transformador essa tensão é reduzida para 220 V, entre fases. Assim, todo o quadro é alimentado na tensão 220 V. A Figura 02 mostra o diagrama elétrico do circuito de força, ele ilustra o circuito de entrada, bem como, os comandos realizados pelo quadro.

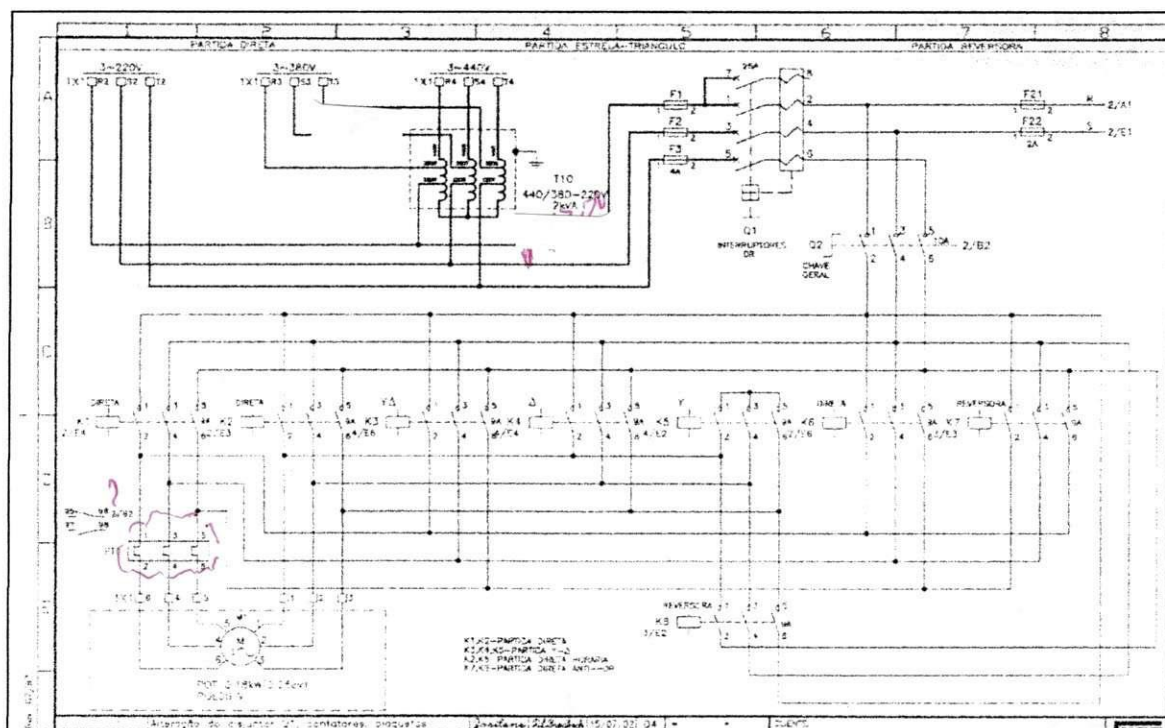


Figura 2 – Diagrama do Circuito de Força.

1.1.1 Partida direta

A partida direta fornece condições ao motor de partir com a tensão nominal de serviço. No Quadro de Comando com Simulador de Defeitos a partida é realizada através dos contactores K1 e K2, conforme mostrado no diagrama da Figura 02, ~~A~~ faz a ligação elétrica entre o barramento de entrada aos terminais do motor. Verificando com atenção, é possível constatar que a alimentação do motor é feita em triângulo. Assim, sendo a tensão nominal do motor em triângulo é a mesma do barramento de entrada, portanto, temos uma partida direta, quando os contactores K1 e K2, são acionados.

1.1.2 Partida direta com reversão

A partida direta com reversão de sentido de rotação possibilita a reversão em plena carga do sentido de rotação de um motor trifásico, através da inversão da seqüência de fases. Neste quadro, a inversão de fase é feita através dos contactores K1, K2, K6 e K7. O primeiro conjunto de contactores K1 e K2 permite a ligação na seqüência ABC e o segundo, K6 e K7, permite a ligação na seqüência CBA. Como podemos observar na Figura 02, os contactores são ligados em paralelo, porém em fases diferentes para inverter a seqüência de fase. Assim, é necessário que os contactores tenham intertravamento, isto é, o acionamento de um dos contactores só é realizado se o outro contactor estiver desativado.

1.1.3 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 uma alta corrente durante a partida. Para a realização das conexões que permitam as ligações estrela-triângulo é necessário que o motor possua a tensão nominal em triângulo igual a tensão nominal de operação da rede e os terminais dos enrolamentos disponíveis externamente.

Os contactores responsáveis pela partida estrela-triângulo neste quadro são: K3, K4 e K5. O contactor K3 permanece acionado nas duas ligações, enquanto K4 e K5 se comutam. Sendo, K3 e K4 acionados para a ligação em triângulo e K3 e K5 para estrela. Se observarmos a Figura 02 com atenção, podemos constatar que K3 e K5 fazem as mesmas ligações dos contactores K1 e K2, pois desempenham a mesma função: Promover a alimentação do motor em triângulo.

2. Revisão Textual:

Como primeira atividade no processo de estágio, foi realizado uma leitura de todo material redigido para o trabalho com o QCSD, guia e relatório. Como primeiro objetivo, foi preciso estudar e compreender o QCSD, para em seguida, fazer as correções necessárias para que todo conjunto escrito, atendesse as normas da ABNT. Desta forma, após a leitura das normas, todo o texto do guia foi revisado, e submetido as devidas alterações. O resultado final é parte da seção de anexos deste relatório.

3. Atividades Desenvolvidas em Laboratório:

O Quadro de Comando Simulador de Defeitos, como se pode visualizar na figura 1 é um equipamento que enriquece o conhecimento prático desenvolvido durante o curso de laboratório de Instalações Elétricas.

Inicialmente, procurou-se conhecer os seus comandos citados no material escrito a fim de que se pudessem internalizar as suas características normais de funcionamento. Logo no primeiro manuseio, foi possível identificar, os circuitos de entrada: rede de alimentação, transformador, chaves geral, etc. O motor encontra-se logo abaixo do quadro de controle. Desta forma, foram testadas a partida direta, a partida com reversão de sentido horário e/ ou anti-horário e a partida estrela-triângulo.

Posteriormente, foi feita uma averiguação de cada defeito. Confirmou-se a relação de cada defeito com suas respectivas chaves, utilizando-se da seguinte metodologia: as chaves de defeitos eram acionadas, uma a uma, checava-se a influência no funcionamento de acordo com a descrição do guia e sua numeração, por exemplo: defeito 01 – Impede de ligar o comando geral, etc. Uma vez concluída, a fase de checagem dos defeitos, passou-se

a etapa de análise da metodologia sugerida para o trabalho com o equipamento: parte integrante da disciplina Laboratório de Instalações Elétrica (item 5 deste relatório).

3.1 Painel de defeitos

O painel de defeitos é composto de 24 chaves, de acesso restrito, que estão associadas à simulação de defeitos no circuito de comando. Na figura 03 é apresentado o painel de defeitos nela pode-se observar que as identificações dos defeitos são feitas a cima das chaves.

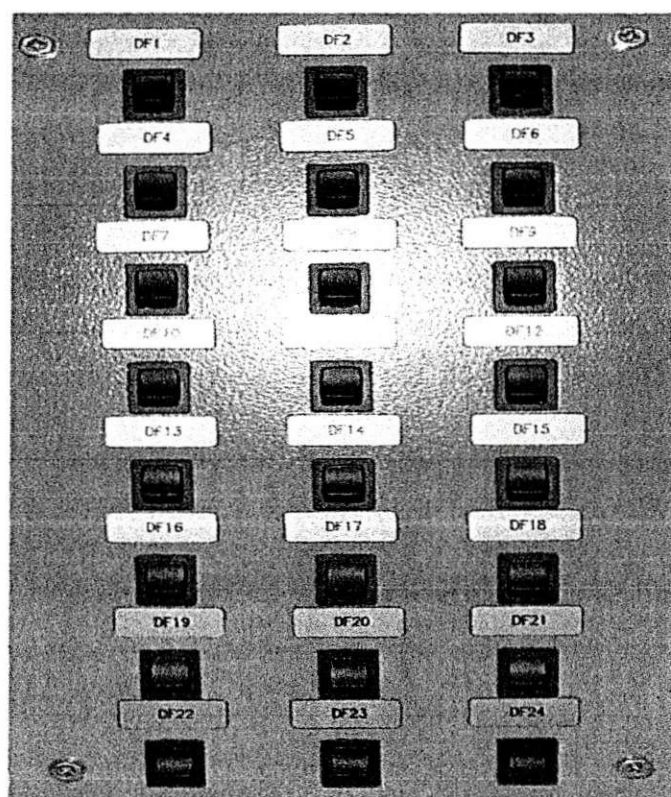


Figura 3 - Painel de defeitos.

