

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS E EXATAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

ALINE ALVES RIBEIRO

**PROTOCOLO PARA CRIAÇÃO DE SISTEMAS DE COMANDOS
ELÉTRICOS**

UBERABA-MG

2017

ALINE ALVES RIBEIRO

**PROTOCOLO PARA CRIAÇÃO DE SISTEMAS DE COMANDOS
ELÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. David Calhau Jorge.

UBERABA-MG

2017

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

R367p Ribeiro, Aline Alves
Protocolo para criação de sistemas de comandos elétricos / Aline Alves
Ribeiro. -- 2017.
98f. : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) -- Uni-
versidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2017
Orientador: Prof. Dr. David Calhau Jorge

1. Automação industrial. 2. Controladores elétricos. 3. Motores elétri-
cos. I. Jorge, David Calhau. II. Universidade Federal do Triângulo Minei-
ro. III. Título.

CDU 681.5

ALINE ALVES RIBEIRO

PROTOCOLO PARA ELABORAÇÃO DE PAINÉIS DE COMANDOS
ELÉTRICOS

Trabalho de conclusão apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de mestre.

Uberaba, 24 de março de 2017

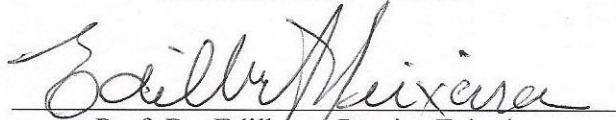
Banca Examinadora:



Prof. Dr. David Calhau Jorge
Orientador – PMPIT - UFTM



Prof. Dr. Luiz Fernando Resende dos Santos Anjo
Membro Titular – UFTM



Prof. Dr. Edilberto Pereira Teixeira
Membro titular – UNIUBE

Dedico este trabalho à minha família que sempre me apoiou nas ausências da convivência familiar que foram necessárias para dedicar a este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Triângulo Mineiro pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. David Calhau Jorge, pela sua orientação, dedicação e paciência na construção deste conhecimento.

À coordenação do PMPIT - Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica pela oportunidade de vivenciar a construção de várias formas de trabalhos científicos.

Aos professores do PMPIT, pelos conhecimentos transmitidos.

Para a minha família e meus amigos, pela paciência e apoio fornecidos nesta etapa de minha vida.

À Air-Max por todo apoio nesta pesquisa e durante meus estudos, e aos colegas do IFTM pelo apoio e incentivo ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus alunos do IFTM e da Factus, pelo apoio e compreensão no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Diante da crescente demanda por automatizar processos industriais, aumentou-se a utilização de painéis de comandos elétricos. Porém, não existe um padrão para a elaboração destes, e pouco se encontra de referências bibliográficas a respeito. Visando padronizar a elaboração de projetos de painéis de comandos elétricos, e até mesmo sua execução, este trabalho traz um protocolo para atender esta demanda. O protocolo consiste em um guia, para orientar a equipe que elaborará o projeto e/ou executará, com dados técnicos relativos à instalação da empresa, componentes do painel, ações esperadas do comando e sinalização. Em seguida, é apresentado um roteiro sobre a execução do painel, caso o contrato entre as empresas inclua esta fase. É apresentado ainda a necessidade da periodicidade de manutenção dos equipamentos contidos nos painéis, além dos tipos de manutenção (preditiva, preventiva e corretiva), afim de melhorar o uso dos equipamentos e manter o processo industrial ininterrupto por manutenção.

Palavras chave: painel elétrico, painel de comando elétrico, protocolo, comandos elétricos, partidas de motores.

ABSTRACT

Faced with the increasing demand for automating industrial processes, the use of electric control panels has been increased. However, there is no standard for the elaboration of them, and there are few bibliographical references about it. Aiming to standardize the elaboration of electrical control panel designs, and even its execution, this work brings a protocol to meet this demand. The protocol consists of a guide, to regulate the team that will elaborate the project and / or execute the project, with technical data related to the company's installation, panel components, expected actions of the command and signaling. Then, a guide on the implementation of the panel is presented, if the contract between the companies includes this phase. It is also presented the need for periodicity of maintenance of the panels equipments, besides the types of maintenance (predictive, preventive and corrective), in order to improve the use of equipment and keep the industrial process uninterrupted by maintenance.

Keywords: electric panel, electric control panel, protocol, electric commands, motor starters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Metodologia da pesquisa.....	15
Figura 2 - Diagrama de Blocos para elaboração de painel de comando elétrico.....	16
Figura 3: Chave Seccionadora e Comutadora S32	75
Figura 4: Chave fusível	75
Figura 5: Disjuntor de caixa moldada 3VA.....	76
Figura 6: Placa de um motor de 10CV	77
Figura 7: Disjuntor Motor 3RV10	78
Figura 8: Relé de Proteção.....	78
Figura 9: Contator de Manobra Sirius	79
Figura 10: Disjuntor bipolar tipo DIN.....	79
Figura 11: Bloco de contatos auxiliar.....	80
Figura 12: Circuito de Força.....	81
Figura 13: Circuito de comando	82
Figura 14: Exemplo de painel de comandos elétricos	83
Figura 15– Fusível tipo D.....	93
Figura 16 - Fusível tipo NH.....	94
Figura 17 – Curva tempo x corrente de um fusível	95
Figura 18 – Definição do fusível a ser utilizado no exemplo	96
Figura 19 – Partes internas constituintes de um disjuntor termomagnético	97
Figura 20 – Regiões características dos disjuntores termomagnéticos	98
Figura 21: Disjuntor internamente.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de cores de lâmpadas de sinalização.....	34
Tabela 2 : Fusível tipo D	93
Tabela 3: Fusível tipo NH.....	93

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	15
4. PROTOCOLO	16
5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO PROTOCOLO	59
6. EXECUÇÃO.....	75
7. MANUTENÇÃO.....	84
MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	84
MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	84
MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	85
MANUTENÇÃO DETECTIVA	85
8. NORMAS RELATIVAS À MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE COMANDO E CONTROLE.....	86
NBR-5410.....	86
NBR-14039.....	86
NR-10	86
NBR-5418.....	86
EIA/TIA-568	87
9. CONCLUSÃO.....	88
10. REFERÊNCIAS	89
11. ANEXO A - DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO UTILIZADOS EM PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS	93
A.1 FUSÍVEIS.....	93
A.1.1 Curvas dos dispositivos de proteção tipo Fusível	95
A.2 DISJUNORES TERMOMAGNÉTICOS	96
A.3 PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE COMANDO	98

1. INTRODUÇÃO

A montagem de painéis de comandos elétricos é uma prática frequente em empresas de Engenharia Elétrica e Automação Industrial, como parte de seus produtos e serviços. Porém, é um produto/serviço executado com base em exemplos básicos prontos, sem opções de alterações e sem padrão, o que torna o trabalho desvalorizado e sem fundamento teórico, apenas prático.

O fato que se repete é a reprodução mecânica dos comandos básicos, bem como partidas diretas, com reversão entre outras, por parte do técnico da área, de maneira aleatória na utilização de dispositivos de proteção, manobra e sinalização.

Pouco material é encontrado acerca do assunto, por ser um tema pouco explorado por parte dos escritores, pois não é com o devido estudo necessário. Mas um padrão de elaboração e execução não foi criado ainda.

De acordo com as pesquisas realizadas pela autora, não há material sobre a existência de um protocolo como este, no Brasil, utilizando as normas brasileiras para tal. Pensando na padronização do processo de elaboração de projetos de Painéis de Comandos Elétricos e, na execução deste produto, independente do profissional que o fará, foi proposta a elaboração de um protocolo que auxiliará em ambas tarefas.

O problema da falta de padronização na construção dos painéis, foi observado pela autora, quando em sua atuação na área técnica em execução e inspeção de trabalhos, que envolviam diretamente este tipo de atividade. Também pode ser observada a escassez de material de referência disponível para consulta.

A falta de padronização e de uma sequência de procedimentos implica na elevação do custo da realização de um projeto de comandos elétricos, ou em sua eventual expansão. Tal situação poderia ser contornada se existisse um protocolo mínimo a ser seguido pela empresa que irá projetar, implementar ou elaborar comandos elétricos em indústrias e nas mais diversas empresas.

Desde a revolução industrial, nos séculos XVIII e XIX, houve a necessidade de melhorias contínuas nos sistemas de produção em grande escala, visando maior produtividade, em menor intervalo de tempo, mantendo um padrão de qualidade cada vez melhor e ainda, diminuindo os custos a cada batelada, segundo RODRIGUES(2013).

Como a quantidade de pessoas trabalhando em linhas de produção é cada vez menor, existem sistemas que controlam de forma automática, ou semi-automática, as máquinas que transformam a matéria prima em produto final, e que fazem o inter-travamento entre estas.

De acordo com FERNANDES e LEITE(2002), para este controle, são necessários painéis elétricos de automação que sejam monitorados por pessoas qualificadas a partir de um sistema de supervisão, um sistema gráfico programado por engenheiros, que se comunica através de um sistema de redes com o controlador lógico programável, que é o equipamento que será conectado às máquinas instaladas no campo, bem como motores, prensas, moendas, e instrumentos de medição de temperatura, vazão, pressão, entre outros.

Existe também a possibilidade de controlar um sistema sem a ajuda de um controlador lógico programável, utilizando os painéis puramente de comandos elétricos. Estes painéis de comandos podem ser constituídos de dispositivos que têm a função de proteger o circuito, e de dispositivos que controlam os equipamentos, recebendo e enviando valores para o sistema.

Além dos dispositivos de proteção, existem os elementos de controle como os botões, que podem ou não ser acessíveis na porta do painel, os controladores lógicos programáveis, que possuem um software capaz de controlar dispositivos e equipamentos a quilômetros de distância, entre outros elementos.

Para a instalação e escolha dos equipamentos do painel de comando, existem algumas normas a serem seguidas, para preservar a vida de quem os opera e, ajudar na conservação e melhorará o desempenho dos dispositivos.

Com a demanda cada vez maior de criação de painéis de controle e comandos elétricos por parte das indústrias, para aumentar sua produtividade e manter a qualidade de seus serviços, considerando a segurança sempre em primeiro lugar, houve a necessidade de realizar uma pesquisa para propor um protocolo de criação de sistemas de comandos elétricos.

A pesquisa reúne normas relativas à elaboração de projetos de painéis de comandos elétricos, disposição de equipamentos, segurança relacionada à instalações elétricas e manuais de equipamentos de proteção, de forma a criar um protocolo como uma linguagem em blocos, para elaboração de projetos e montagem de painéis.

Segundo VICTOR (2005), "A vida útil de um dispositivo não é como gostaríamos "ad eterno", e mesmo durante o período de vida útil, por melhor qualidade que possua, não está isento da ocorrência de falhas."

Levando-se em consideração o que foi citado acima, criou-se um guia para manutenções dos dispositivos instalados nos painéis de comandos elétricos, afim de conservar o mesmo para maior tempo de utilização, prever sua troca em caso de danos e, evitar que a empresa tenha perdas financeiras e de produção, por paradas não previstas em seus cronogramas.

Quando não há padronização na elaboração do projeto, na sua execução, e principalmente na manutenção dos equipamentos envolvidos no painel de comandos, as possibilidades de paradas na produção, para manutenções corretivas, são bem maiores, quando comparadas as casos em que existem manutenções preditivas e preventivas bem sedimentadas na empresa, e cronogramas precisos para as mesmas. Os custo de manutenções de urgência, dependendo da empresa, pode ficar na casa dos milhões de reais, quando equipamentos insubstituíveis param de funcionar. Um exemplo, são transformadores de alta potência, pois em sua maioria são projetados e fabricados sob encomenda e demoram meses para serem entregues. A manutenção de transformadores desde tipo, requerem mão de obra especializada e demasiado tempo.

O presente trabalho apresenta um guia que pode servir como orientação para a elaboração de um painel de comando elétrico, possuindo três itens básicos: proteção, comando e sinalização, no Capítulo 5.

É valido lembrar que há pouco material disponível sobre o assunto, e o mesmo quando existente, possui esquemas de partidas de motores mais simples, sem a opção de inserir intertravamentos, ou controles externos. O material aqui desenvolvido foi baseado em literaturas existentes e nos conhecimentos empíricos da autora.

A autora atuou nesta área técnica durante 7 anos, com aplicações práticas em campo. Esta experiência contou com vários tipos de trabalhos relacionados à montagem de painéis elétricos, elaboração de projetos, execução, manutenções preventivas, preditivas e corretivas. Toda esta experiência foi importante para a elaboração do protocolo e, serviu como base para a escrita deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho foi o desenvolvimento um protocolo para a criação de painéis de comandos elétricos, visando padronizar a elaboração de projetos deste tipo, com base nas normas existentes e nas diversas aplicações disponíveis no mercado. Este protocolo é como uma linguagem em blocos para a criação de um sistema de comandos elétricos. Além disso, a proposição de um cronograma de manutenção preventiva, preditiva e corretiva dos dispositivos de comandos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

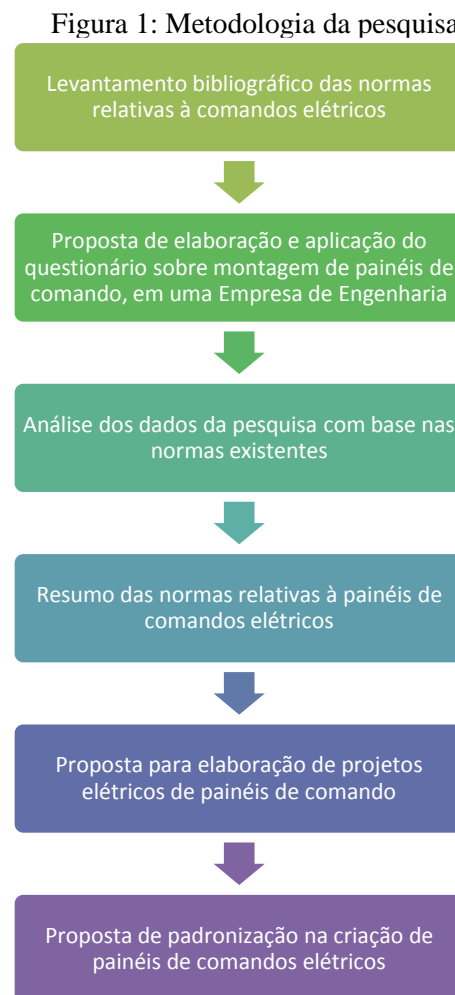
- Fazer um levantamento das normas relativas à elaboração e criação de sistemas de comandos elétricos existentes;
- Propor um padrão para criação de sistemas de comandos elétricos;
- Desenvolver o protocolo para a criação de sistemas de comandos elétricos, como uma linguagem em blocos;
- Criação de um exemplo de aplicação do protocolo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente foi feito um levantamento de normas relativas à elaboração de projetos elétricos, revisão da literatura sobre instalações elétricas industriais, normas de segurança na presença de eletricidade, normas de simbologia para esquemas elétricos, catálogos de armários que abrigam os sistemas de comando e controle, catálogos de equipamentos e dispositivos utilizados em comandos elétricos, modelos de esquemas de partidas de motores e modelos de esquemas elétricos de controles de iluminação.

