

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

GLAUBER CABRAL DE SOUZA

**CONFIABILIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESTINADAS A
PARTIDA DE BOMBAS DE COMBATE A INCÊNDIO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2018

GLAUBER CABRAL DE SOUZA

**CONFIABILIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESTINADAS A
PARTIDA DE BOMBAS DE COMBATE A INCÊNDIO**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho”.

Orientador: Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara.

CURITIBA

2018

GLAUBER CABRAL DE SOUZA

**CONFIABILIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESTINADAS A
PARTIDA DE BOMBAS DE COMBATE A INCÊNDIO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. MSc. Carlos Augusto Sperandio
Professor do CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2018

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

Este trabalho destina-se a esclarecer e guiar os projetistas iniciantes que pretendem realizar o quadro de comando e potência destinado a partida de bombas elétricas de combate a incêndio, além de estabelecer um critério de avaliação do emprego das normas nacionais vigentes nos quadros já existentes. Tendo assim o objetivo de estabelecer parâmetros de confiabilidade. Devido as diversas técnicas que podem ser empregadas a este ramo do estudo da engenharia elétricas chamado de eletrotécnica, muitos podem cometer erros ou equívocos que em outras partidas e sistemas de bombas elétricas seriam perfeitamente aceitáveis e até desejáveis. Ao avaliar alguns painéis é notável a falta de uma metodologia de projeto que unifique os conhecimentos e normas aplicáveis, por isto foi elaborado um questionário que busca avaliar o cumprimento ou descumprimento de itens das normas. Com base neste trabalho foi evidenciado que diversas instalações descumprem vários itens das normas.

Palavras-chave: Partida, bombas, elétricas, incêndio, confiabilidade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cavalete de automação das bombas principal e de pressurização (NPT22)	11
Figura 2: Cavaletes de automação	11
Figura 3: Chave Liga/Desliga Bomba de Incêndio	14
Figura 4: Pressostato para água e ar	15
Figura 5: Fluxostato para água	16
Figura 6: Chave de Fluxo WL 118	16
Figura 7: BPI22 Motobombas Centrífugas de Prevenção Contra Incêndio	17
Figura 8: Bomba de incêndio motor a combustão.....	18
Figura 9: Diagrama de força partida direta	18
Figura 10: <i>Soft starter</i> SSW07	19
Figura 11: Esquema unifilar do Padrão de Alimentação para a Bomba	21
Figura 12: vista geral da propriedade	22
Figura 13: Instalação para uso geral e instalação exclusiva para bomba de incêndio.....	23
Figura 14 – Ponto para instalação do ramal exclusivo para combate a incêndio.....	24
Figura 15: Dados elétricos da motobomba.....	24
Figura 16: Especificação do ramal de entrada	25
Figura 17: Ramal de Entrada - exclusivo para bomba de incêndio.....	26
Figura 18: Vista geral do Circuito de Potência.....	29
Figura 19: vista geral do diagrama de comando	30
Figura 20: Alimentação da Parte de Comando	31
Figura 21: Pressostato	32
Figura 22: Acionamento da Bomba Principal	33
Figura 23: Acionamento Bomba Jockey.....	34
Figura 24: Detalhes para montagem do Pannel – vista geral.....	35
Figura 25: Detalhes da montagem do interior do painel ampliado	36
Figura 26: Detalhes da montagem da tampa do painel ampliada.....	37
Figura 27: Lista de materiais empregados	38
Figura 28: Pannel elétrico - Empresa Alpha.....	44
Figura 29: Pannel Elétrico - Empresa Beta.....	45
Figura 30: Pannel Elétrico - Empresa Charlie.....	46
Figura 31:Pannel Elétrico - Empresa Delta	46
Figura 32:Pannel Elétrico - Empresa Eco	47
Figura 33:Pannel Elétrico - Empresa Foxtrot.....	47
Figura 34: Vista geral - Alpha.....	48
Figura 35:Vista geral – Beta	49
Figura 36:Vista geral – Charlie.....	49
Figura 37: Vista geral – Delta.....	50
Figura 38: Vista geral - Eco	50
Figura 39: Vista geral – Foxtrot.....	51
Figura 40: Porta do Pannel Elétrico - Alpha.....	52
Figura 41: Porta do Pannel Elétrico – Beta.....	53
Figura 42: Porta do Pannel Elétrico – Charlie	53
Figura 43: Porta do Pannel Elétrico – Delta	54
Figura 44: Porta do Pannel Elétrico – Eco.....	54
Figura 45: Porta do Pannel Elétrico – Foxtrot	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IEC – International Electrotechnical Commission