3.1.1 Defeito 01: Impede de ligar o comando geral

Através do corte da alimentação do barramento principal dos contactores, esse defeito impede que o quadro de comando seja ligado. Até mesmo a sinalização de comando ligado, uma vez que o corte é feito anterior à sinalização. Na Figura 03 é

apresentado o diagrama elétrico do circuito de comando, nela observar-se a localização da chave DF-01.

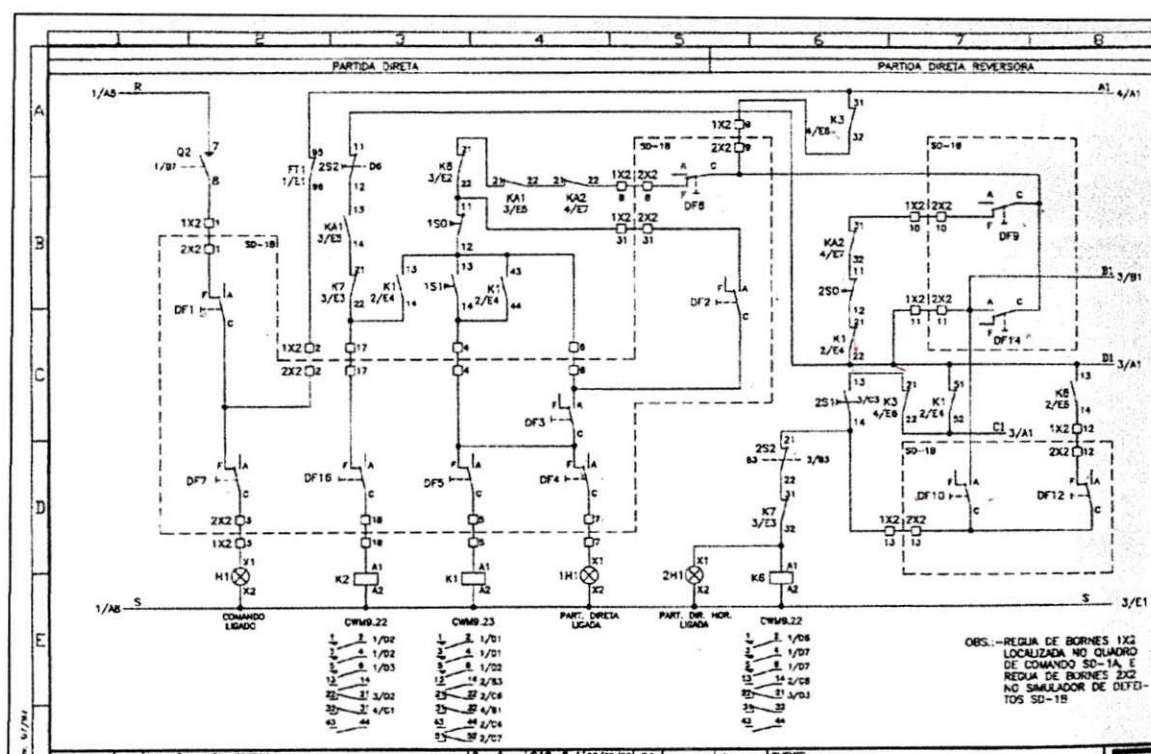


Figura 4 - Circuito de comando: folha um.

3.1.2 Defeito 02: Impede o desligamento da partida direta e sinalização

A chave de defeito DF-02 está ligada em paralelo com a botoeira 1S0, ver Figura-03, que é responsável pelo desligamento da partida direta. Portanto, o acionamento da chave DF-02 anula a ação da botoeira. A sinalização de partida direta está ligada na mesma conexão do contactor K1, daí, se o contactor permanecer ligado à sinalização também ficará.

3.1.3 Defeito 03: Liga direto a partida direta e a sinalização

Da mesma forma que a chave de defeito DF-2, a chave de defeito DF-3 está ligada em paralelo com a botoeira 1S1. Portanto, o acionamento desta chave anula a ação da botoeira. Daí, o contactor e sua sinalização permanecerão ligados.

3.1.4 Defeito 04: Impede de ligar a sinalização da partida direta

A chave de defeito 04 está ligada em série com a sinalização de partida direta. Portanto, seu acionamento provoca a interrupção da sinalização. Assim, a partida direta funciona indevidamente sem a sinalização.

3.1.5 Defeito 05: Impede de ligar o contactor da partida direta

No diagrama da Figura 03 é mostrado a chave DF-05 ligada em série com a bobina do contactor de partida direta. Portanto, o acionamento da chave provoca a interrupção da alimentação da bobina deste contactor.

3.1.6 Defeito 06: Impede de ligar a partida direta

A chave de defeito DF-06 está ligada em série com todo o comando auxiliar de partida direta. Portanto, seu acionamento provoca a interrupção dos contactores relacionado com a partida direta.

3.1.7 Defeito 07: Impede de ligar a sinalização do comando ligado

No diagrama da Figura 03 é apresentado a chave de defeito DF-07, a mesma está ligada em série com a sinalização de comando ligado. Portanto, o seu acionamento, provoca a interrupção da sinalização, indicando falsamente que o Quadro de Comando está desligado.

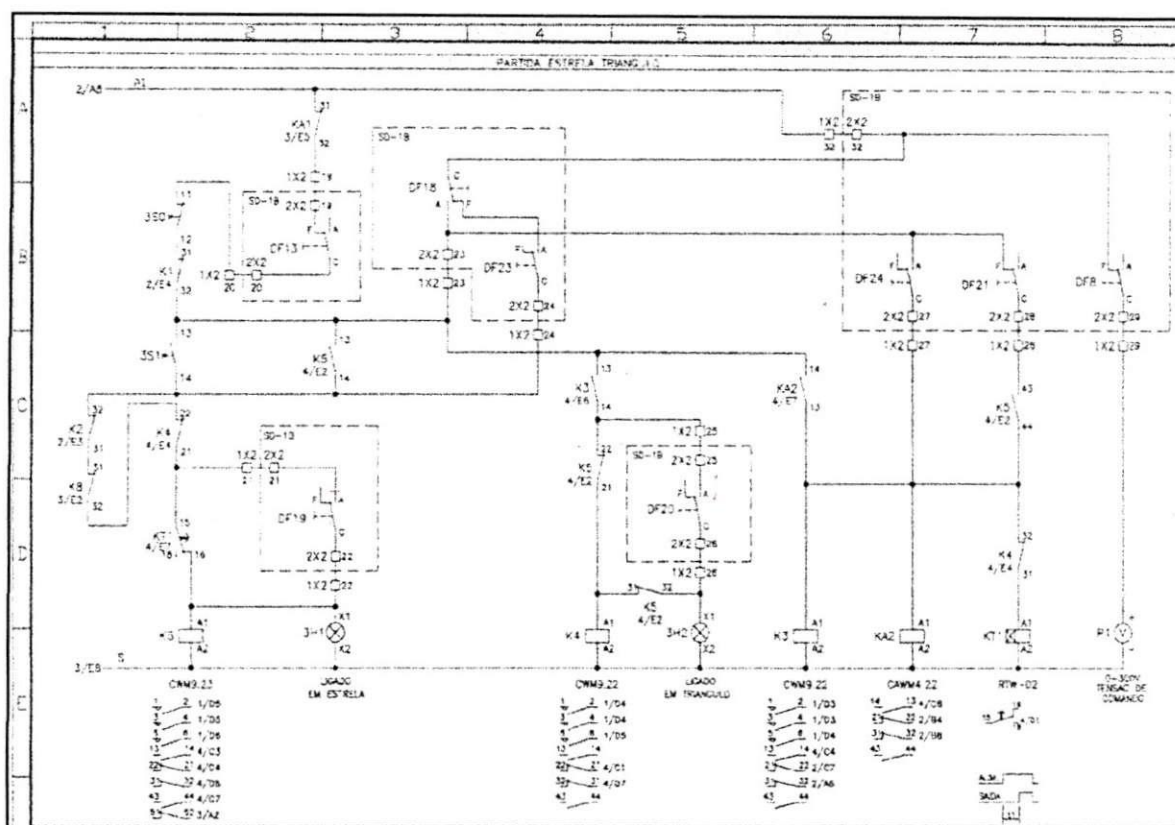


Figura 5 - Circuito de comando: folha três.