O protocolo inicialmente apresenta um questionário, elaborado na íntegra pela autora, baseado em sua experiência profissional, que serve como orientação para a elaboração passo a passo de um painel de comandos elétricos. Posteriormente foi elaborado um manual, explicando cada parte do protocolo. Para finalizar, em Anexo, foi elaborado um resumo das normas às quais serão atendidas e conceitos relativos à instalações elétricas.

A Figura 1 ilustra os passos a serem seguidos para a elaboração da pesquisa.

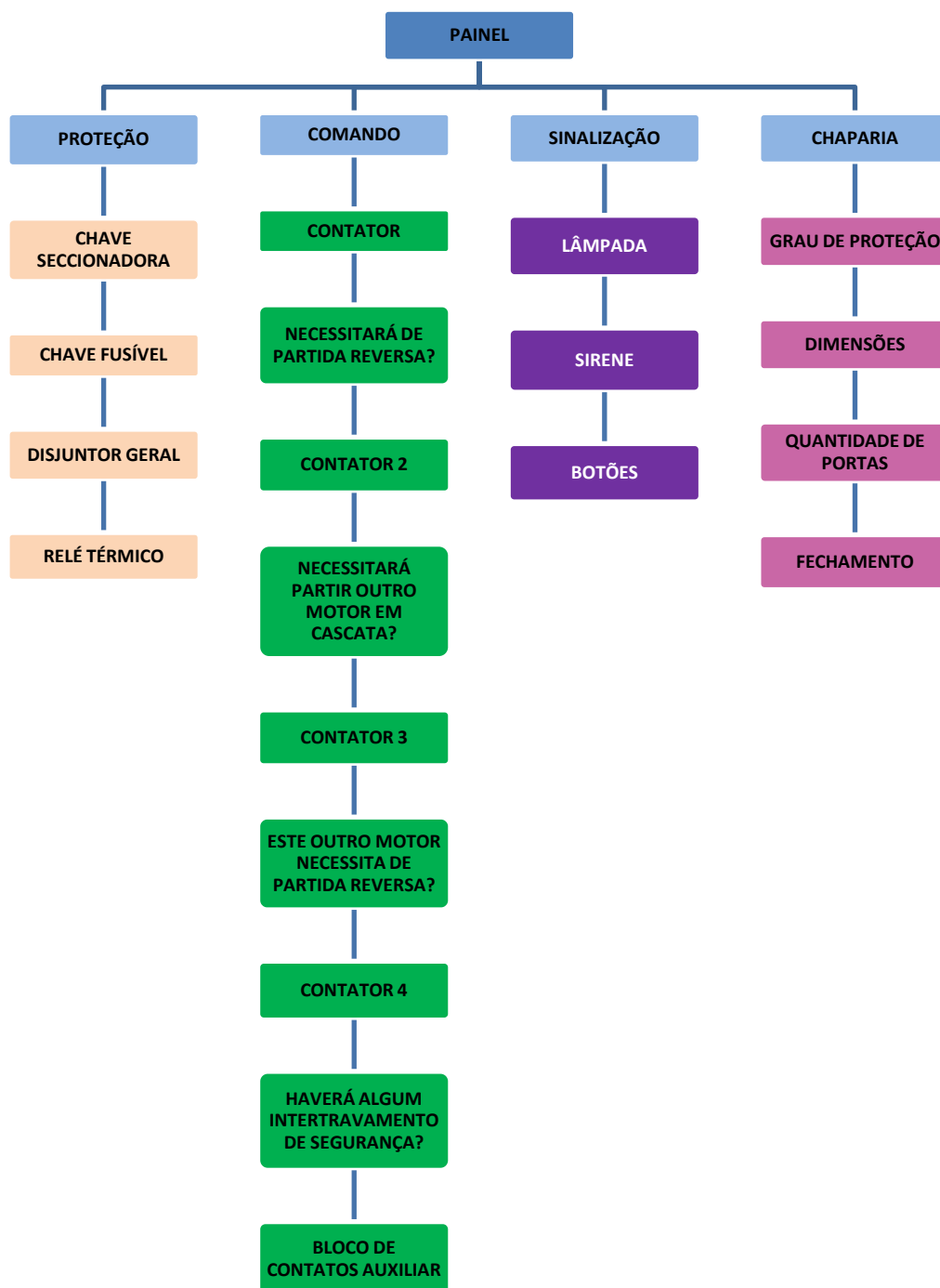


Fonte: autor

4. PROTOCOLO

O diagrama representado pela Figura 2, é um resumo de um algoritmo que pode ser seguido, afim de facilitar a elaboração de um painel de comandos elétricos.

Figura 2 - Diagrama de Blocos para elaboração de painel de comando elétrico



Fonte: do Autor

O processo de construção de um painel de comandos elétricos inicia-se a partir da necessidade de solucionar um problema interno de uma empresa/indústria, que pode variar desde o simples acionamento de iluminação de um galpão, até acionamento de motores com os mais diversos tipos de partidas. Podendo ainda, dentro do mesmo painel, existir mais de um comando, acionando e controlando estes diversos tipos de equipamentos.

O ponto de partida para a construção do painel, é a definição de qual tipo de comando será construído internamente, para que seja possível o dimensionamento dos dispositivos de proteção, comando, sinalização, controle, além do quantitativo de cada um destes. Para que seja possível dimensionar a chaparia do armário, levando em consideração as normas a serem atendidas, de acordo com o local onde o mesmo será instalado, quais as proteções necessárias, espessura da chapa, meio de fixação, quantidade de portas e placas de montagens, se haverá acesso apenas frontal ou também traseiro, se há a necessidade de haver policarbonato na(s) porta(s) para que seja possível visualizar os componentes internos, ou apenas sinalização externa na(s) tampa(s) do painel.

Cada bloco tem como objetivo instruir o elaborador do painel de forma intuitiva e simples. Na segunda camada do diagrama temos os blocos Proteção, Comando e Sinalização. A seguir uma sugestão de protocolo para a criação de um sistema de comandos elétricos, desde seu início até sua conclusão.

PARTE 1 - DADOS BÁSICOS DO PROJETO

Nome da Empresa Contratante: <insira o nome da empresa onde o projeto será implantado >

Endereço: <insira o endereço da empresa onde o projeto será implantado >

Contato: <insira o contato (telefone ou e-mail) da empresa onde o projeto será implantado >

Nome da Empresa Contratada: <insira o nome da empresa desenvolvedora do projeto>

Endereço: <insira o endereço da empresa desenvolvedora do projeto >

Contato: <insira o contato (telefone ou e-mail) da empresa desenvolvedora do projeto>

Título do Projeto: <insira o título do projeto a ser implantado, ou em andamento >

Engenheiro Responsável: <insira o nome do engenheiro responsável pelo desenvolvimento do projeto>

Projetista: <insira o nome do projetista envolvido no projeto>

Data: <insira a data de início do projeto>

Revisão: <insira a revisão do projeto>

Descrição do Projeto: <insira a descrição do projeto a ser implantado, ou em andamento >

Observações:

Preenchimento deste item: secretaria / engenheiro / técnico .

A capa do Protocolo conta com os dados básicos do projeto, bem como os dados da empresa contratante, por exemplo: o nome da empresa (com razão social, CNPJ e todos os dados jurídicos pertinentes), a localização da empresa através do seu endereço, e o contato da empresa, podendo ser por meio de e-mail, telefones, ou até mesmo redes sociais.

Além disso, deve-se inserir os dados da empresa contratada, que será responsável pela elaboração do projeto, e/ou sua execução também. Dados bem como o nome da empresa (com razão social, CNPJ e todos os dados jurídicos pertinentes), a localização da empresa através do seu endereço, e o contato da empresa, podendo ser por meio de e-mail, telefones, ou até

mesmo redes sociais, os dados do Engenheiro responsável (nome e CREA), já que se trata de um projeto na área de Engenharia Elétrica, haverá um Engenheiro Eletricista que respaldará o projeto e/ou a execução. Além do nome do Projetista, que é o profissional técnico responsável por conhecer todo o projeto em detalhes.

Faz parte do título do projeto, o nome do local específico da empresa, por exemplo, onde ele será executado, o nome da melhoria ou implantação que serão feitas, ou da manutenção, nome do equipamento que será instalado ou modificado. Isso faz com que o seja mais fácil identificar o projeto e o que está sendo melhorado, em que área.

A data inserida, deve ser a data de entrega do projeto inicial. As revisões começam, em zero, como revisão inicial, ou seja, a primeira concepção do projeto/documento. A partir da revisão zero, cada alteração, inclusão, modificação ou correção feita no arquivo, deve-se acrescentar um número na revisão, e identificar o que foi modificado em relação à revisão anterior, incluindo a data em que ela foi realizada.

A descrição do projeto, dá uma visão geral do mesmo, sendo possível retirar informações importantes e peculiares de cada empresa/área/equipamento.

É importante ressaltar que muitas vezes o cliente não tem formação técnica necessária, ou mesmo conhecimento profundo da planta, local e instalação em questão, para certificar os valores de tensão/corrente/potência instalada do local, sendo imprescindível a visita in loco por parte do desenvolvedor do projeto.

PARTE 2 - DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

DEFINIÇÕES INICIAIS

1. O presente projeto se trata de um novo projeto ou um projeto já existente?
 - Existente <pergunta 6>
 - Novo

2. Quais diagramas ele possui?
 - Comando <pergunta 16>
 - Força < pergunta 6>
 - Força e comando < pergunta 6>

3. Há previsão de expansão?
 - Sim
 - Não

4. A execução do projeto é necessária ou apenas a elaboração de documentação?
 - Execução <pergunta 62>
 - Apenas projeto
 - Execução e projeto

5. É um projeto que envolve manutenção?
 - Sim <pergunta 100>
 - Não

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Ao executar/desenvolver um projeto, deve-se atentar para o fato de ele ser um novo projeto, ou um projeto já existente mas que está sendo modificado, passando por melhorias, manutenção, expansão, etc.

Em caso de projeto já existente, o executante pode partir para a pergunta 4. Caso seja um novo projeto, ele deverá responder a pergunta 3.

É necessário entender quais diagramas o painel possui: força e/ou comando. Na maioria dos casos, existem os dois tipos de circuito dentro do mesmo painel.

Com relação ao circuito de força, deve-se definir a proteção geral do painel a partir do quantitativo de equipamentos que ele acionará e alimentará. Suas correntes totais de consumo devem ser somadas e, só a partir daí escolhidos os dispositivos.

O circuito que fará o controle do acionamento de motores, equipamentos ou lâmpadas, é o circuito de comandos.

Quando houver previsão para expansão do projeto em questão, futuramente, é importante definir o que será implantado posteriormente para que seja feita a previsão de cargas, espaço físico e equipamentos no painel elétrico de comandos atual. Mesmo quando não houver previsão, pela vivência prática da autora, é importante estabelecer um espaço reserva de pelo 20% do painel, para possíveis pequenas inclusões de equipamentos/circuitos, futuras.

A empresa contratante deve definir em contrato formal, se a empresa contratada elaborará apenas a documentação referente ao projeto a ser implantado, ou se também haverá execução por parte da contratada.

PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE FORÇA

6. Qual o nível de tensão entre fase e fase para alimentação o circuito de força?
- () - 440V
- () - 380V
- () - 220V
- () - 127V
- () - Outro: _____
7. Será utilizada chave seccionadora para a proteção geral?
- () - Sim
- () - Não
8. Será utilizada chave fusível para proteção?
- () - Sim
- () - Não
9. Será utilizado disjuntor tipo caixa moldada para proteção?
- () - Sim
- () - Não
10. O painel principal, alimentará algum(uns) painel(eis) externo(s)?
- () - Sim <pergunta 12>
- () - Não <pergunta 13>
11. Quantos painéis externos serão alimentados?
- _____
12. A proteção do painel externo será feita por disjuntor caixa moldada ou disjuntor tipo DIN?
- () - Caixa Moldada
- () - DIN
- () - Outro: _____

13. O painel principal, alimentará motores?

() - Sim <pergunta 14>

() - Não

14. Quantos motores serão alimentados?

15. A proteção do(s) motor(es) fará(ão) uso de relé(s)?

() - Sim

() - Não

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

O nível de tensão de alimentação é um dos itens mais importantes do projeto, pois indica o limite máximo disponível de tensão, entre fases, no painel. Além disso, indica se será necessária a instalação de um transformador, abaixador ou elevador, para atender algum(uns) equipamento específico. Os níveis de tensão, entre fases, em âmbito industrial mais utilizados são 440 V, 380 V, 220 V e 127 V. Em caso de haver outro nível diferente dos citados, disponível e utilizado, deve-se marcar a opção *Outro* para a pergunta 6 e, no espaço à frente, especificar qual o nível de tensão a ser utilizado.

Os dispositivos que podem proteger toda a entrada de alimentação do painel são a chave seccionadora, chave fusível, disjuntor geral e o relé térmico. Estes equipamentos protegem desde pequenas correntes até as mais altas, na casa de 120A. A escolha de qual(is) deles utilizar, ficará a critério do responsável por sua construção, respeitando sempre a corrente mínima e os limites financeiros do projeto.

Após a escolha da proteção geral do painel, passa-se ao segundo nível de proteção, analisando as necessidades de cada circuito que o painel alimentará: motores, comandos de iluminação, alimentação de outros painéis, alimentação de equipamentos externos ao painel. Um levantamento preciso de todos os circuitos existentes no painel evitará erros de dimensionamento além de contribuir para a escolha da alimentação geral.

PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE COMANDO

16. Usa a mesma fonte para força e comando?
 - Sim
 - Não <pergunta 17>
17. A alimentação do Circuito de Comando é por tensão contínua ou alternada?
 - Contínua <pergunta 20>
 - Alternada <pergunta 18>
18. Qual o nível de tensão entre fase e fase para alimentação do Circuito de Comando?
 - 440V
 - 380V
 - 220V
 - 127V
 - Outro: _____
19. Quantos polos deve ter o disjuntor que protegerá o circuito de comando?
 - Um pólo
 - Dois pólos
 - Três pólos
20. Qual a tensão de alimentação do Circuito de Comando?
 - 24V
 - 12V
 - 5V
 - Outro: _____
21. É necessário instalar uma fonte de alimentação VAC/VDC?
 - Sim
 - Não
22. É necessário instalar DPS, Dispositivo de Proteção contra Surtos?
 - Sim
 - Não

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Na maioria dos painéis, a alimentação do circuito de força é a mesma do circuito de comandos. Caso seja diferente, especificar na pergunta 17 se a alimentação do comando será através de corrente contínua ou alternada.