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

COPEL - Companhia Paranaense de Eletricidade

CV – Cavalo Vapor

NBR – Norma Técnica Brasileira

Vac – Tensão Elétrica (Un. Volts) em Corrente Alternada

QPCB - Quadros Elétricos de Partida e Comando de Bombas

NTC – Norma Técnica da COPEL

kVA– Unidade de Mensuração da Potência Elétrica Aparente

LED – Light Emitted Diod

NA – Normalmente Aberto

NF – Normalmente Fechado

NFPA – National Fire Protection Association

EPI – Equipamento de Proteção Individual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Tema	7
1.2	Problema	7
1.3	Objetivos.....	7
1.3.1	Objetivo Geral	7
1.3.2	Objetivos Específicos	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1	NPT 22 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio	9
2.2	NTC 900300 - Instalações Para Combate A Incêndio.....	13
2.3	ABNT 5410 – Instalações elétricas em baixa tensão	13
2.4	Componentes envolvidos na partida da bomba	14
2.4.1	Acionamentos do sistema	14
3	METODOLOGIA	21
3.1	Caracterização do Padrão de Entrada	21
3.2	Quadro de Partida e Comando.....	26
3.3	Caracterização das empresas	38
3.4	Questionário aplicado nas empresas.....	39
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
5	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema

Este trabalho abordará técnicas para a partida e comando de bombas hidráulicas acopladas a motores elétricos assíncronos de indução trifásica de até 100cv alimentados em baixa tensão – 50Vac até 1000Vac – onde enquadram-se a maioria das instalações. Tendo como base as normas técnicas dos bombeiros do estado do Paraná, da concessionária de energia elétrica do estado COPEL e da ABNT.

1.2 Problema

Por desconhecimento da existência de diversas normas que são requisitos para executar adequadamente o projeto e a instalação dos sistemas elétricos para bombas de combate a incêndio, diversos profissionais cometem equívocos ou atos de imperícia, imprudência ou negligência podendo ocasionar em falha da bomba quando for requisitada, sendo que em grande maioria dos projetos de prevenção e combate a incêndio não está incluso o projeto elétricos dos sistemas envolvidos - comando e automação das bombas, sistema de alarme e pânico, sinalização e iluminação para rota de fuga. Pondo em risco a vida e a segurança daqueles que adentram o recinto a ser protegido pelo sistema de prevenção e combate a incêndio até a idoneidade daqueles que projetam ou instalam - sem haver projeto, e até mesmo daqueles que fiscalizam, porém não possuem conhecimento técnico do assunto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Elaborar um questionário para avaliar a confiabilidade de sistemas elétricos perante as normas nacionais aplicáveis.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as requisições das normas e exemplifica-las através da análise de um projeto.
- Realizar um projeto que demonstrando as precauções de projeto.
- Elaborar um questionário para avaliar e quantificar o cumprimento das normas aplicáveis.

- Avaliar alguns erros comuns cometidos nos quadros elétricos de partida e comando de bombas de combate a incêndio.
- Avaliar instalações quanto aos itens dos questionários.

1.4 Justificativa

Atualmente rara são as vezes que é possível verificar a existência do projeto de partida e comando da bomba de incêndio junto ao projeto do sistema de prevenção e combate a incêndio, e que tenha sido feito por um profissional legalmente habilitado. Esse trabalho apresentará a importância conceitual de haver um projeto adequado às necessidades da bomba e como isso poderá ocasionar na operação do conjunto motobomba quando este for requisitado.