3.1.8 Defeito 08: Impede de ligar o voltímetro da tensão do comando

No diagrama da Figura 04, o voltímetro está indicado pelo símbolo P1, nela observa-se que a chave de defeito DF-08, está ligada em série com o voltímetro P1. Portanto, o acionamento da mesma, indica falsamente que a tensão entre fases no quadro é zero.

3.1.9 Defeito 09: Impede de ligar partida reversora sentido hor./anti-horário

O acionamento da chave de defeito DF-09 provoca a interrupção do comando partida reversora de sentido. Pois, o mesmo tem os comandos auxiliares ligado em série com a chave 09, que faz a interrupção.

3.1.10 Defeito 10: Liga sinalização e K6. partida reversora sentido horário

A chave de defeito DF-10 está ligada em paralelo com a botoeira 2S1, responsável pela partida de K6. Portanto, seu acionamento provoca a partida de K6 e da sinalização, pois a mesma está conectada diretamente a bobina do contactor K6.

3.1.11 Defeito 11: Liga direto a partida reversora no sentido anti-horário e sinalização

A partida reversora no sentido anti-horário é acionada pela botoeira 2S2. A chave DF-11 está ligada em paralelo com a mesma. Daí, quando é acionada, esta chave provoca o acionamento do comando partida reversora no sentido anti-horário.

3.1.12 Defeito 12: Impede a retenção do contactor da partida reversora sentido horário

A retenção de um contactor é feita através dos seus contatos auxiliares, que mantém a continuidade do circuito quando sua botoeira de acionamento volta à posição inicial. A chave de defeito DF-12 está ligada em série com o contato auxiliar do contactor da partida reversora sentido horário. Portanto, o acionamento da mesma desabilita a retenção deste contactor.

3.1.13 Defeito 13: Impede de ligar partida estrela-triângulo

O comando da partida estrela-triângulo, conforme o diagrama da Figura ~~DF~~-05, está ligado em série com a chave de defeito 13. Portanto, seu acionamento provoca a interrupção de todo o comando.

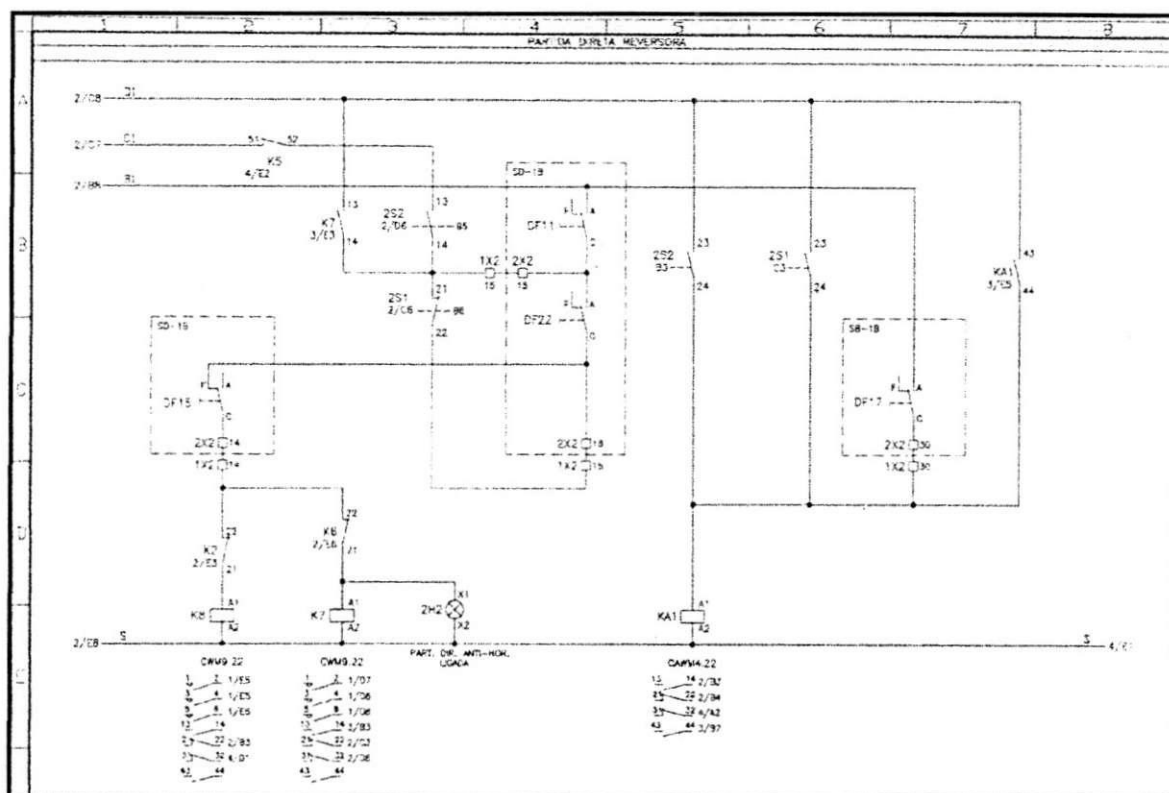


Figura 6 - Circuito de comando: folha dois.

3.1.14 Defeito 14: Impede o desligamento da partida reversora sentidos horário/anti-horário

No diagrama da Figura 03 é mostrado que a chave de defeito DF-14, está ligada em paralelo com a botoeira 2S0, responsável pelo desligamento do comando da partida reversora. Portanto, seu acionamento anula a ação da botoeira, impedindo o desligamento deste comando.

3.1.15 Defeito 15: Impede o ligamento da partida reversora sentido anti-horário

No diagrama da Figura 04 é mostrado que a chave de defeito 15 está ligada em série com o contactor K8 e K7, responsável pelo acionamento do motor no sentido anti-horário. Portanto, ao acionar esta chave os contactores K8 e K7 são desabilitados, impedindo assim a partida reversora de sentido anti-horário.

3.1.16 Defeito 16: Impede o ligamento da partida reversora sentido horário (através do bloqueio do contactor K2) e partida direta

A chave de defeito DF-16 está ligada em série com o contactor K2, responsável pela partida direta e reversora sentido horário. Portanto, o acionamento da chave DF-16 provoca a interrupção destes comandos.

3.1.17 Defeito 17: Retêm os contactores K2 e KA1

O contactor KA1 é auxiliar, ou seja, não faz parte do comando de força, portanto ele não está presente na Figura 02. Sua função é apenas comutar os comandos de força. Conforme o diagrama da Figura 04, a chave de defeito DF-17 está ligada em paralelo com a botoeira 2S2, que aciona o contactor auxiliar KA1. Portanto, seu acionamento mantém KA1 ligado, que por sua vez, está ligado em paralelo com a botoeira 1S0, responsável pelo acionamento do contactor K2. Assim, ligando a chave de defeito 17, retemos os contactores K2 e KA1.

3.1.18 Defeito 18: Impede o desligamento da partida estrela-triângulo em triângulo

No diagrama da Figura 04 é mostrado que a chave DF-18, está ligada em paralelo com a botoeira 3S0, responsável pelo desligamento da partida estrela-triângulo. Portanto, seu acionamento mantém este comando ligado.

3.1.19 Defeito 19: Impede a transferência de estrela para triângulo

No comando de partida estrela-triângulo, deste quadro, a transferência de estrela para triângulo é feita automaticamente por meio de um temporizador pré-programável. A chave de defeito DF-19 está ligada em paralelo com o comutador do temporizador. Assim, seu acionamento impede a comutação do comando.

3.1.20 Defeito 20: Ligar a sinalização em triângulo no momento em que o motor está partindo em estrela

A chave de defeito DF-20 é conectada a sinalização de partida em triângulo, e a saída do contato auxiliar de K3, ver Figura 04. Portanto, uma vez que o contactor K3 esteja ligado, seu acionamento faz acender a sinalização da partida em triângulo.