Se a alimentação do comando for em corrente alternada , identificar qual destes é o disponível: 440 V, 380 V, 220 V e 127 V. Em caso de haver outro nível diferente dos citados, disponível e utilizado, deve-se marcar a opção *Outro* para a pergunta 18 e, no espaço à frente, especificar qual o nível de tensão a ser utilizado.

A proteção do circuito de comandos, deve utilizar disjuntores do tipo DIN. Em caso de motores, a proteção do comando poderá ser feita com disjuntores monopolares ou bipolares, atendendo às necessidades dos dispositivos de sinalização que serão instalados, e também do nível de tensão disponível no local. Por exemplo, existem indústrias que não dispõem do condutor neutro, portanto, nestes casos deve-se utilizar o disjuntor bipolar, e os equipamentos de sinalização e controle devem ser especificados para a tensão entre fase e fase vigente do local.

Caso a alimentação seja em corrente contínua, identificar qual dos níveis seguintes é o disponível 24 V, 12 V ou 5 V. Em caso de haver outro nível diferente dos citados, disponível e utilizado, deve-se marcar a opção *Outro* para a pergunta 20 e, no espaço à frente, especificar qual o nível de tensão a ser utilizado.

Em casos que dispositivos com tensões contínuas são utilizados, tanto para controle como para sinalização, uma fonte conversora de tensão alternada para contínua será necessária. Um disjuntor para proteger a fonte também se faz necessário, de acordo com o valor de sua corrente de saída.

Baseado em SOUZA(2007), os DPSs, dispositivos de proteção contra surtos, são necessários na alimentação de circuitos de comandos, sendo instalados em paralelo com a entrada de alimentação do disjuntor geral que alimenta os comando. Os DPSs possuem uma cápsula em seu interior, que pode ser trocada quando houver um surto de corrente. Este dispositivo não elimina a necessidade de utilização do disjuntor de entrada e não significa que o mesmo seja uma redundância na proteção de todo o sistema.

ACIONAMENTOS DE COMANDO

23. Qual(is) equipamento(s) e/ou circuito(s) será(ão) comandado(s)?
- Motor(es) <pergunta 23>
 - Iluminação <pergunta 32>
 - Outro: _____ <pergunta 41>
24. Será necessário utilizar bloco de contatos auxiliar?
- Sim
 - Não
25. O motor em questão funcionará dependendo de outro motor estar em funcionamento?
- Sim <pergunta 26>
 - Não <pergunta 27>
26. Qual motor?
- _____
27. O motor em questão funcionará apenas se outro motor estiver desligado?
- Sim <pergunta 28>
 - Não <pergunta 29>
28. Qual motor?
- _____
29. O motor em questão será ligado a partir de:
- Comando via botão exposto na porta do Pannel
 - Comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório)
 - Comando via botão localizado no campo
 - Outro: _____
30. Ao ser acionado, via qualquer opção da pergunta 29, o motor entrará em funcionamento instantaneamente, ou deverá ser ligado a partir de um tempo pré determinado?
- Instantaneamente <pergunta 49>
 - Uso de temporizador <pergunta 31>

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Na pergunta 23 assinalar qual das opções será comandada, se será um motor, um circuito de iluminação ou outro tipo de circuito.

Caso seja um motor, o circuito necessitará de um contator. Deve-se especificar na pergunta 23 se necessitará de bloco de contatos auxiliar.

O intertravamento é um termo utilizado para indicar que equipamentos, motores ou circuitos funcionam dependentes de condições específicas. Alguns motores podem ser ligados apenas quando outro motor está em funcionamento, ou NÃO. Nas perguntas 25 e 27 é possível identificar se há algum destes casos de intertravamentos, e nas perguntas 26 e 28, deve-se identificar por meio de TAG e descrição qual o equipamento/motor, evitando erros de funcionamento e possíveis interrupções na produção.

O meio pelo qual o motor será acionado pode ser definido na pergunta 29. Entre as opções mais comumente encontradas estão: comando via botão exposto na porta do Painel, comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório) e comando via botão localizado no campo. Em caso de haver outro tipo de acionamento além dos citados, disponível e utilizado, deve-se marcar a opção *Outro* para a referida pergunta e, no espaço à frente, especificá-lo.

Em muitos casos, o motor não deve ser ligado imediatamente após ser acionado, para isto pode ser utilizado um dispositivo temporizador, que recebe o comando para energizar sua bobina, mas só fechará seus contatos após um tempo predeterminado. O uso deste dispositivo pode ser selecionado na pergunta 30, e o tempo de acionamento especificado na pergunta 31.

31. Quanto tempo após o acionamento, o motor deverá ligar?

32. Será necessário utilizar bloco de contatos auxiliar?

- Sim

- Não

33. O circuito de iluminação em questão funcionará dependendo de outro circuito/equipamento estar em funcionamento?

- Sim <pergunta 34>

- Não <pergunta 35>

34. Qual circuito/equipamento?

35. O circuito de iluminação em questão funcionará apenas se outro circuito/equipamento estiver desligado?

- Sim <pergunta 36>

- Não <pergunta 37>

36. Qual circuito/equipamento?

37. O circuito de iluminação será ligado a partir de:

- Comando via botão exposto na porta do Painel

- Comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório)

- Comando via botão localizado no campo

- Outro: _____

38. Ao ser acionado, via qualquer opção da pergunta 37, o circuito de iluminação entrará em funcionamento instantaneamente, ou deverá ser ligado a partir de um tempo pré determinado?

- Instantaneamente <pergunta 49>

- Uso de temporizador <pergunta 35>

39. Quanto tempo após o acionamento, o circuito de iluminação deverá ligar?

40. O circuito de iluminação em questão será acionado através de um sensor de iluminação?

() - Sim

() - Não

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Caso deseje comandar um circuito de iluminação, o circuito necessitará de um contator. Deve-se especificar na pergunta 32 se necessitará de bloco de contatos auxiliar.

O intertravamento é um termo utilizado para indicar que equipamentos, motores ou circuitos funcionam dependentes de condições específicas. Caso o circuito de iluminação em questão dependa de algum circuito estar em funcionamento, ou NÃO, assinalar a opção nas perguntas 33 e 35 é possível identificar se há algum destes casos de intertravamentos, e nas perguntas 34 e 36, deve-se identificar por meio de TAG e descrição qual o circuito/equipamento.

O meio pelo qual o circuito de iluminação será acionado pode ser definido na pergunta 37. Entre as opções mais comumente encontradas estão: comando via botão exposto na porta do Painel, comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório) e comando via botão localizado no campo. Em caso de haver outro tipo de acionamento além dos citados, disponível e utilizado, deve-se marcar a opção *Outro* para a referida pergunta e, no espaço à frente, especificá-lo.

Em muitos casos, o circuito de iluminação não deve ser ligado imediatamente após ser acionado, para isto pode ser utilizado um dispositivo temporizador, ou até mesmo um sensor de iluminação.

No caso do temporizador, o mesmo recebe o comando para energizar sua bobina, mas só fechará seus contatos após um tempo predeterminado. O uso deste dispositivo pode ser selecionado na pergunta 38, e o tempo de acionamento especificado na pergunta 39.

Se o circuito for acionado através de um sensor de iluminação, deverá ser informado através da pergunta 40.

41. Será necessário utilizar bloco de contatos auxiliar?

- Sim

- Não

42. O circuito/equipamento em questão funcionará dependendo de outro circuito/equipamento estar em funcionamento?

- Sim <pergunta 43>

- Não <pergunta 44>

43. Qual circuito/equipamento?

44. O circuito/equipamento em questão funcionará apenas se outro circuito/equipamento estiver desligado?

- Sim <pergunta 45>

- Não <pergunta 46>

45. Qual circuito/equipamento?

46. O circuito/equipamento em questão será ligado a partir de:

- Comando via botão exposto na porta do Painel

- Comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório)

- Comando via botão localizado no campo

- Outro: _____

47. Ao ser acionado, via qualquer opção da pergunta 46, o circuito/equipamento entrará em funcionamento instantaneamente, ou deverá ser ligado a partir de um tempo pré determinado?

- Instantaneamente

- Uso de temporizador <pergunta 48>

48. Quanto tempo após o acionamento, o circuito/equipamento deverá ligar?

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Um circuito que não seja um motor, nem um circuito de iluminação, também poderá ser comandado pelo painel através de um contator. Deve-se especificar na pergunta 41 se necessitará de bloco de contatos auxiliar.

O intertravamento é um termo utilizado para indicar que equipamentos, motores ou circuitos funcionam dependentes de condições específicas. Caso o circuito em questão dependa de algum circuito estar em funcionamento, ou NÃO, assinalar a opção nas perguntas 42 e 44, e é possível identificar se há algum destes casos de intertravamentos, e nas perguntas 43 e 45, deve-se identificar por meio de TAG e descrição qual o circuito/equipamento.

O meio pelo qual o circuito será acionado pode ser definido na pergunta 46. Entre as opções mais comumente encontradas estão: comando via botão exposto na porta do Painel, comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório) e comando via botão localizado no campo. Em caso de haver outro tipo de acionamento além dos citados, disponível e utilizado, deve-se marcar a opção *Outro* para a referida pergunta e, no espaço à frente, especificá-lo.

Quando o circuito necessitar ser energizado alguma tempo após ser acionado, poderá ser utilizado um dispositivo temporizador. Ele recebe o comando para energizar sua bobina, mas só fechará seus contatos após um tempo predeterminado. O uso deste dispositivo pode ser selecionado na pergunta 47, e o tempo de acionamento especificado na pergunta 48.

SINALIZAÇÃO

49. Qual(is) tipo(s) de sinalização será(ão) empregado(s)?

- Lâmpadas na porta do painel <pergunta 50>
- Sirene no painel
- Giroflex
- Andon
- IHM <Interface Homem Máquina, pergunta >
- Supervisório
- Outro: _____

50. Qual(is) cor(es) de lâmpada será(ão) utilizada(s)?

- Branca
- Amarela
- Verde
- Vermelha
- Azul
- Outro: _____

51. Quantas camadas deverá ter o Andon?

52. Quais cores deverá ter o Andon?

53. Onde deverá ser instalada a IHM?

- Na porta do painel
- No campo
- Outro: _____

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

A sinalização é um item extremamente importante na elaboração de um painel de comandos elétricos, pois pode permitir que se identifiquem motores que estejam em

funcionamento e até mesmo que falhas sejam identificadas, sem a necessidade de abrir o armário para verificação, ou ir até o local do motor no campo.

Os tipos mais empregados para sinalização em painéis de comandos elétricos são:

- *Lâmpadas na porta do painel:* que permitem a verificação do estado de motores/circuitos/equipamentos no local onde o painel estiver instalado. Apenas o profissional que possui acesso à área de instalação, poderá fazer a inspeção.
- *Sirene no painel:* para casos mais extremos de falhas, onde é necessária verificação instantânea do equipamento. Em locais de risco de explosão, por exemplo, a temperatura do local é monitorada em tempo integral, para evitar acidentes, até mesmo fatais.
- *Giroflex:* para identificar a necessidade de verificação *in loco* de um problema, urgente ou não.
- *Andon:* um Andon é um equipamento luminoso, com a possibilidade de se utilizarem várias cores, sendo separadas por andares. Amplamente utilizado em locais onde há muito barulho, e a utilização obrigatória de protetor auricular pelos profissionais da área, impeça de ouvir um alarme sonoro. Ao ser acionado, o Andon produzirá um efeito luminoso à escolha do exectuante, podendo ser: aceso, intermitente e também existe a possibilidade de utilizar um alarme sonoro complementando o alarme luminoso. Este também identifica a necessidade de verificação *in loco* de um problema, urgente ou não.
- *IHM:* a Interface Homem Máquina se trata de um equipamento semelhante a um tablet, interativo, que exibe as informações pertinentes do sistema/equipamento/circuito/motor, bem como Tensão, Corrente de operação, Temperatura, Pressão, Falhas, e permite ao operador modificar informações de processo em sua tela. Pode ser utilizado o meio de acesso através de Usuário e Senha, para que as alterações feitas em processo fiquem restritas a profissionais especializados. Algumas IHM's permitem a geração de relatórios de alterações, históricos de alarmes (bem como o usuário que os resetou), etc. A IHM pode ser instalada na porta do painel, ou em local a ser escolhido pelo responsável por contratar/operar a aplicação.
- *Supervisório:* O sistema de supervisão, semelhante à IHM, exibe informações pertinentes ao sistema, e permite alterações de informações na tela, por pessoas previamente autorizadas. Porém, sua instalação é feita em um computador, que normalmente fica localizado em uma sala de operação, onde somente pessoal autorizado possui acesso. O sistema de supervisão se comunica com todas as variáveis de processo através de um Controlador Lógico Programável(CLP), que recebe as

variáveis de entrada (instrumentos) por meio de cabos, analisa o processo, emite os valores na tela do Operador (Supervisório), e quando o operador realiza alteração em algum equipamento através da dela, o CLP emite este(s) sinal(is) através de cabos, até os equipamentos atuadores.

Na pergunta 50, é necessário selecionar qual(is) cor(es) para sinalização será(ão) utilizada(s). As cores mais utilizadas para sinalização de painéis de comando são descritas na Tabela 1:

Tabela 1: Tabela de cores de lâmpadas de sinalização

COR	CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO	APLICAÇÃO
Branca	Normal	Alimentação geral do painel em funcionamento
Amarelo	Falha	Falha no funcionamento de motor/circuito/equipamento por motivo de sobrecarga, falta de fase, etc.
Verde	Pronto para partir/ Normal	Circuito energizado e pronto para entrar em funcionamento.
Vermelho	Normal/Energizado	Motor em funcionamento, circuito energizado, etc.
Azul	Todas para as quais não se aplicam as cores acima.	

Fonte: adaptada de NASCIMENTO (2011)

54. Qual(is) tipo(s) de sinalização será(ão) empregado(s)?

- Lâmpadas na porta do painel <pergunta 55>
- Sirene no painel
- Supervisório
- Outro: _____

55. Qual(is) cor(es) de lâmpada será(ão) utilizada(s)?

- Branca
- Amarela
- Verde
- Vermelha
- Azul
- Outro: _____

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

A sinalização é um item extremamente importante na elaboração de um painel de comandos elétricos, pois pode permitir que se identifique motores que estejam em funcionamento e até mesmo que falhas sejam identificadas, sem a necessidade de abrir o armário para verificação, ou ir até o local do motor no campo.