Seguindo os conceitos que serão demonstrados neste trabalho é fácil verificar que muitos acionamentos de incêndio se encontram em irregularidade, algumas menores e outras graves.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos subcapítulos a diante serão identificados alguns pontos chaves das normas técnicas aplicáveis. Seguido de comentários e referências para que haja um reflexão e melhor compreensão do que se refere a norma.

2.1 NPT 22 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

Dentro desta norma abordaremos os itens referentes ao Anexo C – BOMBAS DE INCÊNDIO – Removido do Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná entrou em vigor em data de 08 de Janeiro de 2012, conforme Portaria do Comando do Corpo de Bombeiros nº 002/2011 de 08 de Outubro de 2011. Última atualização em setembro de 2016.

Aqui serão listados e posteriormente comentados os itens da norma que se referem a parte elétrica.

C.1.6 A automatização da bomba principal ou de reforço deve ser executada de maneira que, após a partida do motor seu desligamento seja somente manual no seu próprio painel de comando, localizado na casa de bombas.

C.1.7 Quando a(s) bomba(s) de incêndio for(em) automatizada(s), deve ser previsto pelo menos um ponto de acionamento manual para a(s) mesma(s), instalado em local seguro da edificação e que permita fácil acesso.

C.1.8 O funcionamento automático e indicado pela simples abertura de qualquer ponto de hidrante da instalação.

C.1.9 As bombas de incêndio, devem atingir pleno regime em aproximadamente 30s após a sua partida. (NPT 22, 2015)

O item C.1.9 poderá gerar conflito para o projetista quando correlacionado ao item C.2.17.2. O período de aceleração do motor não deve exceder 10s neste caso será respeitado o item de menor tempo. Tempo este que deverá ser ajustado no timer do relé temporizador que acionará a transição de partidas estrela para triangulo do motor elétrico e por consequência a bomba hidráulica. Observe que o item se refere a palavra aceleração, a partida estrela-triângulo - que será o método de partida empregado neste estudo. Consiste na alimentação do motor com uma redução de tensão nas bobinas durante a sua partida. O motor parte em estrela, isto é, com uma tensão 58% da tensão nominal e após um certo tempo a ligação é convertida em triângulo, assumindo a tensão nominal. (FRANCHI, 2008)

Mamede (2015) afirma que durante a partida em estrela, o conjugado e a corrente de partida ficam reduzidos a 1/3 de seus valores nominais. Neste caso, um motor só pode partir através de chave estrela-triângulo quando o seu conjugado, na ligação em estrela, for superior ao conjugado da carga do eixo. Portanto o que poderá ocorrer é que se o conjugado for

insuficiente para vencer a altura manométrica e/ou a pressão que válvula unidirecional, que está prontamente a jusante da bomba centrífuga, o rotor inicie seu movimento porém não atinja parâmetros de velocidade/vazão necessários para vencer a pressão que a coluna de água faz no sentido oposto ao da válvula unidirecional, a real vazão para o sistema ocorrerá quando o fechamento do contator mudar a partida elétrica de estrela para triangulo atingindo a tensão elétrica adequada requerida no motor.

C.1.10 As bombas de incêndio podem ser acionadas manualmente por meio de dispositivos instalados junto a cada hidrante ou mangotinho.

(C.1.10 – partida Manual)

C.1.15 No sistema de hidrantes ou de mangotinhos, a fim de manter a rede devidamente pressurizada em uma faixa preestabelecida e, para compensar pequenas perdas de pressão, uma bomba de pressurização jockey poderá ser instalada; tal bomba deve ter vazão máxima de 20 L/min.

C.1.15.1 A pressão máxima de operação da bomba de pressurização jockey instalada no sistema deve ser igual a pressão da bomba principal, medida sem vazão *shut-of*. Recomenda-se que o diferencial de pressão entre os acionamentos sequenciais das bombas seja de aproximadamente 10 mca (100 kPa).