3.1.21 Defeito 21: Impede o ligamento da partida estrela-triângulo através do contactor K3

No momento da partida, o contactor K3 é alimentado através do contato auxiliar do contactor K5, ver Figura 04. A chave de defeito DF-20 está ligada em série com a alimentação de K3. Portanto, seu acionamento impede a partida estrela-triângulo através do contactor K3.

3.1.22 Defeito 22: Impede o ligamento da partida reversora no sentido horário, quando a partida reversora está no sentido anti-horário

O QSDC, em funcionamento normal, comuta o sentido de rotação diretamente, pelo simples apertar da botoeira responsável pelo acionamento da partida de sentido contrário ao que se encontra. As botoeiras, responsáveis pelo acionamento em ambos os sentidos, são utilizadas também para desativar o acionamento em sentido contrário.

A chave de defeito DF-22 está ligada em paralelo com a botoeira 2S1, ver Figura 05, que provoca a partida no sentido horário e ao mesmo tempo em que desliga a partida anti-horária. Portanto, quando a chave DF-22 é acionada, a ação desligar da botoeira 2S1 é desativada. Assim, o contactor K7 permanecerá ligado impedindo a partida de K6, ver Figura 03, responsável pela partida direta no sentido horário.

3.1.23 Defeito 23: Liga direto a partida estrela-triângulo

A chave de defeito DF-23 está ligada em paralelo com o conjunto de botoeiras 3S0 e 3S1, ver Figura 04, que desliga e aciona, respectivamente, a partida estrela-triângulo. Portanto, o acionar desta chave, anula a ação destas botoeiras. Assim, quando for ligado o quadro através da chave geral Q2, a partida estrela-triângulo também ligará diretamente.

3.1.24 Defeito 24: Liga direto a partida estrela-triângulo, em triângulo

No diagrama da Figura 04 pode-se verificar que a chave de defeito DF-24, faz a ligação direta do contactor K3, que por sua vez liga K4 e provoca o acionamento, direto, da partida estrela-triângulo, em triângulo.

4. Assuntos Abordados

Durante as atividades práticas desenvolvidas foi possível revisar assuntos teóricos expostos nas Disciplinas de: Máquinas Elétricas, Instalações Elétricas e Sistemas Elétricos. As formas de partidas do motor trifásico são as mais comuns no trabalhos com motores nas indústrias, comprovando-se a boa abrangência prática do QCSD.

5. Conclusão e Sugestões

O estágio supervisionado sob orientação do professor Max Gleison Gonçalves Neri, foi de ~~extrema~~ importância para melhorar os conhecimentos acerca de quadros de comandos industriais, pois foi realizado um profundo estudo do Manual do Instrutor, que acompanha o Quadro de Comandos com Simulador de Defeito.

O Quadro de Comandos com Simulador de Defeitos como ferramenta de ensino aprendizagem, é de extrema importância para o curso de Engenharia Elétrica, uma vez que, possibilita ao aluno, o desenvolvimento de sua capacidade de raciocínio lógico, analisando

eventuais causas de defeitos e seus respectivos sintomas, antes de qualquer intervenção na instalação.

* Sugere-se o trabalho de avaliação prática individual dos alunos e a abordagem com mais de um defeito, quando possível, uma vez que há defeitos que não podem ser aplicados em combinação com outros, a exemplo do defeito 01 que impede a ligação do comando geral. A combinação dos defeitos 06 e 07, por exemplo, resultam em um maior esforço de averiguação para identificação do problema.

6. Referência Bibliográfica

- [1] **Mamede Filho, J.** Manual de Equipamentos Elétricos, 3ª edição, LCT, 2005.
 - [2] **Manual do Instrutor - WEG INDUSTRIA SA – DIVISÃO AUTOMAÇÃO** Agosto de 2002.
 - [3] Home Page da Weg: www.weg.com.br, de 03/2006 a 6/2006.
 - [4] **Creder, Hélio**, Instalações elétricas, 12ª ed., Científicos Editora, Rio de Janeiro-RJ, 1991.
 - [5] **Kehr, Manfred** – Manual de comandos elétricos - Recife-PE, SACTES (Serviço Alemão de Cooperação Técnica e Social), 1993.
 - [6] **Costa, E. Guedes** – Manual de Instalações Elétricas Industriais, UFCG, 2003.
-

Anexo - Guia para Trabalho com o Quadro de Comando com Simulador de Defeitos

Quadro de Comando com Simulador de Defeito

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
Introdução	5
1. Simbologia empregada	6
1. O Quadro de Comandos	7
1.1 Circuito de entrada	7
1.2 Partida direta	8
1.3 Partida direta com reversão	8
1.4 Partida estrela-triângulo	9
1.5 Painel de defeitos	9
1.5.1 Defeito 01: Impede de ligar o comando geral	9
1.5.2 Defeito 02: Impede o desligamento da partida direta e sinalização	10
1.5.3 Defeito 03: Liga direto a partida direta e a sinalização	11
1.5.4 Defeito 04: Impede de ligar a sinalização da partida direta	11
1.5.5 Defeito 05: Impede de ligar o contactor da partida direta	11
1.5.6 Defeito 06: Impede de ligar a partida direta	11
1.5.7 Defeito 07: Impede de ligar a sinalização do comando ligado	12
1.5.8 Defeito 08: Impede de ligar o voltímetro da tensão do comando	12
1.5.9 Defeito 09: Impede de ligar partida reversora sentido hor./anti-horário	13
1.5.10 Defeito 10: Liga sinalização e K6, partida reversora sentido horário	13
1.5.11 Defeito 11: Liga direto a partida reversora no sentido anti-horário e sinalização	14
1.5.12 Defeito 12: Impede a retenção do contactor da partida reversora sentido horário	14
1.5.13 Defeito 13: Impede de ligar partida estrela-triângulo	14
1.5.14 Defeito 14: Impede o desligamento da partida reversora sentidos hor./anti-horário	15
1.5.15 Defeito 15: Impede o ligamento da partida reversora sentido anti-horário 16	16
1.5.16 Defeito 16: Impede o ligamento da partida reversora sentido horário (através do bloqueio do contactor K2) e partida direta	16
1.5.17 Defeito 17: Retêm os contactores K2 e KA1	16
1.5.18 Defeito 18: Impede o desligamento da partida estrela-triângulo em triângulo	17
1.5.19 Defeito 19: Impede a transferência de estrela para triângulo	17
1.5.20 Defeito 20: Ligar a sinalização em triângulo no momento em que o motor está partindo em estrela	18
1.5.21 Defeito 21: Impede o ligamento da partida estrela-triângulo através do contactor K3	18
1.5.22 Defeito 22: Impede o ligamento da partida reversora no sentido horário, quando a partida reversora está no sentido anti-horário	18
1.5.23 Defeito 23: Liga direto a partida estrela-triângulo	19
1.5.24 Defeito 24: Liga direto a partida estrela-triângulo, em triângulo	19
2. Avaliação do aluno	20
2.1 Parâmetros de avaliação	20
2.1.1 Segurança	20
2.1.2 Tempo previsto	20

2.1.3	Interesse.....	20
2.1.4	Interpretação.....	21
2.1.5	Questionário.....	21
2.2	A ficha de avaliação.....	21
2.2.1	Avaliação dos parâmetros.....	21
2.2.2	Faixa de pontos.....	21
2.2.3	Fatores.....	22
2.2.4	Resultado da multiplicação.....	22
2.2.5	22
2.2.6	Soma total.....	22
2.2.7	Soma de fatores.....	22
2.2.8	Divisão.....	22
	Ficha de avaliação.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 2 – Desenho da parte frontal do quadro de comandos.....	6
Figura 2 – Diagrama do Circuito de Força.....	8
Figura 4 - Circuito de comando: folha um.....	10
Figura 5 - Circuito de comando: folha três.....	12
Figura 6 - Circuito de comando: folha dois.....	15

Introdução

O objetivo do guia é analisar 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.

O Quadro de Comandos com Simulador de Defeitos é composto por um painel com circuitos de partida direta, partida com reversão e chave de partida estrela-triângulo, além de um painel com 24 chaves para simulação de defeitos no acionamento de um motor de indução trifásico.

Antes de iniciar a análise dos defeitos, é necessário que o aluno aprofunde os conhecimentos acerca dos comandos elétricos industriais. Compreenda o funcionamento do Quadro de Comando com Simulador de Defeitos, através do estudo deste guia, dos diagramas elétricos e demais informações fornecidas pelo instrutor.