Os tipos mais empregados para sinalização em painéis de comandos elétricos são:

- *Lâmpadas na porta do painel:* que permitem a verificação do estado de motores/circuitos/equipamentos no local onde o painel estiver instalado. Apenas o profissional que possui acesso à área de instalação, poderá fazer a inspeção.
- *Sirene no painel:* para casos mais extremos de falhas, onde é necessária verificação instantânea do equipamento. Em locais de risco de explosão, por exemplo, a temperatura do local é monitorada em tempo integral, para evitar acidentes, até mesmo fatais.
- *Supervisório:* O sistema de supervisão, semelhante à IHM, exibe informações pertinentes ao sistema, e permite alterações de informações na tela, por pessoas previamente autorizadas. Porém, sua instalação é feita em um computador, que normalmente fica localizado em uma sala de operação, onde somente pessoal autorizado possui acesso. O sistema de supervisão se comunica com todas as variáveis de processo através de um Controlador Lógico Programável(CLP), que recebe as

variáveis de entrada (instrumentos) por meio de cabos, analisa o processo, emite os valores na tela do Operador (Supervisório), e quando o operador realiza alteração em algum equipamento através da dela, o CLP emite este(s) sinal(is) através de cabos, até os equipamentos atuadores.

Na pergunta 55 é necessário selecionar qual(is) cor(es) para sinalização será(ão) utilizada(s). As cores mais utilizadas para sinalização de painéis de comando são descritas na Tabela 1:

Tabela1: Tabela de cores de lâmpadas de sinalização

COR	CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO	APLICAÇÃO
Branca	Normal	Alimentação geral do painel em funcionamento
Amarelo	Falha	Falha no funcionamento de motor/circuito/equipamento por motivo de sobrecarga, falta de fase, etc.
Verde	Pronto para partir/ Normal	Circuito energizado e pronto para entrar em funcionamento.
Vermelho	Normal/Energizado	Motor em funcionamento, circuito energizado, etc.
Azul	Todas para as quais não se aplicam as cores acima.	

Fonte: adaptada de NASCIMENTO (2011)

56. Qual(is) tipo(s) de sinalização será(ão) empregado(s)?

- Lâmpadas na porta do painel <pergunta 57>
- Sirene no painel
- Giroflex
- Andon
- IHM <Interface Homem Máquina, pergunta >
- Supervisório
- Outro:_____

57. Qual(is) cor(es) de lâmpada será(ão) utilizada(s)?

- Branca
- Amarela
- Verde
- Vermelha
- Azul
- Outro:_____

58. Quantas camadas deverá ter o Andon?

59. Quais cores deverá ter o Andon?

60. Onde deverá ser instalada a IHM?

- Na porta do painel
- No campo
- Outro:_____

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

A sinalização é um item extremamente importante na elaboração de um painel de comandos elétricos, pois pode permitir que se identifique motores que estejam em funcionamento e até mesmo que falhas sejam identificadas, sem a necessidade de abrir o armário para verificação, ou ir até o local do motor no campo.

Os tipos mais empregados para sinalização em painéis de comandos elétricos são:

- *Lâmpadas na porta do painel:* que permitem a verificação do estado de motores/circuitos/equipamentos no local onde o painel estiver instalado. Apenas o profissional que possui acesso à área de instalação, poderá fazer a inspeção.
- *Sirene no painel:* para casos mais extremos de falhas, onde é necessária verificação instantânea do equipamento. Em locais de risco de explosão, por exemplo, a temperatura do local é monitorada em tempo integral, para evitar acidentes, até mesmo fatais.
- *Giroflex:* para identificar a necessidade de verificação *in loco* de um problema, urgente ou não.
- *Andon:* um Andon é um equipamento luminoso, com a possibilidade de se utilizarem várias cores, sendo separadas por andares. Amplamente utilizado em locais onde há muito barulho, e a utilização obrigatória de protetor auricular pelos profissionais da área, impeça de ouvir um alarme sonoro. Ao ser acionado, o Andon produzirá um efeito luminoso à escolha do exectuante, podendo ser: aceso, intermitente e também existe a possibilidade de utilizar um alarme sonoro complementando o alarme luminoso. Este também identifica a necessidade de verificação *in loco* de um problema, urgente ou não.
- *IHM:* a Interface Homem Máquina se trata de um equipamento semelhante a um tablet, interativo, que exibe as informações pertinentes do sistema/equipamento/circuito/motor, bem como Tensão, Corrente de operação, Temperatura, Pressão, Falhas, e permite ao operador modificar informações de processo em sua tela. Pode ser utilizado o meio de acesso através de Usuário e Senha, para que as alterações feitas em processo fiquem restritas a profissionais especializados. Algumas IHM's permitem a geração de relatórios de alterações, históricos de alarmes (bem como o usuário que os resetou), etc. A IHM pode ser instalada na porta do painel, ou em local a ser escolhido pelo responsável por contratar/operar a aplicação.
- *Supervisório:* O sistema de supervisão, semelhante à IHM, exibe informações pertinentes ao sistema, e permite alterações de informações na tela, por pessoas previamente autorizadas. Porém, sua instalação é feita em um computador, que normalmente fica localizado em uma sala de operação, onde somente pessoal autorizado possui acesso. O sistema de supervisão se comunica com todas as variáveis de processo através de um Controlador Lógico Programável(CLP), que recebe as variáveis de entrada (instrumentos) por meio de cabos, analisa o processo, emite os valores na tela do Operador (Supervisório), e quando o operador realiza alteração em

algum equipamento através da dela, o CLP emite este(s) sinal(is) através de cabos, até os equipamentos atuadores.

Na pergunta 57 é necessário selecionar qual(is) cor(es) para sinalização será(ão) utilizada(s). As cores mais utilizadas para sinalização de painéis de comando são descritas na Tabela 1:

Tabela 1: Tabela de cores de lâmpadas de sinalização

COR	CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO	APLICAÇÃO
Branca	Normal	Alimentação geral do painel em funcionamento
Amarelo	Falha	Falha no funcionamento de motor/circuito/equipamento por motivo de sobrecarga, falta de fase, etc.
Verde	Pronto para partir/ Normal	Circuito energizado e pronto para entrar em funcionamento.
Vermelho	Normal/Energizado	Motor em funcionamento, circuito energizado, etc.
Azul	Todas para as quais não se aplicam as cores acima.	

Fonte: adaptada de NASCIMENTO (2011)

PARTE 3 - EXECUÇÃO

61. O técnico ou o Engenheiro responsável pela execução, possui treinamento em NR 10?
- () - Sim <pergunta 63>
- () - Não <é necessário que o profissional tenha treinamento de NR10 (Norma que estabelece requisitos de segurança para trabalhos com eletricidade), segundo o item 10.8 desta.>
62. O profissional está utilizando a vestimenta adequada, de acordo com a NBR 16213, para realizar a medição da tensão na entrada do painel?
- () - Sim
- () - Não
63. Foi feito o seccionamento da alimentação de entrada do painel?
- () - Sim
- () - Não
64. O aparelho utilizado para medição condiz com o nível previsto de tensão?
- () - Sim
- () - Não
65. Foi feito o levantamento de todas as cargas que serão alimentadas pelo painel?
- () - Sim
- () - Não
66. Qual a corrente total do painel?
- _____
67. Com base na corrente calculada na questão 66, qual o código da chave seccionadora a ser utilizada?
- _____

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

A tensão de alimentação, tanto para o comando quanto para o circuito de força, deve ser medida para certificar que é a mesma informada pelo cliente. Para isto, é necessário que o que fará a medição O profissional deve estar utilizando vestimentas adequadas ao nível de tensão, de acordo com a NBR 16213, fazer o seccionamento do painel de alimentação, ou seja, abrir o equipamento que faz a proteção de sua entrada (podendo ser uma chave seccionadora, uma chave fusível, disjuntor motor). Após o seccionamento, o profissional fará medição utilizando equipamento adequado, no maior nível de tensão disponível no mesmo (750V, por exemplo para um multímetro digital), das tensões entre fases e entre fase e neutro.

Após a certificação do nível de tensão da alimentação, deve-se definir qual chave seccionadora será utilizada. A chave seccionadora mais indicada para a proteção de entrada de alimentação de potência de um painel que alimentará motor(es), é uma chave que tenha a função de seccionar e comutar. Para definir qual será utilizada, é necessário saber qual a corrente total do painel, incluindo motores a serem alimentados, todos os dispositivos de comando inclusos no painel, painéis externos a serem alimentados, etc.

68. Com base na corrente calculada na questão 66, qual o código da chave fusível a ser utilizada?

69. Com base na corrente calculada na questão 66, qual o código do disjuntor em caixa moldada a ser utilizado?

70. Qual o código do disjuntor motor a ser utilizado?

71. Qual o código do relé de proteção a ser utilizado?

72. Qual o código do contator a ser utilizado?

73. É necessária a utilização de bloco de contatos auxiliares?

() - Sim <pergunta 74>

() - Não

74. Quantos contatos NA(normalmente aberto) e quantos contatos NF (normalmente fechado) serão utilizados?

NA:_____ NF:_____

75. Com base na resposta da pergunta 74, qual o código do bloco de contatos auxiliares a ser utilizado?

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

A chave fusível funcionará como uma proteção secundária, já que a primária será a chave seccionadora na entrada do painel. Sua corrente de proteção será a mesma da chave seccionadora, utilizando o mesmo método citado acima para defini-la.

Após o dimensionamento das chaves seccionadora e fusível, deve-se definir qual será o disjuntor de caixa moldada a ser utilizado. A corrente será a mesma das chaves já citadas.

Como o painel não alimentará painéis externos mas alimentará um motor, foi definido que o mesmo fará utilização de relé de proteção. Para utilizar um relé de proteção para o motor, é necessário que um disjuntor motor faça a proteção do motor.

Apesar de o contator ser um dispositivo de manobra e não de proteção, ele entra no circuito de força.

ALIMENTAÇÃO DO COMANDO

76. O técnico ou o Engenheiro responsável pela execução, possui treinamento em NR 10?
() - Sim <pergunta 77>
() - Não <é necessário que o profissional tenha treinamento de NR10 (Norma que estabelece requisitos de segurança para trabalhos com eletricidade), segundo o item 10.8 desta.>
77. O profissional está utilizando a vestimenta adequada, de acordo com a NBR 16213, para realizar a medição da tensão na entrada do painel?
() - Sim
() - Não
78. Foi feito o seccionamento da alimentação de entrada do comando?
() - Sim
() - Não
79. O aparelho utilizado para medição condiz com o nível previsto de tensão?
() - Sim
() - Não
80. Foi feito o levantamento de todas as cargas que serão alimentadas pelo comando do painel?
() - Sim
() - Não
81. Qual a corrente total do comando do painel?

82. A alimentação do comando é monofásica ou bifásica?

83. Com base nas respostas das perguntas 81 e 82, qual o código do disjuntor DIN a ser utilizado?

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Após a certificação do nível de tensão da alimentação do comando, deve-se definir qual disjuntor de proteção tipo DIN, será utilizado. Sua corrente será definida de acordo com os equipamentos de controle que haverá no painel. É aconselhável que se utilize um dispositivo de proteção contra surto DPS, em paralelo com o disjuntor de entrada do comando, afim de evitar que em caso de surto, a fonte seja prejudicada.

SINALIZAÇÃO DO COMANDO

84. Será necessário instalar lâmpadas e botões na porta do painel?

() - Sim <pergunta 85>

() - Não <pergunta 86>

85. Para fixação dos mesmos na tampa do painel, é necessário fazer furos de quantos mm na tampa do painel?

86. Será necessário instalar sirene no painel?

() - Sim <pergunta 87>

() - Não <pergunta 88>

87. A sirene será instalada em que local no painel?

() - Porta

() - Parte superior

() - Outro: _____

88. Será necessário instalar giroflex?

() - Sim <pergunta 89>

() - Não <pergunta 90>

89. A sirene será instalada em que local?

() - Parte superior do painel

() - Parede

() - Outro: _____

90. Será necessário instalar Andon?

() - Sim <pergunta 91>

() - Não <pergunta 92>

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Para a conexão dos equipamentos dentro do painel, basta utilizar o número dos terminais, conforme projeto. Deve-se utilizar ferramentas adequadas, bem como alicates de bico e de corte, chaves de borne do tipo fenda e philips para parafusar os cabos nos dispositivos (disjuntor, contator, lâmpadas, botões), alicate de desencapar cabos, terminais de cabos (a definir de acordo com a espessura do cabo utilizado em cada caso), alicate de prensar terminais, além de fita isolante, abraçadeiras de nylon para dar acabamentos, fixador adesivo LCKS. Deve-se utilizar uma bolsa tipo bernal, ou caixa de ferramentas para transportar todos os itens mencionados acima.

Para que todos os componentes sejam fixados, é necessário um armário com placa de montagem, de forma que os componentes fiquem em sua parte interna. Para a passagem de cabos no interior do painel, podem ser utilizadas canaletas de PVC e, os dispositivos podem ser fixados na placa de montagem através de trilho din, ou de parafusos. Para isso é necessário que furos sejam feitos na placa, fazendo uso de furadeira. A broca a ser utilizada deverá ter a espessura do parafuso que fixará o dispositivo na placa.

As canaletas e os trilhos são fixados através de rebite. Antes de utilizar a rebiteadeira, é necessário que furos sejam feitos na placa de montagem, também fazendo uso de furadeira, e a broca a ser utilizada deve ter a espessura do rebite que fará a fixação da canaleta e do trilho.

A porta do painel deverá ser furada com furadeira para que os botões e as lâmpadas de sinalização sejam fixados. Porém não serão utilizadas brocas, mas sim serra copos, da mesma dimensão que a parte (dos botões e das lâmpadas) que transpassará a porta do painel.

91. O Andon será instalada em que local?

- Parte superior do painel

- Parede

- Outro: _____

92. Será necessário instalar IHM?

- Sim <pergunta 93>

- Não <pergunta 94>

93. A IHM será instalada em que local?

- Porta do painel

- Campo

- Outro: _____

94. Haverá criação de Sistema Supervisório?

- Sim <pergunta 95>

- Não

95. Qual o fabricante do PLC ao qual o Supervisório reportará dados?

96. Onde o Supervisório será instalado? Em qual máquina e local físico da máquina.

97. Qual o software será utilizado para desenvolvimento do Sistema Supervisório?

98. A máquina onde o Supervisório será instalado, possui as configurações mínimas solicitadas pelo fabricante do software?

- Sim

- Não

99. Qual fabricante do software que será utilizado para desenvolvimento do Sistema Supervisório?

100. Haverá treinamento para utilização do Supervisório, para os funcionários da Contratante?

() - Sim

() - Não

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Para a fixação de Andon ou Sirene na porta do painel, deverá ser utilizada furadeira e a fixação feita através de parafusos. Estes equipamentos possuem parafusos de espessuras específicas em seu kit de montagem e fixação, que devem ser consultados em seu manual, para que seja utilizada a broca adequada da furadeira. Para fixação em parede, utilizar cantoneiras de ferro como suporte.