C.1.15.2 As automatizações da bomba de pressurização jockey para liga-la e desliga-la automaticamente e da bomba principal para somente liga-la automaticamente devem ser feitas através de pressostatos instalados conforme apresentado na figura C.2, e ligados nos painéis de comando e chaves de partida dos motores de cada bomba. (NPT 22, 2015)

Diferentemente da bomba principal, a bomba de jockey poderá ser ligada e desligada automaticamente, a pressão de 10mca citada no item C.1.15, deverá ser a regulada nos pressostatos que virão a ser o elemento sensor da automatização. (GONÇALVES, 2014)

Quando for optar-se por acionadores manuais – botões liga e desliga – juntos a cada hidrante da instalação é importante observar o grau de proteção que o dispositivo apresenta, por exemplo, caso venha a instalar os botões em um frigorífico, é previsível que poderá haver jatos de água sobre estes botões e conseqüentemente estes terão uma degradação antecipada caso não possuam o grau de proteção adequado para este ambiente, geralmente é justificável por preço, facilidade e confiabilidade a utilização da automação por sensoriamento de pressostatos. (GONÇALVES, 2014)

C.1.16 O painel de sinalização das bombas principal ou de reforço, elétrica ou de combustão interna, deve ser dotado de uma botoeira para ligar manualmente tais bombas, possuindo sinalização ótica e acústica, indicando pelo menos os seguintes eventos:

C.1.16.1 Bomba elétrica:

- a) Painel energizado;
- b) Bomba em funcionamento;
- c) Falta de fase;
- d) Falta de energia no comando da partida.

C.1.16.2 Bomba de combustão interna:

- a) Painel energizado;
- b) Bomba em funcionamento;

- c) Baixa carga da bateria;
 d) Chave na posição manual ou painel desligado. (NPT 22, 2015)

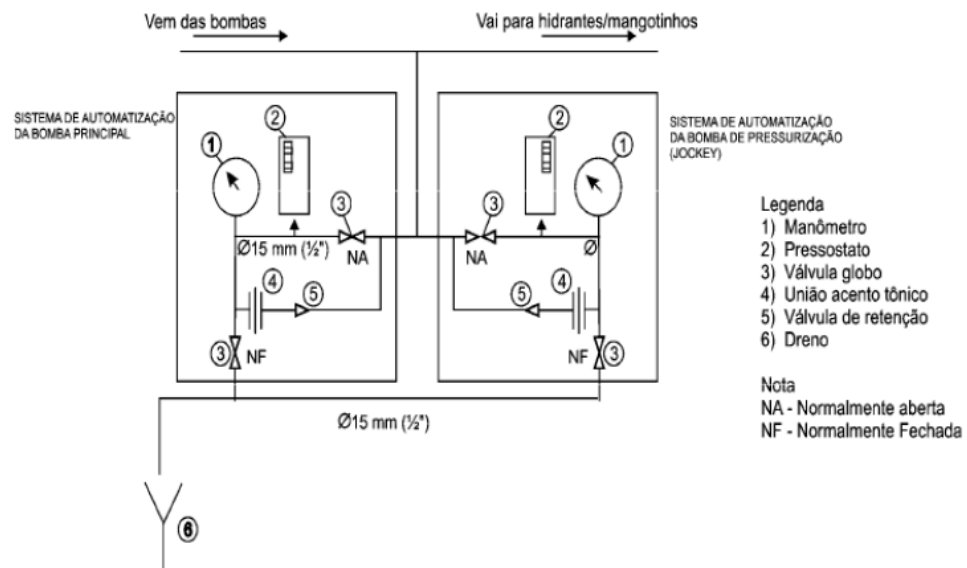


Figura 1: Cavalete de automação das bombas principal e de pressurização (NPT22)

Fonte: NPT 22 (2015)

O local de instalação apresentado na Figura 1 talvez não fique esclarecido por completo para aqueles que não possuem a vivência com sistemas hidráulicos, o sistema está montado a jusante da bomba hidráulica e pode ser melhor entendido na Figura 2. O item C1.16 também se refere aos requisitos mínimos de indicação e sinalização que o painel elétrico de acionamentos deverá conter.