1. Simbologia empregada

A figura 02 é um desenho da parte frontal do quadro de comandos, nela podemos observar:

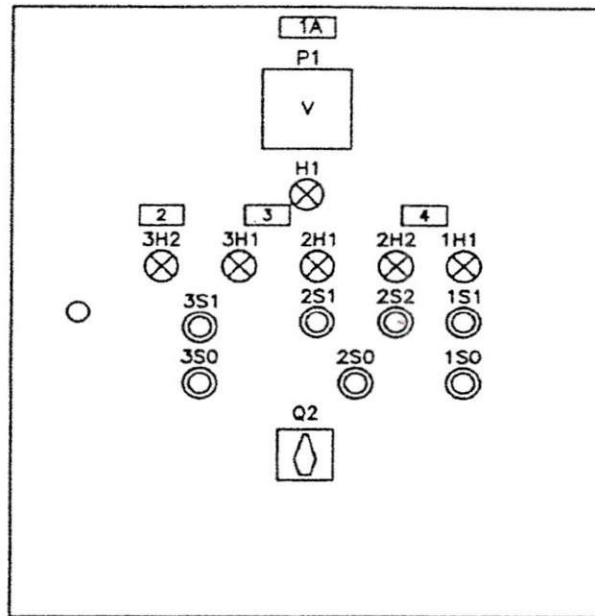


Figura 1 – Desenho da parte frontal do quadro de comandos.

- P1 Voltímetro;
- H1 - Sinalização de quadro ligado;
- 1H1 - Sinalização de partida direta;
- 2H1 - Sinalização de partida reversora sentido horário;
- 2H2 - Sinalização de partida reversora sentido anti-horário;
- 3H1 - Sinalização de partida estrela-triângulo em estrela;
- 3H2 - Sinalização de partida estrela-triângulo em triângulo;
- 1S1 - Botoeira de partida direta;
- 2S1 - Botoeira de partida reversora sentido horário;
- 2S2 - Botoeira de partida reversora sentido anti-horário;
- 3S1 - Botoeira de partida estrela-triângulo;
- 1S0 - Botoeira que desliga a partida direta;
- 2S0 - Botoeira que desliga a partida reversora;
- 3S0 - Botoeira que desliga a partida estrela-triângulo;
- Q2 - Chave geral do quadro de comandos.

1. O Quadro de Comandos

Projetado para a simulação de 24 alternativas de defeitos, em circuitos de partida direta, reversão e partida estrela-triângulo, este sistema é composto por um quadro com comandos auxiliares e de força, além de um painel com 24 chaves para simulação de defeitos e um motor de indução trifásico.

Além de toda estrutura ser metálica e devidamente aterrada, o Quadro de Comandos com Simulador de Defeitos conta ainda com a proteção de um interruptor diferencial, automático, que garante maior segurança para o usuário.

A seleção dos defeitos é feita através de chaves instaladas em um painel de acesso exclusivo do professor.

1.1 Circuito de entrada

O circuito de entrada é composto de um transformador com vários tapes, fusíveis de proteção e interruptor diferencial, além de uma chave geral que alimenta o barramento de entrada. A alimentação é feita através de uma tomada de quatro pólos, sendo, três fases e um terra. O quadro não é alimentado por neutro.

A tensão de entrada, entre fases é de 380 V, porém no transformador essa tensão é reduzida para 220 V, entre fases. Assim, todo o quadro é alimentado na tensão 220 V. A Figura 02 mostra o diagrama elétrico do circuito de força, ele ilustra o circuito de entrada, bem como, os comandos realizados pelo quadro.

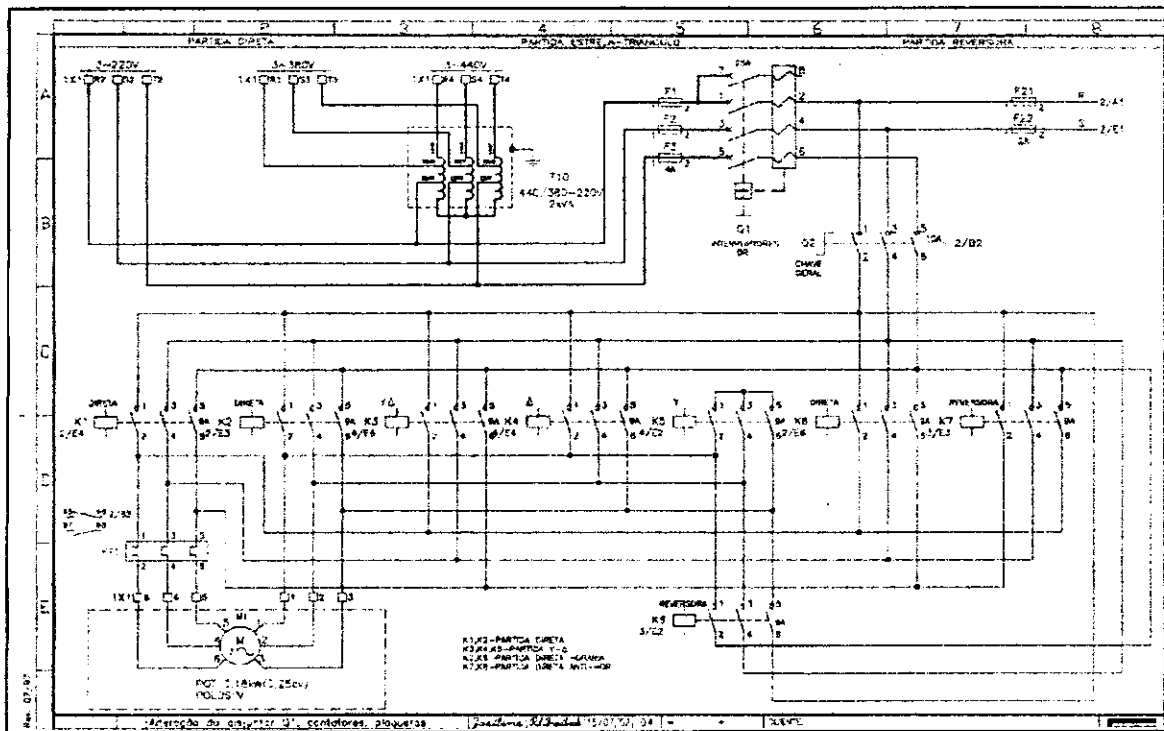


Figura 2 – Diagrama do Circuito de Força.

1.2 Partida direta

A partida direta fornece condições ao motor de partir com a tensão nominal de serviço. No Quadro de Comando com Simulador de Defeitos a partida é realizada através dos contactores K1 e K2, conforme mostrado no diagrama da Figura 02, que fazem a ligação elétrica entre o barramento de entrada e os terminais do motor. Verificando com atenção, é possível constatar que a alimentação do motor é feita em triângulo. Assim, sendo a tensão nominal do motor em triângulo é a mesma do barramento de entrada, portanto, temos uma partida direta, quando os contactores K1 e K2, são acionados.

1.3 Partida direta com reversão

A partida direta com reversão de sentido de rotação possibilita a reversão em plena carga do sentido de rotação de um motor trifásico, através da inversão da seqüência de fases. Neste quadro, a inversão de fase é feita através dos contactores K1, K2, K6 e K7. O primeiro conjunto de contactores K1 e K2 permite a ligação na

seqüência ABC e o segundo, K6 e K7, permite a ligação na seqüência CBA. Como podemos observar na Figura 02, os contactores são ligados em paralelo, porém em fases diferentes para inverter a seqüência de fase. Assim, é necessário que os contactores tenham intertravamento, isto é, o acionamento de um dos contactores só é realizado se o outro contactor estiver desativado.

1.4 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 uma alta corrente durante a partida. Para a realização das conexões que permitam as ligações estrela-triângulo é necessário que o motor possua a tensão nominal em triângulo igual a tensão nominal de operação da rede e os terminais dos enrolamentos disponíveis externamente.

Os contactores responsáveis pela partida estrela-triângulo neste quadro são: K3, K4 e K5. O contactor K3 permanece acionado nas duas ligações, enquanto K4 e K5 se comutam. Sendo, K3 e K4 acionados para a ligação em triângulo e K3 e K5 para estrela. Se observarmos a Figura 02 com atenção, podemos constatar que K3 e K5 fazem as mesmas ligações dos contactores K1 e K2, pois desempenham a mesma função: Promover a alimentação do motor em triângulo.

1.5 Painel de defeitos

O painel de defeitos é composto de 24 chaves, de acesso restrito, que estão associadas à simulação de defeitos no circuito de comando.