Quando for instalada IHM na porta do painel, deverá ser feito um desenho preciso no local de instalação, utilizando as medidas do manual. A porta pode ser cortada com lixadeira e disco de corte adequado para a espessura da tampa do painel.

O desenvolvimento do Sistema de Supervisão, quando necessário, deve ser feito por um profissional capacitado, com experiência em programação, preferencialmente, com treinamentos realizados pela empresa do Software a ser utilizado. Estes critérios reduzem o tempo de execução, além de minimizar os erros de desenvolvimento e otimizar os testes in loco.

PARTE 4 - MANUTENÇÃO

101. O técnico ou o Engenheiro responsável pela manutenção, possui treinamento em NR 10?
() - Sim <pergunta 102>
() - Não <é necessário que o profissional tenha treinamento de NR10 (Norma que estabelece requisitos de segurança para trabalhos com eletricidade), segundo o item 10.8 desta.>
102. O profissional está utilizando a vestimenta adequada, de acordo com a NBR 16213, para realizar a medição da tensão na entrada do painel?
() - Sim
() - Não
103. Foi feito o seccionamento da alimentação de entrada do painel?
() - Sim
() - Não
104. O aparelho utilizado para medição condiz com o nível previsto de tensão?
() - Sim
() - Não
105. Foi feito o levantamento de todas as cargas que serão alimentadas pelo painel?
() - Sim
() - Não
106. Qual a corrente total do painel?

107. Os contatos da chave seccionadora utilizada estão em boas condições de funcionamento?
() - Sim
() - Não
() - Não se aplica

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

A tensão de alimentação, tanto para o comando quanto para o circuito de força, deve ser medida para certificar que é a mesma informada pelo cliente. Para isto, é necessário que o que fará a medição O profissional deve estar utilizando vestimentas adequadas ao nível de tensão, de acordo com a NBR 16213, fazer o seccionamento do painel de alimentação, ou seja, abrir o equipamento que faz a proteção de sua entrada (podendo ser uma chave seccionadora, uma chave fusível, disjuntor motor). Após o seccionamento, o profissional fará medição utilizando equipamento adequado, no maior nível de tensão disponível no mesmo (750V, por exemplo para um multímetro digital), das tensões entre fases e entre fase e neutro.

Após a certificação do nível de tensão da alimentação, verificar se os contatos da chave seccionadora estão em boas condições de funcionamento, fazendo inspeção visual, e medição com multímetro da passagem de corrente.

108. Os fusíveis da chave fusível estão em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
109. Os contatos do disjuntor caixa moldada estão em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
110. Os contatos do disjuntor motor estão em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
111. Os contatos do relé de proteção estão em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
112. Os contatos do contator, estão em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
113. Os contatos bloco de contatos auxiliares do contator, estão em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica

Observações:

Verificar se os contatos da chave fusível, disjuntor em caixa moldada, disjuntor motor, relé, contator e bloco de contatos auxiliares estão em boas condições de funcionamento, fazendo inspeção visual, e medição com multímetro da passagem de corrente.

ALIMENTAÇÃO DO COMANDO

114. O técnico ou o Engenheiro responsável pela execução, possui treinamento em NR 10?
() - Sim <pergunta 116>
() - Não <é necessário que o profissional tenha treinamento de NR10 (Norma que estabelece requisitos de segurança para trabalhos com eletricidade), segundo o item 10.8 desta.>
115. O profissional está utilizando a vestimenta adequada, de acordo com a NBR 16213, para realizar a medição da tensão na entrada do painel?
() - Sim
() - Não
116. Foi feito o seccionamento da alimentação de entrada do comando?
() - Sim
() - Não
117. O aparelho utilizado para medição condiz com o nível previsto de tensão?
() - Sim
() - Não
118. Os contatos do disjuntor DIN estão em boas condições de funcionamento?
() - Sim
() - Não
() - Não se aplica

Observações:

Preenchimento deste item: engenheiro / técnico .

Após a certificação do nível de tensão da alimentação do comando, verificar os contatos do disjuntor de proteção tipo DIN. Em caso de utilização de DPS, verificar se suas cápsulas estão em funcionamento ou se há necessidade de substituição.

SINALIZAÇÃO DO COMANDO

119. Todas as lâmpadas instaladas na porta do painel, foram testadas?
- Sim
- Não
- Não se aplica
120. Qual(is) apresenta(m) problema(s)?
-
121. A sirene instalada no painel está em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
122. O giroflex instalado no painel está em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não
- Não se aplica
123. O Andon instalado no painel, ou no local, está em boas condições de funcionamento?
- Sim
- Não <perguntas 124 e 125>
- Não se aplica
124. Qual(is) cor(es) apresenta(m) problema(s)?
-
125. O problema está na sinalização sonora do Andon?
- Sim
- Não
- Não se aplica

126. As dobradiças da porta do painel estão em boas condições de funcionamento?

- Sim

- Não

- Não se aplica

127. O fecho da porta do painel está em boas condições de funcionamento?

- Sim

- Não

- Não se aplica

128. As canaletas existentes no painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

129. As tampas das canaletas existentes no painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

130. A placa de montagem do painel está em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

131. A fixação da placa de montagem do painel está em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

132. Os trilhos DIN dentro do painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

133. A fixação dos trilhos DIN dentro do painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

134. A fixação dos equipamentos na parte interna do painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

135. Qual(is) equipamento(s) apresenta(m) problema(s)?

136. Os cabos de ligação na parte interna do painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

137. Qual(is) cabo(s) apresenta(m) problema(s)?

138. Os terminais dos cabos de ligação na parte interna do painel estão em boas condições?

- Sim

- Não

- Não se aplica

139. Qual(is) cabo(s) apresenta(m) problema(s)?

140. O painel de forma geral, necessita de limpeza?

() - Sim

() - Não

() - Não se aplica

PARTE 5 - VERIFICAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO CLIENTE

Preenchimento deste item: secretaria / engenheiro / técnico .

Dê uma nota de 0 a 10 (sendo 10 indicando excelente) para:

- 141. Qualidade do serviço, nota: ____
- 142. Limpeza após a execução de cada etapa, nota: ____
- 143. Comunicação com a empresa contratada, nota: ____
- 144. Adequação ao que foi solicitado, nota: ____
- 145. Comentários gerais:

5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Para exemplificar a utilização do Protocolo, será desenvolvida uma partida direta de um motor, alimentado por uma tensão de 380V, com comando e sinalização na porta do painel, contratado por duas empresas fictícias.

Segue abaixo Protocolo preenchido:

PARTE 1 - DADOS BÁSICOS DO PROJETO

Nome da Empresa Contratante: EMPRESA A

Endereço: RUA X, 000

Contato: TEL.:(00)0000-0000, EMAIL: empresaa@empresaa.ind.br

Nome da Empresa Contratada: EMPRESA B

Endereço: RUA Y, 000

Contato: TEL.:(00)1111-0000, EMAIL: empresab@empresab.com.br

Título do Projeto: Partida direta do Motor M101, do tratamento de caldo

Engenheiro Responsável: Aline Alves Ribeiro

Projetista: Xpto Xpto

Data: 08/03/2017

Revisão: 00 - Inicial

Descrição do Projeto: partida direta com reversão do motor M1 localizado no tratamento de caldo da Empresa A. Este motor possui um circuito de força, alimentado por uma tensão de 380V, e um circuito de comando sinalização na porta do painel.

PARTE 2 - DADOS TÉCNICOS DO PROJETODEFINIÇÕES INICIAIS

1. O presente projeto se trata de um novo projeto ou um projeto já existente?
 - Existente <pergunta 6>
 - Novo

2. Quais diagramas ele possui?
 - Comando <pergunta 16>
 - Força < pergunta 6>
 - Força e comando < pergunta 6>

3. Há previsão de expansão?
 - Sim
 - Não

4. A execução do projeto é necessária ou apenas a elaboração de documentação?
 - Execução <pergunta 62>
 - Apenas projeto
 - Execução e projeto

5. É um projeto que envolve manutenção?
 - Sim <pergunta 100>
 - Não

PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE FORÇA

6. Qual o nível de tensão entre fase e fase para alimentação o circuito de força?
- () - 440V
(X) - 380V
() - 220V
() - 127V
() - Outro: _____
7. Será utilizada chave seccionadora para a proteção geral?
- (X) - Sim
() - Não
8. Será utilizada chave fusível para proteção?
- (X) - Sim
() - Não
9. Será utilizado disjuntor tipo caixa moldada para proteção?
- (X) - Sim
() - Não
10. O painel principal, alimentará algum(uns) painel(eis) externo(s)?
- () - Sim <pergunta 12>
(X) - Não <pergunta 13>
11. Quantos painéis externos serão alimentados?
- _____
12. A proteção do painel externo será feita por disjuntor caixa moldada ou disjuntor tipo DIN?
- () - Caixa Moldada
() - DIN
() - Outro: _____

13. O painel principal, alimentará motores?

(X) - Sim <pergunta 14>

() - Não

14. Quantos motores serão alimentados?

01

15. A proteção do(s) motor(es) fará(ão) uso de relé(s)?

(X) - Sim

() - Não

PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE COMANDO

16. Usa a mesma fonte para força e comando?
 - Sim
 - Não <pergunta 17>
17. A alimentação do Circuito de Comando é por tensão contínua ou alternada?
 - Contínua <pergunta 20>
 - Alternada <pergunta 18>
18. Qual o nível de tensão entre fase e fase para alimentação do Circuito de Comando?
 - 440V
 - 380V
 - 220V
 - 127V
 - Outro: _____
19. Quantos polos deve ter o disjuntor que protegerá o circuito de comando?
 - Um pólo
 - Dois pólos
 - Três pólos
20. Qual a tensão de alimentação do Circuito de Comando?
 - 24V
 - 12V
 - 5V
 - Outro: _____
21. É necessário instalar uma fonte de alimentação VAC/VDC?
 - Sim
 - Não
22. É necessário instalar DPS, Dispositivo de Proteção contra Surtos?
 - Sim
 - Não

ACIONAMENTOS DE COMANDO

23. Qual(is) equipamento(s) e/ou circuito(s) será(ão) comandado(s)?
- Motor(es) <pergunta 23>
 - Iluminação <pergunta 32>
 - Outro: _____ <pergunta 41>
24. Será necessário utilizar bloco de contatos auxiliar?
- Sim
 - Não
25. O motor em questão funcionará dependendo de outro motor estar em funcionamento?
- Sim <pergunta 26>
 - Não <pergunta 27>
26. Qual motor?
- _____
27. O motor em questão funcionará apenas se outro motor estiver desligado?
- Sim <pergunta 28>
 - Não <pergunta 29>
28. Qual motor?
- _____
29. O motor em questão será ligado a partir de:
- Comando via botão exposto na porta do Painel
 - Comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório)
 - Comando via botão localizado no campo
 - Outro: _____
30. Ao ser acionado, via qualquer opção da pergunta 29, o motor entrará em funcionamento instantaneamente, ou deverá ser ligado a partir de um tempo pré determinado?
- Instantaneamente <pergunta 49>
 - Uso de temporizador <pergunta 31>

31. Quanto tempo após o acionamento, o motor deverá ligar?

32. Será necessário utilizar bloco de contatos auxiliar?

- Sim

- Não

33. O circuito de iluminação em questão funcionará dependendo de outro circuito/equipamento estar em funcionamento?

- Sim <pergunta 34>

- Não <pergunta 35>

34. Qual circuito/equipamento?

35. O circuito de iluminação em questão funcionará apenas se outro circuito/equipamento estiver desligado?

- Sim <pergunta 36>

- Não <pergunta 37>

36. Qual circuito/equipamento?

37. O circuito de iluminação será ligado a partir de:

- Comando via botão exposto na porta do Painel

- Comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório)

- Comando via botão localizado no campo

- Outro: _____

38. Ao ser acionado, via qualquer opção da pergunta 37, o circuito de iluminação entrará em funcionamento instantaneamente, ou deverá ser ligado a partir de um tempo pré determinado?

- Instantaneamente <pergunta 49>

- Uso de temporizador <pergunta 35>

39. Quanto tempo após o acionamento, o circuito de iluminação deverá ligar?

40. O circuito de iluminação em questão será acionado através de um sensor de iluminação?

- Sim

- Não

41. Será necessário utilizar bloco de contatos auxiliar?

- Sim

- Não

42. O circuito/equipamento em questão funcionará dependendo de outro circuito/equipamento estar em funcionamento?

- Sim <pergunta 43>

- Não <pergunta 44>

43. Qual circuito/equipamento?

44. O circuito/equipamento em questão funcionará apenas se outro circuito/equipamento estiver desligado?

- Sim <pergunta 45>

- Não <pergunta 46>

45. Qual circuito/equipamento?

46. O circuito/equipamento em questão será ligado a partir de:

- Comando via botão exposto na porta do Painel

- Comando via Controlador Lógico Programável (Supervisório)

- Comando via botão localizado no campo

- Outro: _____

47. Ao ser acionado, via qualquer opção da pergunta 46, o circuito/equipamento entrará em funcionamento instantaneamente, ou deverá ser ligado a partir de um tempo pré determinado?