Figura 2: Cavaletes de automação

Fonte: Imagem da internet (2018)

C.2 Bombas de incêndio acopladas a motores elétricos

C.2.1 As bombas de incêndio dos sistemas de hidrantes e de mangotinhos podem dispor de dispositivos para acionamento automático ou manual.

C.2.2 Quando o acionamento for manual devem ser previstas botoeiras do tipo “liga”, junto a cada hidrante ou mangotinho.

C.2.3 Nos casos em que houver necessidade de instalação de bomba de reforço, conforme especificado no item B.2.2, sendo a bomba de reforço acionada por botoeira do tipo “liga”, para os pontos de hidrantes ou mangotinhos que atendam as pressões e vazões mínimas requeridas em função da ação da gravidade, pode ser dispensado as botoeiras junto a estes hidrantes ou mangotinhos, devendo ser demonstrado nos cálculos hidráulicos e no detalhe isométrico da rede.

C.2.4 Os condutores elétricos das botoeiras devem ser protegidos contra danos físicos e mecânicos por meio de eletrodutos rígidos embutidos nas paredes, ou quando aparentes em eletrodutos metálicos, não devendo passar em áreas de risco.

C.2.5 As bombas de incêndio não podem ser instaladas em salas que contenham qualquer outro tipo de máquina ou motor, exceto quando estes últimos se destinem a sistemas de proteção e combate a incêndio que utilizem a água como agente de combate ou bombas de recalque de água para consumo.

C.2.7 A alimentação elétrica das bombas de incêndio deve ser independente do consumo geral, de forma a permitir o desligamento geral da energia, sem prejuízo do funcionamento do motor da bomba de incêndio.

C.2.8 Na falta de energia da concessionária, as bombas de incêndio acionadas por motor elétrico podem ser alimentadas por um gerador diesel, atendendo ao requisito de C.2.9. (NPT 22, 2015)

O item C.2.8 infelizmente utiliza o termo podem ser alimentadas por um gerador à diesel o que dá margem para que alguns projetistas do sistema hidráulico não utilizem a redundância de motobombas, seja ela através motor a combustão ou redundância na duplicidade do motor elétrico. Outro item questionável desta norma é o item 2.17.1 que se refere a partida como devendo ser do tipo magnética o que impede a otimização de motobomba através de recursos eletrônicos, também há uma opção não mencionada que seria a dupla partida, uma partida eletrônica caso o projetista veja como uma solução viável e uma partida redundante do tipo magnética, caso haja falha na eletrônica.

C.2.9 A entrada de força para a edificação a ser protegida deve ser dimensionada para suportar o funcionamento das bombas de incêndio em conjunto com os demais componentes elétricos da edificação, a plena carga.

C.2.10 As chaves elétricas de alimentação das bombas de incêndio devem ser sinalizadas com a inscrição “ALIMENTAÇÃO DA BOMBA DE INCÊNDIO – NÃO DESLIGUE”.

C.2.11 Os fios elétricos de alimentação do motor das bombas de incêndio, quando dentro da área protegida pelo sistema de hidrantes devem ser protegidos contra danos mecânicos e químicos, fogo e umidade.

C.2.12 Nos casos em que a bomba de reforço, conforme especificado em B.2.2, for automatizada por chave

C.2.16 O painel de comando para proteção e partida automática do motor da bomba de incêndio deve ser selecionado de acordo com a potência em CV do motor.

C.2.17 A partida do motor elétrico deve estar de acordo com as recomendações da NBR 5410/04 ou da concessionária local.

C.2.17.1 O sistema de partida deve ser do tipo magnético.

C.2.17.2 O período de aceleração do motor não deve exceder 10s.

C.2.18 O painel deve ser localizado o mais próximo possível do motor da bomba de incêndio e convenientemente protegido contra respingos de água e penetração de poeira.

C.2.19 O painel deve ser fornecido com os desenhos dimensionais, leiaute, diagrama elétrico, régua de bornes, diagrama elétrico interno e listagem dos materiais aplicados.

C.2.20 Todos os fios devem ser anilhados, de acordo com o diagrama elétrico correspondente.