1.5.1 Defeito 01: Impede de ligar o comando geral

Através do corte da alimentação do barramento principal dos contactores, esse defeito impede que o quadro de comando seja ligado. Até mesmo a sinalização de

comando ligado, uma vez que o corte é feito anterior à sinalização. Na Figura 03 é apresentado o diagrama elétrico do circuito de comando, nela observar-se a localização da chave DF-01.

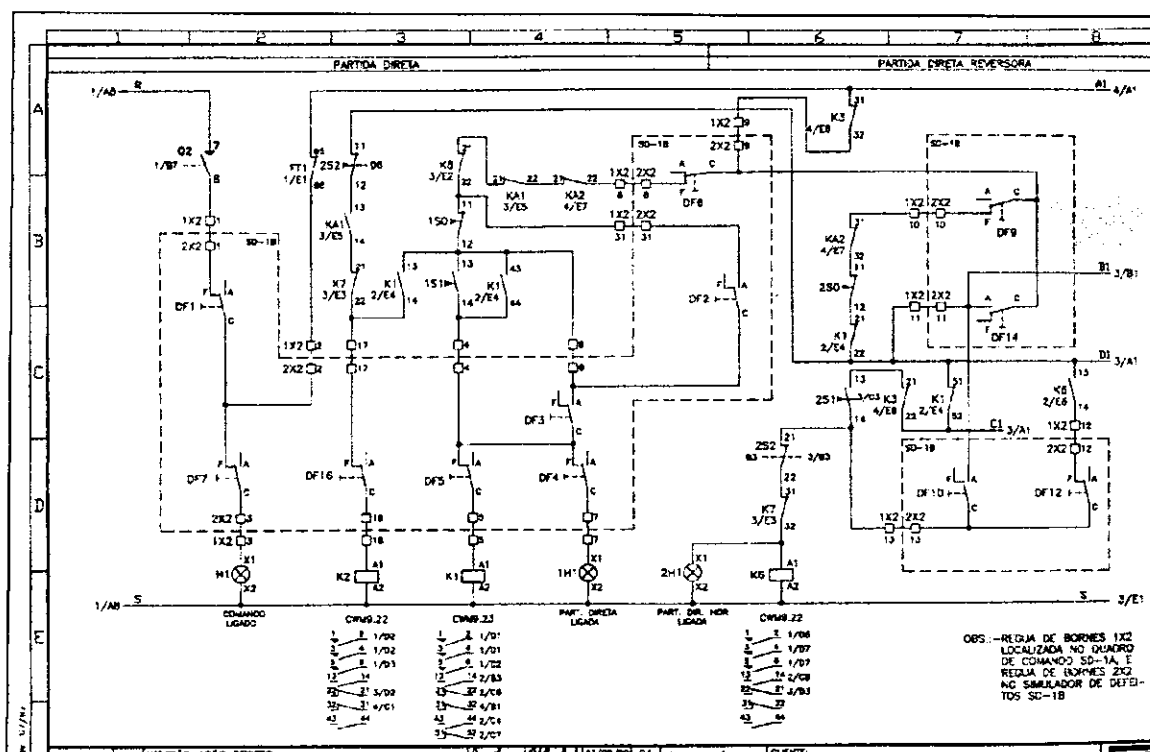


Figura 3 - Circuito de comando: folha um.

Para identificar o defeito 01, é só verificar que mesmo estando ligado na tomada, e energizado, o quadro não funciona.

1.5.2 Defeito 02: Impede o desligamento da partida direta e sinalização

A chave de defeito DF-02 está ligada em paralelo com a botoeira 1S0, ver Figura-03, que é responsável pelo desligamento da partida direta. Portanto, o acionamento da chave DF-02 anula a ação da botoeira. A sinalização de partida direta está ligada na mesma conexão do contactor K1, daí, se o contactor permanecer ligado à sinalização também ficará.

1.5.3 Defeito 03: Liga direto a partida direta e a sinalização

Da mesma forma que a chave de defeito DF-2, a chave de defeito DF-3 está ligada em paralelo com a botoeira 1S1. Portanto, o acionamento desta chave anula a ação da botoeira. Daí, o contactor e sua sinalização permanecerão ligados.

Ligando-se à chave geral Q2 do quadro de comando, a partida direta com sua sinalização será acionada diretamente. Temos a identificação do defeito 03.

1.5.4 Defeito 04: Impede de ligar a sinalização da partida direta

A chave de defeito 04 está ligada em série com a sinalização de partida direta. Portanto, seu acionamento provoca a interrupção da sinalização. Assim, a partida direta funciona indevidamente sem a sinalização.

1.5.5 Defeito 05: Impede de ligar o contactor da partida direta

No diagrama da Figura 03 é mostrado a chave DF-05 ligada em série com a bobina do contactor de partida direta. Portanto, o acionamento da chave provoca a interrupção da alimentação da bobina deste contactor.

Quando se pressiona a botoeira de partida direta 1S1, e apenas a sinalização de partida direta acender, temos identificação do defeito DF-05.

1.5.6 Defeito 06: Impede de ligar a partida direta

A chave de defeito DF-06 está ligada em série com todo o comando auxiliar de partida direta. Portanto, seu acionamento provoca a interrupção dos contactores relacionado com a partida direta.

Quando a botoeira de partida direta 1S1 for pressionada e não tivermos resposta no comando da partida direta, apesar de todos os outros comandos funcionarem perfeitamente, temos a identificação do defeito 06.

1.5.7 Defeito 07: Impede de ligar a sinalização do comando ligado

No diagrama da Figura 03 é apresentada a chave de defeito DF-07, a mesma está ligada em série com a sinalização de comando ligado. Portanto, o seu acionamento, provoca a interrupção da sinalização, indicando, falsamente, que o Quadro de Comando está desligado.

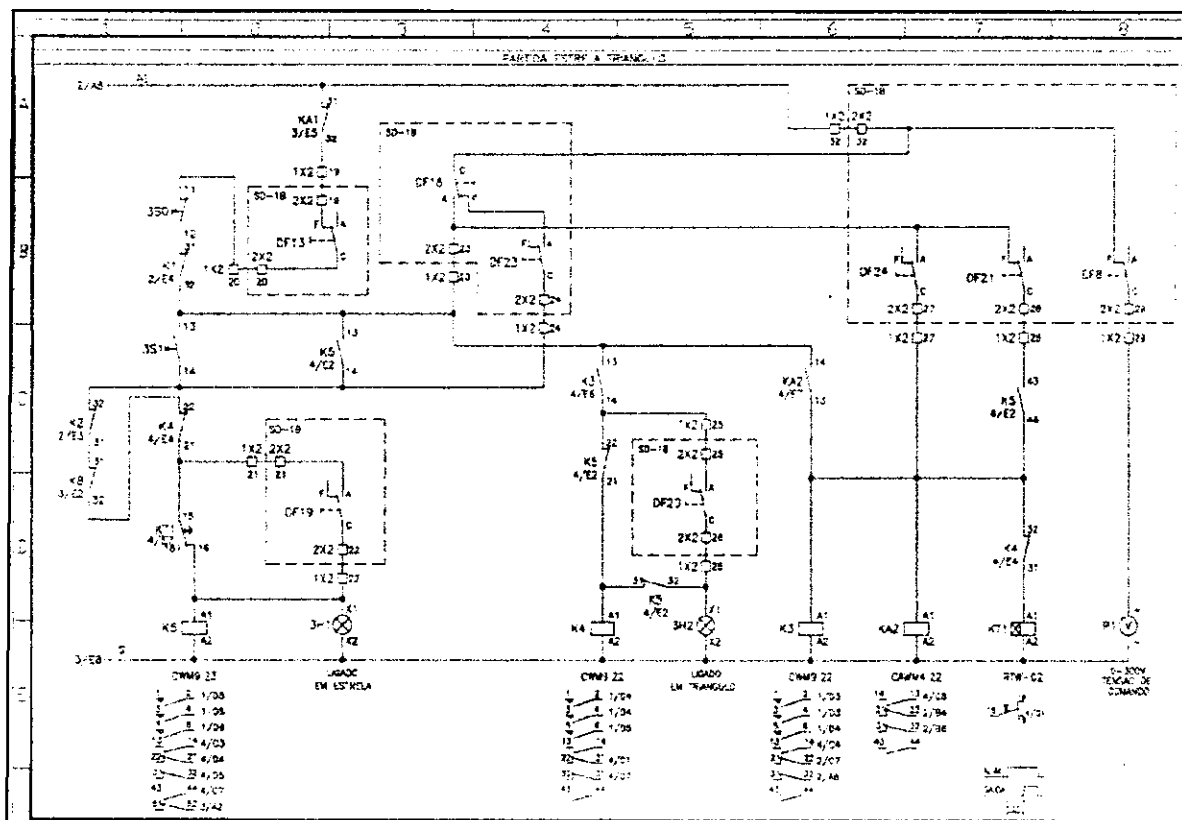


Figura 4 - Circuito de comando: folha três.