() - Instantaneamente

() - Uso de temporizador <pergunta 48>

48. Quanto tempo após o acionamento, o circuito/equipamento deverá ligar?

SINALIZAÇÃO

49. Qual(is) tipo(s) de sinalização será(ão) empregado(s)?

- Lâmpadas na porta do painel <pergunta 50>
- Sirene no painel
- Giroflex
- Andon
- IHM <Interface Homem Máquina, pergunta >
- Supervisório
- Outro: _____

50. Qual(is) cor(es) de lâmpada será(ão) utilizada(s)?

- Branca
- Amarela
- Verde
- Vermelha
- Azul
- Outro: _____

51. Quantas camadas deverá ter o Andon?

52. Quais cores deverá ter o Andon?

53. Onde deverá ser instalada a IHM?

- Na porta do painel
- No campo
- Outro: _____

54. Qual(is) tipo(s) de sinalização será(ão) empregado(s)?

- Lâmpadas na porta do painel <pergunta 55>
- Sirene no painel
- Supervisório
- Outro: _____

55. Qual(is) cor(es) de lâmpada será(ão) utilizada(s)?

- Branca
- Amarela
- Verde
- Vermelha
- Azul
- Outro: _____

56. Qual(is) tipo(s) de sinalização será(ão) empregado(s)?

- Lâmpadas na porta do painel <pergunta 57>
- Sirene no painel
- Giroflex
- Andon
- IHM <Interface Homem Máquina, pergunta >
- Supervisório
- Outro: _____

57. Qual(is) cor(es) de lâmpada será(ão) utilizada(s)?

- Branca
- Amarela
- Verde
- Vermelha
- Azul
- Outro: _____

58. Quantas camadas deverá ter o Andon?

59. Quais cores deverá ter o Andon?

60. Onde deverá ser instalada a IHM?

- Na porta do painel
- No campo
- Outro: _____

PARTE 3 - EXECUÇÃO

61. O técnico ou o Engenheiro responsável pela execução, possui treinamento em NR 10?
(X) - Sim <pergunta 63>
() - Não <é necessário que o profissional tenha treinamento de NR10 (Norma que estabelece requisitos de segurança para trabalhos com eletricidade), segundo o item 10.8 desta.>
62. O profissional está utilizando a vestimenta adequada, de acordo com a NBR 16213, para realizar a medição da tensão na entrada do painel?
(X) - Sim
() - Não
63. Foi feito o seccionamento da alimentação de entrada do painel?
(X) - Sim
() - Não
64. O aparelho utilizado para medição condiz com o nível previsto de tensão?
(X) - Sim
() - Não
65. Foi feito o levantamento de todas as cargas que serão alimentadas pelo painel?
(X) - Sim
() - Não
66. Qual a corrente total do painel?
VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO
67. Com base na corrente calculada na questão 66, qual o código da chave seccionadora a ser utilizada?
VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

68. Com base na corrente calculada na questão 66, qual o código da chave fusível a ser utilizada?

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

69. Com base na corrente calculada na questão 66, qual o código do disjuntor em caixa moldada a ser utilizado?

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

70. Qual o código do disjuntor motor a ser utilizado?

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

71. Qual o código do relé de proteção a ser utilizado?

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

72. Qual o código do contator a ser utilizado?

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

73. É necessária a utilização de bloco de contatos auxiliares?

(X) - Sim <pergunta 74>

() - Não

74. Quantos contatos NA(normalmente aberto) e quantos contatos NF (normalmente fechado) serão utilizados?

NA:_____ NF:_____

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

75. Com base na resposta da pergunta 74, qual o código do bloco de contatos auxiliares a ser utilizado?

VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

ALIMENTAÇÃO DO COMANDO

76. O técnico ou o Engenheiro responsável pela execução, possui treinamento em NR 10?
(X) - Sim <pergunta 77>
() - Não <é necessário que o profissional tenha treinamento de NR10 (Norma que estabelece requisitos de segurança para trabalhos com eletricidade), segundo o item 10.8 desta.>
77. O profissional está utilizando a vestimenta adequada, de acordo com a NBR 16213, para realizar a medição da tensão na entrada do painel?
(X) - Sim
() - Não
78. Foi feito o seccionamento da alimentação de entrada do comando?
(X) - Sim
() - Não
79. O aparelho utilizado para medição condiz com o nível previsto de tensão?
(X) - Sim
() - Não
80. Foi feito o levantamento de todas as cargas que serão alimentadas pelo comando do painel?
(X) - Sim
() - Não
81. Qual a corrente total do comando do painel?
VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO
82. A alimentação do comando é monofásica ou bifásica?
VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO
83. Com base nas respostas das perguntas 81 e 82, qual o código do disjuntor DIN a ser utilizado?
VERIFICAR CAPÍTULO 7 DESTE TRABALHO

SINALIZAÇÃO DO COMANDO

84. Será necessário instalar lâmpadas e botões na porta do painel?

(X) - Sim <pergunta 85>

() - Não <pergunta 86>

85. Para fixação dos mesmos na tampa do painel, é necessário fazer furos de quantos mm na tampa do painel?

22mm

86. Será necessário instalar sirene no painel?

() - Sim <pergunta 87>

(X) - Não <pergunta 88>

87. A sirene será instalada em que local no painel?

() - Porta

() - Parte superior

() - Outro: _____

88. Será necessário instalar giroflex?

() - Sim <pergunta 89>

(X) - Não <pergunta 90>

89. A sirene será instalada em que local?

() - Parte superior do painel

() - Parede

() - Outro: _____

90. Será necessário instalar Andon?

() - Sim <pergunta 91>

(X) - Não <pergunta 92>

91. O Andon será instalada em que local?

() - Parte superior do painel

() - Parede

() - Outro: _____

92. Será necessário instalar IHM?

() - Sim <pergunta 93>

(X) - Não <pergunta 94>

93. A IHM será instalada em que local?

() - Porta do painel

() - Campo

() - Outro: _____

94. Haverá criação de Sistema Supervisório?

() - Sim <pergunta 95>

(X) - Não

95. Qual o fabricante do PLC ao qual o Supervisório reportará dados?

96. Onde o Supervisório será instalado? Em qual máquina e local físico da máquina.

97. Qual o software será utilizado para desenvolvimento do Sistema Supervisório?

98. A máquina onde o Supervisório será instalado, possui as configurações mínimas solicitadas pelo fabricante do software?

() - Sim

() - Não

99. Qual fabricante do software que será utilizado para desenvolvimento do Sistema Supervisório?

100. Haverá treinamento para utilização do Supervisório, para os funcionários da Contratante?

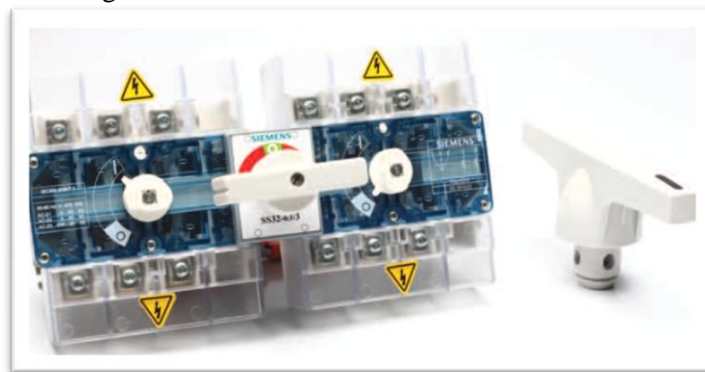
() - Sim

() - Não

6. EXECUÇÃO

Tomando o exemplo do capítulo 5 como base, deve-se definir qual chave seccionadora será utilizada. A chave seccionadora mais indicada para a proteção de entrada de alimentação de potência de um painel que alimentará motor(es), é uma chave que tenha a função de seccionar e comutar, conforme Figura 3. Para definir qual será utilizada, é necessário saber qual a corrente total do painel, incluindo motores a serem alimentados, todos os dispositivos de comando inclusos no painel, painéis externos a serem alimentados, etc.

Figura 3: Chave Seccionadora e Comutadora S32



Fonte: Catálogo Siemens de Chaves Seccionadoras e Comutadoras

No caso do exemplo do capítulo 5, será utilizada também uma chave fusível para proteção, conforme pode ser vista na Figura 4. A chave fusível funcionará como uma proteção secundária, já que a primária será a chave seccionadora na entrada do painel. Sua corrente de proteção será a mesma da chave seccionadora, utilizando o mesmo método citado acima para defini-la.

Figura 4: Chave fusível



Fonte: Catálogo Siemens de Chaves Seccionadoras e Comutadoras

Após o dimensionamento das chaves seccionadora e fusível, deve-se definir qual será o disjuntor de caixa moldada a ser utilizado. A corrente será a mesma das chaves já citadas. O disjuntor sugerido para utilização neste painel, é o 3VA do fabricante Siemens. Para correntes acima de 400A, existe a possibilidade de aquisição de acessórios para ele, bem como um bloco eletrônico de display para monitoramento instantâneo da corrente. O modelo indicado pode ser visto na Figura 5.

Figura 5: Disjuntor de caixa moldada 3VA



Fonte: Catálogo Siemens de Disjuntores de caixa moldada 3VA

Como o painel não alimentará painéis externos mas alimentará um motor, foi definido que o mesmo fará utilização de relé de proteção. Para utilizar um relé de proteção para o motor, é necessário que um disjuntor motor faça a proteção do motor. Tomando como exemplo um motor de 10 CV, a uma tensão de 380V, sua corrente será de 15,3 A, conforme pode-se observar em sua placa na Figura 6.

Figura 6: Placa de um motor de 10CV

WEG		ALTO Plus		CE	
		RENDIMENTO		NBR7094	
~ 3 132S		25MAR04		BM20035	
MOTOR INDUCAO - GAIOIA		INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE		Hz	60
		CAT		N	
kW(HP-cv)		7.5(10)		RPM	1760
FS		1.15		INSUL	B Δ† K
SF		220/380/440		V	26.4/15.3/13.2 A
REG DUTY		S1		MAX AMB	40°C
				ALT	1000 m
REND.%=		91.0		COSφ=	0.82
				SFA	
220 V		380 V		440 V	
- ONLY START / SOMENTE PARTIDA					
6308-ZZ		MOBIL POLYREX EM		64 Kg	
6207-ZZ					
00793		PROCEL		NBR7094	
		REGULAMENTO - RESP/004-MOT		RENDIMENTO E FATOR DE POTENCIA	
		APROVADOS PELO INMETRO		INMETRO	

Fonte: Sistema Embutido, 2017.

O disjuntor mais indicado para a proteção deste motor de 10 CV, é da linha 3RV10 do fabricante Siemens, pois segundo o próprio fabricante, "são resistentes às condições climáticas, operam em ambientes fechados, onde não haja a presença de condições severas (p.ex., poeira, vapores ácidos, gases nocivos)."

Para uma corrente de 15.3 A, pode ser adquirido o disjuntor de código 3RV10 21-4AA10, que pode ser visto na Figura 7, seu tamanho segundo o catálogo é S0. O código pode ser lido em partes, sendo que a primeira parte **3RV10** refere-se ao modelo do disjuntor, **21** refere-se ao tamanho **S0**, que refere-se às dimensões 45 mm de largura x 90 mm de altura x 91 mm de profundidade (até a aste de manobra), **4AA10** refere-se à corrente de proteção do mesmo.

Figura 7: Disjuntor Motor 3RV10



Fonte: Catálogo Siemens de Disjuntores e Relés de Sobrecarga - Proteção Sirius

O relé de proteção contra sobrecarga fica acoplado ao disjuntor motor. Seu modelo pode ser visto na Figura 8, referente ao código 3RU11 2, que protege o motor contra sobrecarga, falta de fase e curto circuito.

Figura 8: Relé de Proteção



Fonte: Catálogo Siemens de Disjuntores e Relés de Sobrecarga - Proteção Sirius

Apesar de o contator ser um dispositivo de manobra e não de proteção, o mesmo entra no circuito de força. O mais indicado para o motor em questão é o modelo 3RT10 35, conforme pode ser visto na Figura 9.

Figura 9: Contator de Manobra Sirius



Fonte: Catálogo Siemens de dispositivos de manobra Sirius - Contatores

Como a fonte de alimentação do sistema de comando é a mesma do sistema de força, a tensão de entrada é de 380V em corrente alternada entre fase e fase. O disjuntor de proteção de comando indicado é bipolar, que fará a proteção da fase e do neutro, para que se tenha uma tensão de aproximadamente 270V, e não de 380V. Sua corrente será definida de acordo com os equipamentos de controle que haverá no painel. É aconselhável que se utilize um dispositivo de proteção contra surto DPS, em paralelo com o disjuntor de entrada do comando, afim de evitar que em caso de surto, a fonte seja prejudicada.

Como haverá apenas lâmpadas de sinalização e contatores, um disjuntor de 6A será capaz de realizar a proteção do sistema de comandos do painel em questão. O código do disjuntor indicado é 5SX1 206-6 e pode ser visto na Figura 10.

Figura 10: Disjuntor bipolar tipo DIN



Fonte: Catálogo Siemens de disjuntores DIN 5SX1, 5SP e 5 SY

O bloco de contatos auxiliar, permitirá que as lâmpadas de sinalização sejam acesas na tampa do painel. Como existem 3 lâmpadas a serem acesas: 1 verde (indicando que o motor está pronto para partir - contato NF Normalmente Fechado), 1 vermelha (indicando que o motor está em funcionamento - contato NA Normalmente Aberto) e 1 amarela (indicando falha no funcionamento do motor - contato NA Normalmente Aberto conectado ao relé), precisamos de pelo menos 2 contatos NA e 1 NF do bloco de contatos auxiliar. Como são 4 contatos, o bloco de contatos indicado é o de código 3RH19 11-1HA22, conforme Figura 11.

Figura 11: Bloco de contatos auxiliar

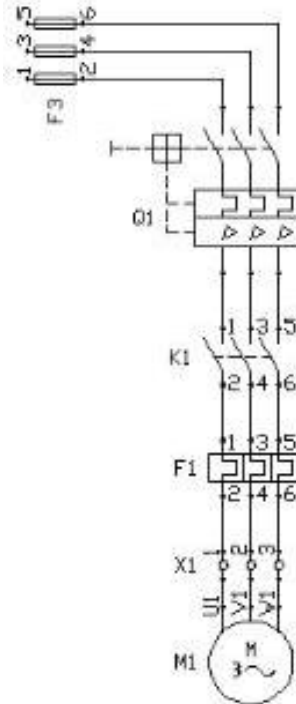


Fonte: Catálogo Siemens de dispositivos de manobra Sirius - Contatores

Na tampa do painel serão instalados: 1 botão para partida do motor, 1 lâmpada verde, 1 lâmpada vermelha e 1 lâmpada amarela.

Na Figura 12, está ilustrado um circuito de força da partida direta. Inicialmente existe a chave fusível, representada pela sigla F3. Após a chave fusível, está representado o disjuntor motor pela letra Q1. Após o disjuntor, está a representação do contator pela sigla K1 e em seguida o relé de sobrecarga pela letra F1. Logo abaixo encontra-se o motor M1.

Figura 12: Circuito de Força

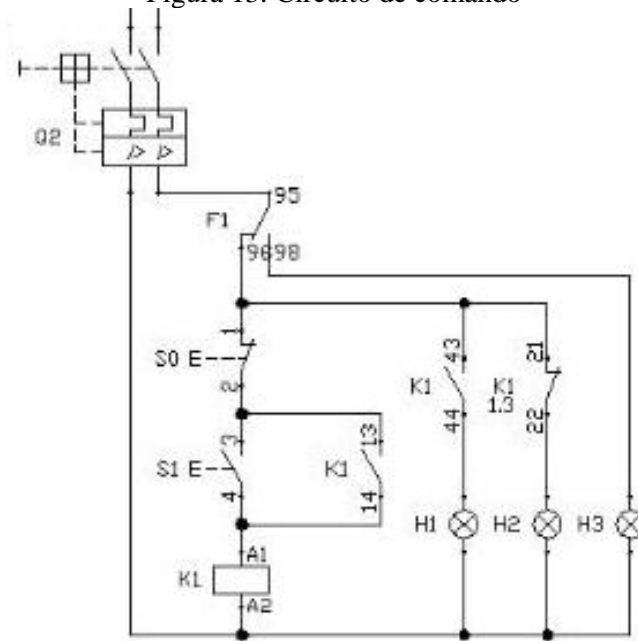


Fonte: adaptado de PAPENKORT(1989)

Na Figura 13, pode ser observado o circuito de comando da partida direta. O símbolo Q2 representa o disjuntor bipolar de proteção do comando. Como existe um botão para partir o motor, chamado de S1, também será instalado um botão desliga, S2. As lâmpadas H1, H2 e H3 representam respectivamente que o motor está em funcionamento, que o motor está pronto para partir e que o motor está em falha.