A identificação do defeito DF-07 é feita certificando que tudo funciona perfeitamente, menos a sinalização de comando ligado H1.

1.5.8 Defeito 08: Impede de ligar o voltímetro da tensão do comando

No diagrama da Figura 04, o voltímetro está indicado pelo símbolo P1, nela observa-se que a chave de defeito DF-08, está ligada em série com o voltímetro P1. Portanto, o acionamento da mesma, indica, falsamente, que a tensão entre fases no quadro é zero.

A identificação do defeito 08 é feita certificando-se que tudo funciona perfeitamente, e o voltímetro indicar falsamente que a tensão entre fases no quadro é zero.

1.5.9 Defeito 09: Impede de ligar partida reversora sentido horário/anti-horário

O acionamento da chave de defeito DF-09 provoca a interrupção do comando partida reversora de sentido. Pois, o mesmo tem os comandos auxiliares ligado em série com a chave 09, que faz a interrupção.

Certifique-se que tudo funciona perfeitamente, menos a partida reversora de sentido e sua sinalização. Dessa forma, facilmente se identifica o defeito DF-09.

1.5.10 Defeito 10: Liga sinalização e K6, partida reversora sentido horário

A chave de defeito DF-10 está ligada em paralelo com a botoeira 2S1, responsável pela partida de K6. Portanto, seu acionamento provoca a partida de K6 e da sinalização, pois a mesma está conectada diretamente a bobina do contactor K6.

Quando à chave geral do quadro de comando Q2 é ligada, a partida reversora sentido horário, juntamente com sua sinalização são acionadas diretamente. Tem-se a identificação do defeito 10.

1.5.11 Defeito 11: Liga direto a partida reversora no sentido anti-horário e sinalização

A partida reversora no sentido anti-horário é acionada pela botoeira 2S2. A chave DF-11 está ligada em paralelo com a mesma. Daí, quando é acionada, esta chave provoca o acionamento do comando partida reversora no sentido anti-horário.

Quando a chave geral Q2 do quadro de comando é ligada, e a partida reversora sentido anti-horário e sua sinalização são acionados diretamente. Consta-se o defeito 11.

1.5.12 Defeito 12: Impede a retenção do contactor da partida reversora sentido horário

A retenção de um contactor é feita através dos seus contatos auxiliares, que mantém a continuidade do circuito quando sua botoeira de acionamento volta à posição inicial. A chave de defeito DF-12 está ligada em série com o contato auxiliar do contactor da partida reversora sentido horário. Portanto, o acionamento da mesma desabilita a retenção deste contactor.

O defeito 12 é identificado quando, ao acionar a partida reversora de sentido horário, através da botoeira 2S1, ocorrer a partida, porém, ela só se mantém enquanto a botoeira é pressionada.

1.5.13 Defeito 13: Impede de ligar partida estrela-triângulo

O comando da partida estrela-triângulo, conforme o diagrama da Figura DF-05, está ligado em série com a chave de defeito 13. Portanto, seu acionamento provoca a interrupção de todo o comando.

Certifique que tudo funciona perfeitamente, menos a partida estrela-triângulo e sua sinalização. Dessa forma, facilmente se identifica o defeito 09.

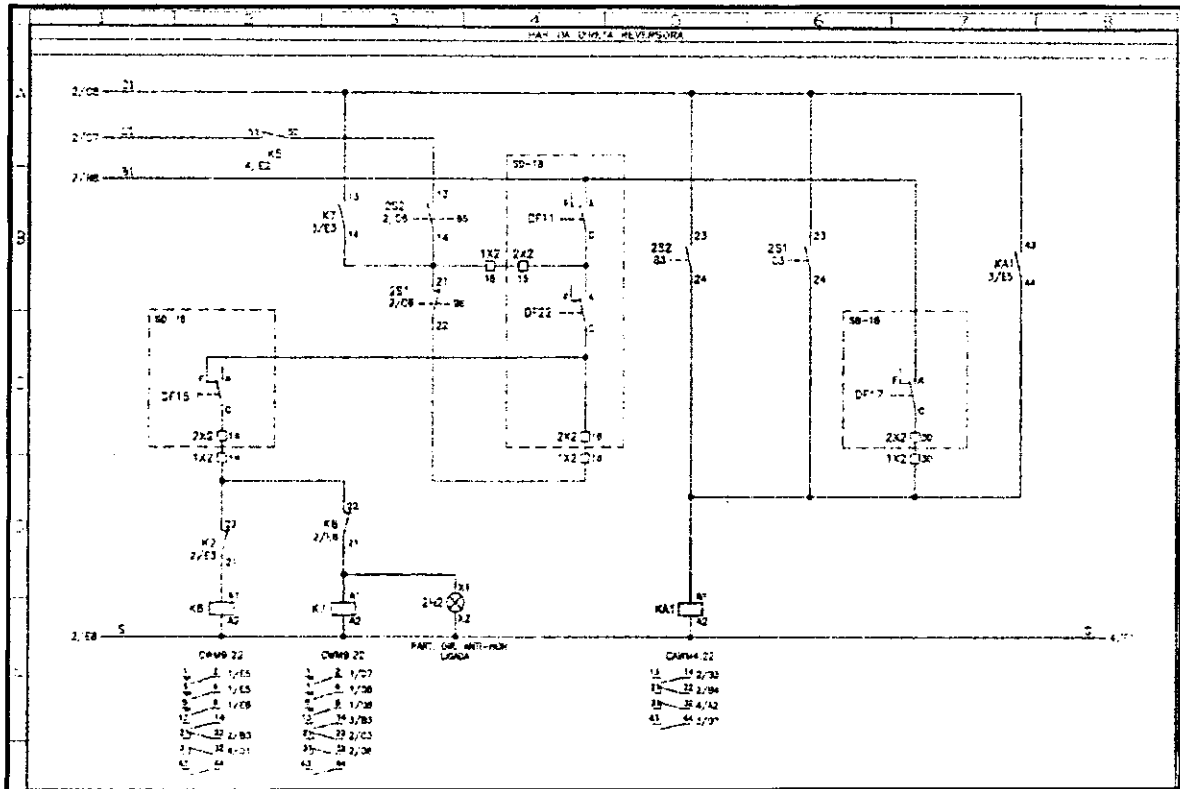


Figura 5 - Circuito de comando: folha dois.

1.5.14 Defeito 14: Impede o desligamento da partida reversora sentidos horário/anti-horário

No diagrama da Figura 03 é mostrado que a chave de defeito DF-14, está ligada em paralelo com a botoeira 2S0, responsável pelo desligamento do comando da partida reversora. Portanto, seu acionamento anula a ação da botoeira, impedindo o desligamento deste comando.

O defeito 14 é identificado, quando o comando de partida reversora de sentidos hor./anti-horário não desliga ao pressionar a botoeira 1S0.

1.5.15 Defeito 15: Impede o ligamento da partida reversora sentido anti-horário

No diagrama da Figura 04 é mostrado que a chave de defeito 15 está ligada em série com o contactor K8 e K7, responsável pelo acionamento do motor no sentido anti-horário. Portanto, ao acionar esta chave os contactores K8 e K7 são desabilitados, impedindo assim a partida reversora de sentido anti-horário.

O aluno para identificar o defeito DF 15, precisa certificar-se que tudo funciona perfeitamente, menos a partida reversora sentido anti-horário e sua sinalização. Dessa forma, facilmente identificará este defeito.

1.5.16 Defeito 16: Impede o ligamento da partida reversora sentido horário (através do bloqueio do contactor K2) e partida direta

A chave de defeito DF-16 está ligada em série com o contactor K2, responsável pela partida direta e reversora sentido horário. Portanto, o acionamento da chave DF-16 provoca a interrupção destes comandos.