Os contatos de K1, são utilizados para sinalização e para selar a ligação do motor, ou seja, para mantê-lo em funcionamento mesmo depois que o botão liga não estiver pressionado, sendo realizada esta função pelos contatos 13 e 14 do referido contato.

Figura 13: Circuito de comando



Fonte: adaptado de PAPPENKORT(1989)

Para a conexão dos equipamentos dentro do painel, basta utilizar o número dos terminais indicados nas figuras 12 e 13, conforme projeto. Deve-se utilizar ferramentas adequadas, bem como alicates de bico e de corte, chaves de borne do tipo fenda e philips para parafusar os cabos nos dispositivos (disjuntor, contator, lâmpadas, botões), alicate de desencapar cabos, terminais de cabos (a definir de acordo com a espessura do cabo utilizado em cada caso), alicate de prensar terminais, além de fita isolante, abraçadeiras de nylon para dar acabamentos, fixador adesivo LCKS. Deve-se utilizar uma bolsa tipo bernal, ou caixa de ferramentas para transportar todos os itens mencionados acima.

Para que todos os componentes sejam fixados, é necessário um armário com placa de montagem, de forma que os componentes fiquem em sua parte interna, conforme Figura 14. Para a passagem de cabos no interior do painel, podem ser utilizadas canaletas de PVC e, os dispositivos podem ser fixados na placa de montagem através de trilho din, ou de parafusos. Para isso é necessário que furos sejam feitos na placa, fazendo uso de furadeira. A broca a ser utilizada deverá ter a espessura do parafuso que fixará o dispositivo na placa.

As canaletas e os trilhos são fixados através de rebite. Antes de utilizar a rebiteadeira, é necessário que furos sejam feitos na placa de montagem, também fazendo uso de furadeira, e a broca a ser utilizada deve ter a espessura do rebite que fará a fixação da canaleta e do trilho.

A porta do painel deverá ser furada com furadeira para que os botões e as lâmpadas de sinalização sejam fixados. Porém não serão utilizadas brocas, mas sim serra copos, da mesma dimensão que a parte (dos botões e das lâmpadas) que transpassará a porta do painel.

Figura 14: Exemplo de painel de comandos elétricos



Fonte: MCEIG(2017)

7. MANUTENÇÃO

A manutenção pode ser dividida em quatro tipos diferentes, podendo ser corretiva, preventiva, preditiva ou detectiva. Cada um dos tipos será detalhado abaixo.

7.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Quando um equipamento apresenta problemas em seu funcionamento, não havendo tempo hábil para agendar uma manutenção, e ele continuar trabalhando, sua manutenção é conhecida por corretiva, pois a solução é emergente.

"A manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação, que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado."(MONTEIRO, SOUZA e ROSSI, 2010)

Normalmente em casos de manutenção corretiva em equipamentos industriais, componentes de sistemas elétricos e de comandos, a solução é a sua troca, por outro que esteja em condições normais de trabalho, pois o tempo de espera pela verificação do problema de mau funcionamento, mais o tempo que levará para ser resolvido, ocasionará perdas na produção.

7.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Segundo Souza, Gomes e Fernandes (2010), a manutenção preventiva trata-se da atuação realizada de maneira a reduzir, ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, baseado em intervalos definidos de tempo.

Qualquer ativo físico solicitado para realizar uma determinada função estará sujeito a uma variedade de esforços. Estes esforços gerarão fadiga e isto causará a deterioração deste ativo físico reduzindo sua resistência à fadiga. Esta resistência reduzir-se-á até um ponto no qual o ativo físico pode não ter mais o desempenho desejado, em outras palavras, ele pode vir a falhar (MOUBRAY, 1997).

Pode-se utilizar o tempo de vida útil de cada equipamento, fornecido pelo fabricante do mesmo, para se criar um plano de manutenção preventiva eficaz, reduzindo a probabilidade de falhas pelo fato de a manutenção ser programada com antecedência, sendo o ônus desta paralisação substancialmente baixo.

A manutenção preventiva caracteriza-se pelo trabalho sistemático para evitar a ocorrência de falhas procurando a sua prevenção, mantendo um controle contínuo sobre o equipamento. A manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas (PATTON JR. , 1983).

7.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Esse tipo de manutenção caracteriza-se pela previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros principais, com o equipamento em funcionamento. A manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento adequado, antes que o equipamento apresente falha, e tem a finalidade de evitar a falha funcional ou evitar as conseqüências desta (MOUBRAY, 1997).

Pode-se realizar a inspeção visual como forma de manutenção preditiva, a cada semana por exemplo, ou a cada vez que a planta parar de funcionar, fazendo anotações do estado de cada componente do painel em uma planilha de controle de manutenção preditiva, com data da inspeção e assinatura de quem a realizou.

A utilização do termovisor também pode ser incluída na manutenção preditiva, pois locais onde a temperatura esteja muito acima da média prevista pelo fabricante, podem representar sinais de futuros defeitos, sendo necessário realizar anotações também na planilha de inspeção.

7.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA

Na década de 1990 o termo manutenção detectiva começou a ser utilizado. É um tipo de manutenção efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção (MANUTEC, 2016)

É impossível não realizar manutenção corretivas ao longo da utilização dos equipamentos. O ideal é que se faça uso dos quatro tipos de manutenção para que diminua os impactos na produção, além de manter a conservação dos dispositivos.

Um plano de manutenção preventiva, bem elaborado, pode reduzir eficazmente as manutenções corretivas realizadas em equipamentos.

8. NORMAS RELATIVAS À MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE COMANDO E CONTROLE

8.1 NBR-5410

Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

8.2 NBR-14039

Esta Norma estabelece um sistema para o projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço.

8.3 NR-10

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

8.4 NBR-5418

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a seleção e aplicação de equipamentos, projeto e montagem de instalações elétricas em atmosferas explosivas por gás ou vapores inflamáveis. 1.2 As instalações elétricas em indústrias, particularmente as químicas e petroquímicas, onde existe a possibilidade de formação de ambientes com misturas explosivas, devem receber atenção especial. Estas áreas são as definidas com o código BE 3, na NBR 5410. 1.3 No sentido de minimizar os riscos de danos pessoais e materiais que

possam ocorrer em consequência destas instalações, existem diferentes técnicas e procedimentos relacionados nas normas citadas na NBR 8370. 1.4 Esta Norma não se aplica às instalações elétricas em minas.

8.5 EIA/TIA-568

A norma EIA/TIA 568 prevê a utilização das tomadas de telecomunicações para interligação dos equipamentos de rede ao cabeamento horizontal.

Os line Cords e Patch Cables são cabos utilizados para interligação dos equipamentos de redes a tomada de telecomunicação e dos hubs aos Patch panels respectivamente.

Os cabos devem ser adquiridos diretamente do fabricante ou montados pelos instaladores, utilizando-se cabo par trançado de 4 pares com condutores flexíveis e não sólidos.

9. CONCLUSÃO

Com base no trabalho proposto, foi possível a criação do protocolo para elaboração de painéis de comandos elétricos como projeto e como protótipo também. O protocolo foi desenvolvido como um questionário, afim de orientar o profissional que o utilizará. Apesar de conter muitas perguntas específicas, o questionário não isenta o profissional de realizar uma visita ao local onde será implantado o projeto, sendo ele um novo projeto, uma ampliação, ou até mesmo uma manutenção.

Pouco existe de referências bibliográficas a respeito do assunto, portanto, a experiência profissional da autora foi fundamental para a escrita, elaboração e ilustração do protocolo em sua criação.

Após cada página do protocolo, existe um texto explicativo sobre as perguntas que a compõem, para orientar o elaborador do projeto desde as fases iniciais (definição de tensão de alimentação, quantitativo de acionamentos), até a escolha da sinalização adequada (lâmpadas, IHM, etc.).

Para ilustrar a maneira como o protocolo pode ser utilizado, foi destinado um capítulo à execução, com exemplos de definição de dispositivos de manobra, proteção, sinalização. Inclusive com códigos do fabricante e suas imagens. As ferramentas a serem utilizadas na execução também foram relatadas neste capítulo, para que o executante se resguarde de chegar o local de instalação e ter todo o material necessário para trabalhar.

Como os equipamentos são instalados e utilizados em ambientes hostis, degradantes e agressivos, é necessário realizar a sua manutenção frequentemente, com o intuito de diminuir os riscos de acidentes e, até mesmo evitar paradas inesperadas de produção, o que geram altos custos, além de impedir ganhos lucrativos da empresa no tempo de não produção, sendo que este valor de tempo parado não mais será recuperado.

A criação do Protocolo para elaboração de Painéis de Comandos Elétricos, é importante para a sua padronização, além de prevenir contra acidentes relacionados à manutenção de equipamentos energizados. Outro ponto importante é a padronização da manutenção dos equipamentos existentes no painel, pois além de também evitar acidentes, diminui os riscos de paradas imprevistas e prejuízos financeiros. Além disso, a elaboração deste material enriquecerá as referências bibliográficas, já que pouco se encontra a respeito em livros, artigos e outros materiais.

10. REFERÊNCIAS

Catálogo Siemens de Disjuntores de caixa moldada 3VA. Disponível em: <http://w3.siemens.com.br%2Fbuildingtechnologies%2Fbr%2Fpt%2Fprodutos-baixa-tensao%2Fprotecao-eletrica%2Fdisjuntores-mccb%2F3VA%2FDocuments%2FCatalogo-3VA_pt.pdf>. Acesso em 25 de fevereiro de 2016.

Catálogo Siemens de disjuntores DIN 5SX1, 5SP e 5 SY. Disponível em: <https://.siemens.com.br%2Fbuildingtechnologies%2Fbr%2Fpt%2Fprodutos-baixa-tensao%2Fprotecao-eletrica%2Fminidisjuntores%2F5sx1%2Fdocuments%2Fdisjuntor%25205sx%25205sp_ca_c01_ind3.pdf>. Acesso em 10 de outubro de 2016.

Catálogo Seccionadoras Siemens. Disponível em: <http://w3.siemens.com.br/buildingtechnologies/br/pt/produtos-baixa-tensao/protecao-eletrica/Chaves-Seccionadoras/s31/Documents/Catalogo%20Seccionadoras_JUN-12_net.pdf>. Acesso em 25 de fevereiro de 2016.

Catálogo Siemens de dispositivos de manobra Sirius - Contatores. Disponível em: <w3.siemens.com.br/automation/br/Documents/SIRIUS%20CONTADORES.pdf>. Acesso em 25 de novembro de 2016.

Catálogo de Fusíveis WEG. Disponível em:<<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-fusiveis-ar-e-gl-gg-50009817-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em 30 de agosto de 2016.

Especificação de Disjuntores Segundo a ABNT . Disponível em:<https://www.schneider-electric.com.br/documents/cadernos-tecnicos/disjuntores_x_normas_abnt.pdf>. Acesso em 5 de dezembro de 2016.

FELTRIN, A. C. Departamento de Engenharia Elétrica - Universidade Estadual Paulista, 2014.

FERNANDES, F. C. F.; LEITE, R. B. Automação industrial e sistemas informatizados de gestão da produção em fundições de mercado. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

FILHO, J. M. **Instalações elétricas industriais**. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

Fusível Tipo D. Disponível em:<<http://www.mundoeletricoloja.com.br/produto/fus%C3%ADvel-tipo-d,-retardado,-montado-em-corpo-cer%C3%A2mico-de-alta-qualidade-e-preenchido-com-areia-de-quartzo,-fdw50a-50amp/405>>. Acesso em 15 de setembro de 2016.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA - Manutec Technologies. Disponível em:<<http://manutectec.com.br/manutencao-preventiva/>>. Acesso em 20 dezembro de 2016.

MONTEIRO, C. I.; SOUZA, L. R.; ROSSI, P. H. L. Manutenção Corretiva. Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance**: second edition. 2^a. ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.

NASCIMENTO, G. **Comandos Elétricos: teorias e atividades**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2011. 228p.

NBR-14039 - Norma Brasileira Regulamentadora 14039 - Instalações elétricas de média tensão - 1kV até 34,2 kV.

NBR-5410 - Norma Brasileira Regulamentadora 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.

NBR-5418 - Norma Brasileira Regulamentadora 5418 - Instalações elétricas em atmosferas explosíveis.

NR 10 - Norma Regulamentadora 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

PAPENKORT, F. **Esquemas Elétricos de Comando e Proteção**. 2 ed. São Paulo: EPU, 1989. 136 p.

PATTON, Jr Joseph D. **Preventive Maintenance**. Instrument Society of America, 1983.
Quadro de comando elétrico - MCEIG. Disponível em: <<http://www.mceig.com.br/quadro-comando-eletrico>>. Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

Proteção contra sobrecorrentes e dimensionamento dos condutores. Disponível em: <<https://www.schneider-electric.com.br/documents/cadernos-tecnicos/sobrecor.pdf>>. Acesso em 13 de novembro de 2016.

RODRIGUES, J. M. **Estudo Tutorial da Proteção de Sistemas Elétricos Industriais**. 2013. 173 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

Sistema Embutido. Disponível em: <<http://sistemaembutido.com.br/article.php?id=31>>. Acesso em 18 de de fevereiro de 2017.

SOUZA, A. V. de; GOMES, J. C.; FERNANDES, R. S. Manutenção e lubrificação de equipamentos. Qualidade da mão de obra na manutenção. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

SOUZA, J. R. A. de. **Instalações elétricas em locais de habitação**. 1 ed. São Paulo: MM, 2007. 124p.

VICTOR, V. F. **Sistema Especialista para Detecção de Falhas em Comandos Elétricos**. 2005. 181 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

Video Tutorial sobre Disjuntores Termomagnéticos - Clube do Instalador. Disponível em: <<http://fastseg.blogspot.com.br/2015/09/video-tutorial-sobre-disjuntores.html>>. Acesso em 10 de novembro de 2016.

11. ANEXO A - DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO UTILIZADOS EM PAINÉIS DE COMANDOS ELÉTRICOS

Todo sistema elétrico deve possuir uma proteção adequada que suporte sua corrente de operação, protegendo seus cabos e barramentos em eventuais falhas, sobrecargas ou descargas atmosféricas. NASCIMENTO(2011).

A.1 FUSÍVEIS

Os fusíveis são amplamente utilizados para proteção de partidas de motores elétricos, pois protegem contra curto-circuito e conseguem suportar as altas correntes na partida sem romper. Estes são conhecidos como fusíveis com retardo, sendo classificados dos tipos D e NH.

Ainda há uma divisão em duas categorias dos fusíveis tipo D: DII e DIII conforme mostra a Tabela 2:

Tabela 2 : Fusível tipo D

Tipo	Corrente Nominal (A)	Dimensão A
DII	2	6.0
	4	6.0
	6	6.0
	10	8.0
	16	10
	20	12
	25	14
DIII	35	16
	50	18
	63	20

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO, 2011

A Figura 15 representa um Fusível tipo DIII, sua capacidade de corrente é de 50A e a dimensão A de seu parafuso de fixação é 18.

Figura 15– Fusível tipo D



Fonte: Mundo Elétrico, 2016

A dimensão A refere-se ao tamanho do parafuso de ajuste, instalado no fundo da base, que garantem que a intensidade do fusível instalado não seja superior à estabelecida.

Os fusíveis NH possuem encaixe tipo faca, e possuem uma maior capacidade de ruptura se comparados ao tipo D. A Figura 16 representa um fusível tipo NH2, sua corrente de ruptura é de 120kA e sua corrente nominal é de 400A.

Figura 16 - Fusível tipo NH



Fonte: Mundo Elétrico, 2016

Existe uma enorme variação de fusíveis tipo NH de acordo com sua corrente nominal, tamanho e peso, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Fusível tipo NH

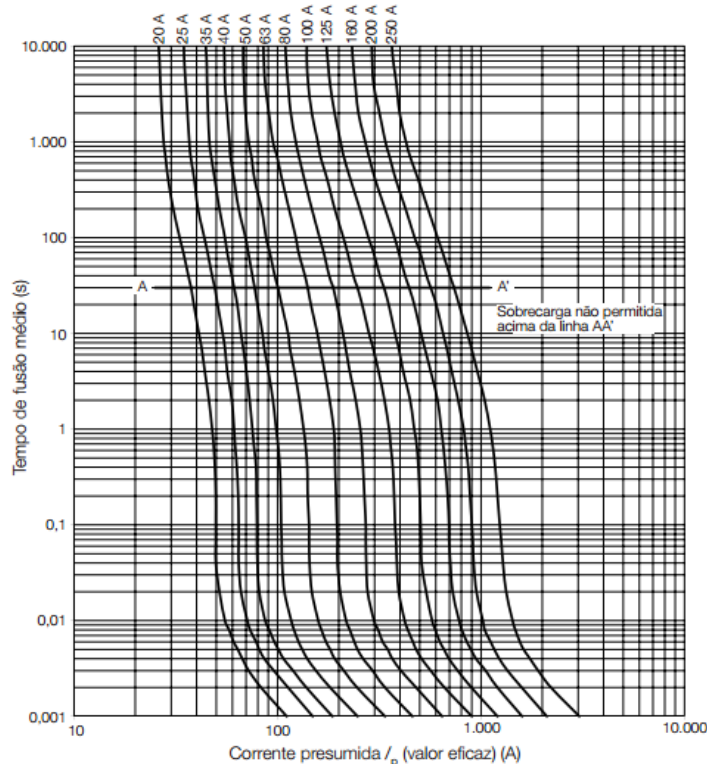
NH00			NH 1			NH 2			NH 3				
Corrente Nominal (A)	Tipo	Peso (kg)	Corrente Nominal (A)	Tipo	Peso (kg)	Corrente Nominal (A)	Tipo	Peso (kg)	Corrente Nominal (A)	Tipo	Peso (kg)		
4	F00NH4	0,2	50	F1NH50	0,4	125	F2NH125	0,5	315	F3NH315	0,65		
6	F00NH6		63	F1NH63		160	F2NH160		355	F3NH355			
10	F00NH10		80	F1NH80		200	F2NH200	0,6	400	F3NH400	0,8		
16	F00NH16		100	F1NH100		224	F2NH224		425	F3NH425			
20	F00NH20		125	F1NH125		250	F2NH250		500	F3NH500	1,04		
25	F00NH25		160	F1NH160		300	F2NH300		630	F3NH630	1,18		
35	F00NH35		200	F1NH200	315	F2NH315							
50	F00NH50		224	F1NH224	355	F2NH355							
63	F00NH63		250	F1NH250	400	F2NH400							
80	F00NH80												
100	F00NH100												
125	F00NH125												
160	F00NH160												

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO, 2011

A.1.1 Curvas dos dispositivos de proteção tipo Fusível

Para definição de fusível a ser utilizado na proteção de um circuito, deve-se levar em consideração sua curva tempo x corrente, conforme mostra a

Figura 17 – Curva tempo x corrente de um fusível



Fonte: Catálogo de Fusíveis WEG

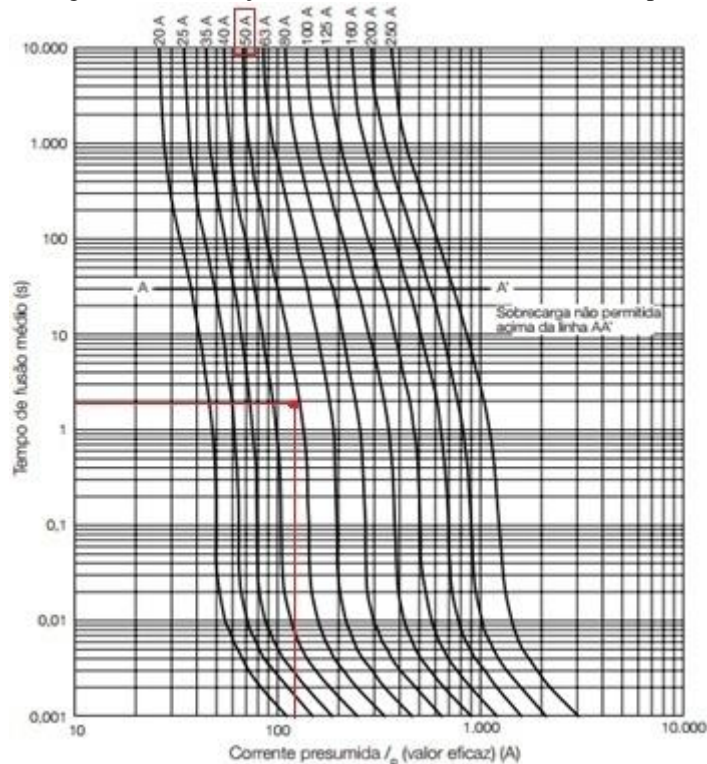
De acordo com FELTRIN(2014), para a escolha correta de um fusível de proteção, deve-se levar em consideração a corrente nominal do motor a ser protegido, a relação entre sua corrente de partida e sua corrente nominal (I_p/I_n) e seu tempo de partida, dado em segundos.

Por exemplo, um fusível para proteção de um motor de 7,5 cv 220V:

1. Inicialmente calcula-se sua corrente nominal, $I_n = \frac{7,5 \times 735}{220 \times \sqrt{3}} = 20A$
2. Leva-se em consideração a partida do tipo direta, sendo sua corrente de partida até 7 vezes maior que sua corrente nominal. Portanto, $I_p/I_n = 7$.
3. Supõe-se que sua partida leva 5s para acontecer. Este tempo de partida, pode ser observado em motores já instalados.

4. Traçando-se duas retas, que cruzam a corrente de partida e o tempo de partida do motor, no gráfico tempo x corrente do fusível, conforme mostra a Figura 4, temos um fusível de corrente 50A.

Figura 18 – Definição do fusível a ser utilizado no exemplo



Fonte: adaptado do catálogo de fusíveis WEG

Mesmo a corrente nominal do circuito sendo 2,5 vezes menor que a corrente definida para o fusível de proteção, não significa que o mesmo não será devidamente protegido, pois outros elementos também farão a proteção deste circuito. O fusível garantirá que o motor tenha tempo suficiente para partir com uma corrente elevada, sendo protegido durante este período.

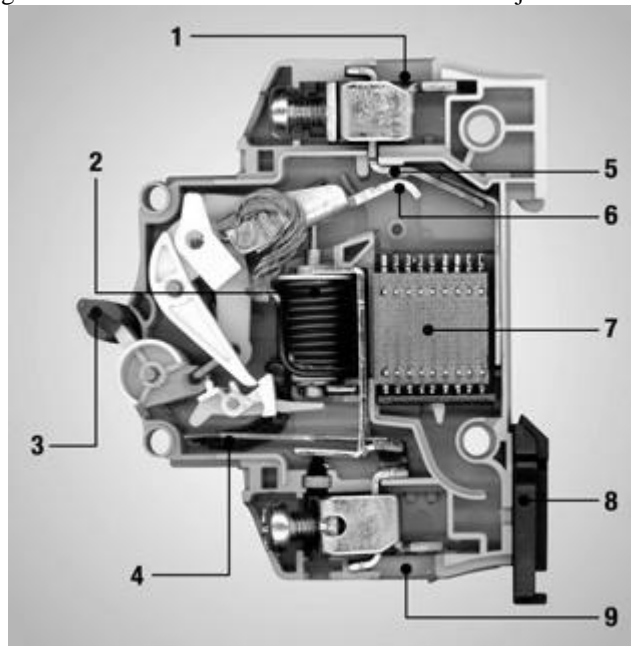
A.2 DISJUNORES TERMOMAGNÉTICOS

“São dispositivos destinados à proteção de circuitos elétricos, os quais devem atuar quando percorridos por uma corrente de valor superior ao estabelecido para funcionamento normal.”(FILHO, 2011, p. 346).

Os disjuntores termomagnéticos dispõem de uma unidade de proteção térmica, que é constituída de um bimetálico. “Com o aumento da intensidade da corrente provoca o aquecimento e a deformação do bimetálico, o qual por sua vez aciona o disparo do mecanismo de abertura dos contatos” (SCHNEIDER,2003), e outra magnética, que “com a variação brusca da corrente de curto-circuito cria um campo magnético na bobina, causando a abertura dos contatos” (SCHNEIDER,2003).

As partes que constituem fisicamente um disjuntor termomagnético, podem ser vistas na Figura 5.

Figura 19 – Partes internas constituintes de um disjuntor termomagnético



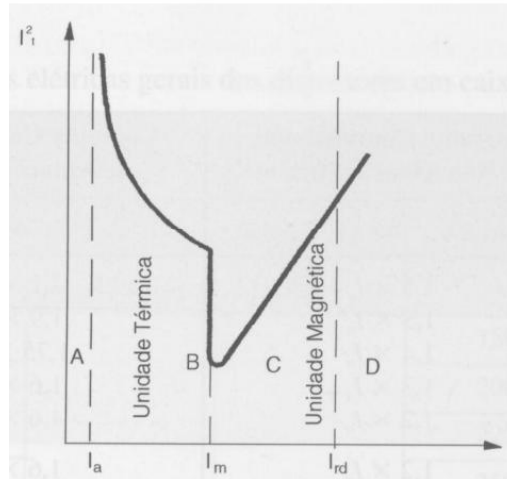
Fonte: FASTSEG, 2015.

Onde:

- 1 e 9 são Terminais de Ligação
- 2 Solenoide eletromagnético de desarme
- 3 Alavanca manual de manobra (arme/desarme)
- 4 Placas bimetálicas para desarme por ação térmica
- 5 Contato
- 6 Alavanca de contato
- 7 Câmara de extinção de arco voltaico
- 8 Pino de encaixe em trilho

Para dimensionamento de um disjuntor termomagnético em um projeto, leva-se em consideração, além de outras características, sua região de comportamento em relação à integral de Joule, conforme ilustra a Figura 6:

Figura 20 – Regiões características dos disjuntores termomagnéticos



Fonte: FILHO, 2011.

- Na região A não existe limitação de corrente;
- Na região B o tempo de disparo é relativamente longo;
- Na região C o tempo de disparo é relativamente curto e,
- Na região D o uso do dispositivo é inadequado.

A.3 PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE COMANDO

Para proteger o sistema de comandos, é necessária a utilização de um disjuntor termomagnético, que garantirá a proteção por curto circuito ou por sobrecarga de corrente (NBR-5410). Os disjuntores mais utilizados são os tipo DIN pela sua eficiência e versatilidade.

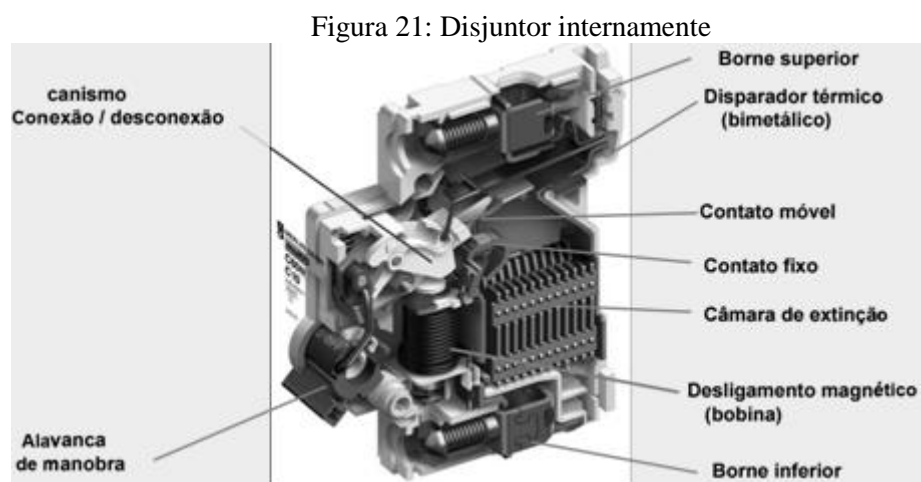
Segundo a norma NBR-5410, para definir qual a corrente do disjuntor a ser utilizada, deve ser feito o cálculo da mesma, ou por medição. Em caso de cálculo, deve-se somar as potências, em Watts, de todos os equipamentos a serem protegidos, e dividir esta soma pelo valor da tensão fornecida do sistema. Deve-se adotar o valor da corrente do disjuntor, sendo o próximo maior que o resultado da divisão potência/tensão, para que o

mesmo seja capaz de suportar toda a corrente do sistema e atuar em caso de sobre corrente, ou curto circuito.

Proteger os cabos contra sobrecargas e curto circuitos, permitir o fluxo normal da corrente sem interrupções, abrir e fechar um circuito à intensidade nominal e garantir a segurança da instalação e dos utilizadores são as funções básicas de um disjuntor.

Na

Figura 21, pode-se ver todas as partes internamente de um disjuntor termomagnético tipo DIN, segundo as normas NBR IEC 60898 e NBR IEC 60947-2.



Fonte: Schneider-Electric