O defeito 14 é facilmente identificável, já que, os comandos de partida direta e reversora de sentido horário não funcionam quando se pressiona as botoeiras 1S1 e 2S1, respectivamente. Observe que são dois comandos que não funcionam.

1.5.17 Defeito 17: Retêm os contactores K2 e KA1

O contactor KA1 é auxiliar, ou seja, não faz parte do comando de força, verifique que ele não está presente na Figura 02. Sua função é apenas comutar os comandos de força. Conforme o diagrama da Figura 4, a chave de defeito DF-17 está ligada em paralelo com a botoeira 2S2, que aciona o contactor auxiliar KA1. Portanto, seu acionamento mantém KA1 ligado, que por sua vez, está ligado em paralelo com a botoeira 1S0, responsável pelo acionamento do contactor K2. Assim, ligando a chave de defeito 17, retemos os contactores K2 e KA1.

Quando o Quadro de Comandos é ligado através da chave geral Q2, e escutar-se um barulho de contactor acionando, porém o motor e o comando de partida direta permanecerem parados, e uma vez ligado não desliga mais. Estas características determinam o defeito 17.

1.5.18 Defeito 18: Impede o desligamento da partida estrela-triângulo em triângulo

No diagrama da Figura04 é mostrado que a chave DF-18, está ligada em paralelo com a botoeira 3S0, responsável pelo desligamento da partida estrela-triângulo. Portanto, seu acionamento mantém este comando ligado.

O defeito 18 é facilmente identificável, já que o comando de partida estrela-triângulo não desliga quando se pressiona a botoeira 3S0.

1.5.19 Defeito 19: Impede a transferência de estrela para triângulo

No comando de partida estrela-triângulo, deste quadro, à transferência de estrela para triângulo é feita automaticamente por meio de um temporizador pré-programável. A chave de defeito DF-19 está ligada em paralelo com o comutador do temporizador. Assim, seu acionamento impede a comutação do comando.

O aluno para identificar este defeito, deve acionar o comando estrela-triângulo e esperar, caso não ocorra à devida transferência admitirá o defeito 19. Pois, o mesmo impede a transferência de estrela para triângulo, ou seja, o motor parte em estrela e permanece.

1.5.20 Defeito 20: Ligar a sinalização em triângulo no momento em que o motor está partindo em estrela

A chave de defeito DF-20 é conectada a sinalização de partida em triângulo, e a saída do contato auxiliar de K3, ver Figura 04. Portanto, uma vez que o contactor K3 esteja ligado, seu acionamento acender a sinalização da partida em triângulo.

Para identificar o defeito 20, o aluno precisa observar que no momento da partida, as duas sinalizações, partida em estrela e partida em triângulo ficarão acesa até que o comando passe para triângulo.

1.5.21 Defeito 21: Impede a ligação da partida estrela-triângulo através do contactor K3

No momento da partida, o contactor K3 é alimentado através do contato auxiliar do contactor K5, ver Figura 04. A chave de defeito DF-20 está ligada em série com a alimentação de K3. Portanto, seu acionamento impede a partida estrela-triângulo através do contactor K3.

O defeito 21 impede a partida estrela-triângulo, porém se difere do defeito 13. Já que, neste caso, tem-se a sinalização e barulho do contactor K5, indicando que o impedimento é feito através do contactor K3.

1.5.22 Defeito 22: Impede a ligação da partida reversora no sentido horário, quando a partida reversora está no sentido anti-horário

O QSDC, em funcionamento normal, comuta o sentido de rotação diretamente, pelo simples apertar da botoeira responsável pelo acionamento da partida de sentido

contrário ao que se encontra. As botoeiras, responsáveis pelo acionamento em ambos os sentidos, são utilizadas também para desativar o acionamento em sentido contrário.

A chave de defeito DF-22 está ligada em paralelo com a botoeira 2S1, ver Figura 05, que provoca a partida no sentido horário e ao mesmo tempo em que desliga a partida anti-horária. Portanto, quando a chave DF-22 é acionada, a ação desligar da botoeira 2S1 é desativada. Assim, o contactor K7 permanecerá ligado impedindo a partida de K6, ver Figura 03, responsável pela partida direta no sentido horário.

Para identificar o defeito 22, o aluno precisa acionar o comando partida reversora no sentido anti-horário. Daí, pressionar a botoeira 2S1, responsável pelo acionamento da partida reversora sentido horário, caso a mesma não acione diretamente, certificar-se o defeito 22.

1.5.23 Defeito 23: Liga direto a partida estrela-triângulo

A chave de defeito DF-23 está ligada em paralelo com o conjunto de botoeiras 3S0 e 3S1, como na Figura 04, que desliga e aciona, respectivamente, a partida estrela-triângulo. Portanto, ao acionar esta chave, anula a ação destas botoeiras. Assim, quando for ligado o quadro através da chave geral Q2, a partida estrela-triângulo também ligará diretamente.

Quando se liga à chave geral Q2, do quadro de comando, e a partida estrela-triângulo e sua sinalização forem acionadas diretamente, tem-se a identificação do defeito 23.

1.5.24 Defeito 24: Liga direto a partida estrela-triângulo, em triângulo

No diagrama da Figura 04 pode-se verificar que a chave de defeito DF-24, faz a ligação direta do contactor K3, que por sua vez liga o contactor K4 e provoca o acionamento direto da partida estrela-triângulo, em triângulo.

Quando se liga à chave geral Q2, do quadro de comando, e o comando estrela-triângulo, partir em diretamente em triângulo, tem-se a identificação do defeito DF-24. Observe que este defeito se difere do DF-23, pelo fato de partir logo em triângulo.

2. Avaliação do aluno

Para avaliar o aluno, será necessário simular um defeito no Quadro. Em seguida, deixar o aluno acompanhado do diagrama elétrico para análise do defeito, e observar os parâmetros de avaliação.

2.1 Parâmetros de avaliação

São considerações a serem tomadas na avaliação do aluno.

2.1.1 Segurança

Diz respeito às normas de segurança básica com que o aluno opera o equipamento, evitando danos pessoais e ao equipamento.

2.1.2 Tempo previsto

Tempo gasto pelo aluno para realizar a análise do defeito com base no tempo determinado. (Tempo sugerido: 10 minutos)

2.1.3 Interesse

Interesse do aluno com relação à análise do defeito, se ele demonstra interesse de ir além dos objetivos do exercício.

2.1.4 Interpretação

Engloba a interpretação de esquema elétrico, do guia e dos dados fornecidos pelo equipamento.

2.1.5 Questionário

Durante a análise do defeito, será dado ao aluno um questionário com as seguintes perguntas:

O Quadro de Comandos apresenta algum defeito?

Que defeito o Quadro de Comandos apresenta?

Analisando o diagrama elétrico, qual a chave estar associada ao defeito encontrado?

Além de ser um parâmetro de avaliação, o questionário deve estimular o aluno a estudar o guia e o diagrama elétrico, dando condições ao aluno de extrair o máximo de desempenho do equipamento.

2.2 A ficha de avaliação

A ficha de avaliação será entregue ao aluno no momento da análise do defeito.

2.2.1 Avaliação dos parâmetros

Na primeira coluna da ficha, são inscritos os parâmetros de avaliação, além dos já existentes, o instrutor poderá incluir outros parâmetros que julgar necessário.

2.2.2 Faixa de pontos

Os pontos são atribuídos a cada parâmetro, conforme o desempenho do aluno (em escala de 10).

2.2.3 Fatores

A ponderação de fatores varia de 1 a 5. A maior ou menor ponderação depende da importância que o instrutor tenha do parâmetro.

2.2.4 Resultado da multiplicação

Corresponde a multiplicação dos pontos pelo seu fator correspondente.

2.2.5 Soma total

É a soma dos resultados das multiplicações.

2.2.6 Soma de fatores

É a soma dos fatores correspondentes aos parâmetros avaliados pelo instrutor.

2.2.7 Divisão

A nota final do aluno é a divisão da soma total pela soma de fatores (em escala de 10).

Ficha de avaliação

Aluno:

Mat.:

Turma:

Parâmetro de avaliação	Pontos	Fator	Resultado
Segurança			
Tempo			
Interesse			
Questionário			
Soma			
Soma Total =		Observações:	
Soma dos fatores =			
Nota: =			

Questionário

1. O Quadro de Comandos apresenta algum defeito?

2. Que defeito o Quadro de Comandos apresenta?

3. Analisando o diagrama elétrico, qual a chave associada ao defeito encontrado?