C.2.21 O alarme acústico do painel deve ser tal que, uma vez cancelado por botão de impulso, volte a funcionar normalmente quando surgir um novo evento.

C.2.22 O sistema de proteção dos motores elétricos deve ser conforme a NBR 5410/04.

2.2 NTC 900300 - Instalações Para Combate A Incêndio

Esta norma da COPEL visa guiar o padrão de entrada para alimentação elétrica do sistema de combate a incêndio, o projetista deverá reconhecer a caracterização do sistema existente no local.

Estabelecer as características principais para os atendimentos a instalações elétricas de sistemas de combate a incêndio. Dentre as configurações propostas, dá-se preferência àquelas executadas através de uma única entrada de serviço, abrangendo a alimentação das instalações normais da unidade consumidora e as instalações de combate a incêndio. Em função das características de cada caso, poderão ser aceitas alternativas diferentes das sugestões aqui apresentadas, após consulta às áreas regionais da COPEL ou, se necessário, enviadas à SCD/DMEP. Além das orientações destas instruções, as instalações para combate a incêndio devem obedecer às prescrições da NB-24 da ABNT. (NTC 900300, 2010)

A norma em si, traz somente informações referentes a categorização do padrão de entrada existente no estabelecimento, para os demais questionamentos, informações adicionais devem ser buscadas na norma NTC 901100, que irá fornecer respostas as demais dúvidas.

2.3 ABNT 5410 – Instalações elétricas em baixa tensão

Em conjuntos com as normas técnicas das instituições envolvidas e as internacionais a ABNT 5410 (2004) contemplará grande parte dos demais requisitos de projeto que os projetistas necessitarão para as instalações em baixa tensão, nesta estará contida informações para requisito de cabos, dimensionamento, padrão de cores, componentes, locais e respectivos matérias, condições de aterramento entre outros assuntos que o projetista de sistemas elétricos em geral deverá conhecer com rigor para sistemas em baixa tensão, trata-se de um norma extensa e que não será abordada diretamente, porém indiretamente estão contidos vários conceitos removidos desta norma assim como as normas técnicas dos bombeiros e da COPEL também o fazem.

2.4 Componentes envolvidos na partida da bomba

Para melhor compreensão do sistema, é necessário entender as divisões deste em seus três principais componentes, são eles: 1º) Acionamento do Sistema: poderá ser do tipo manual através de botão ou automático através sensores; 2º) Motobomba: esta poderá ser acoplada a um motor elétrico ou a combustão; 3º) Sistema de Partida de Motores elétricos, este poderá ser do tipo eletromecânico, partida direta, estrela-triângulo ou compensadora; ou do tipo eletrônica, softstarter ou inversor de frequência.

2.4.1 Acionamentos do sistema

A bomba de incêndio entra em funcionamento mediante acionamento manual – botoeira topo liga-desliga - próximo aos hidrantes – ou automático – através de chave de fluxo para reservatórios elevados ou pressostatos/manômetros para reservatórios subterrâneos, no nível do piso ou semienterrados. (PEREIRA, 2009).

Acionamento Manual: Os acionadores manuais, figura 3, poderão ser de dois tipos, do tipo chave liga/desliga ou do tipo pulsador (botoeira). A chave liga/desliga permite ao usuário do sistema ligar e desligar a bomba junto ao hidrante. Já os acionamentos por pulsador, só é possível ligar a bomba junto ao hidrante, e seu desligamento é normalmente feito junto ao quadro elétrico. Além dos acionadores manuais instalados junto aos hidrantes deverá haver um instalado no quadro elétrico de comando.



Figura 3: Chave Liga/Desliga Bomba de Incêndio

Fonte: Imagem da internet (2018)

Acionamento por Pressostato é composto pelos seguintes elementos principais: conector, diafragma, sistema de encaixe, mola principal, mola do diferencial e sistema de contato de 1 polo ou 3 polos. A pressão de parada deve ser ajustada na mola principal e a diferença entre as pressões de partida e de parada na mola de diferencial. A pressão do sistema controlado é conduzida, via conector, para o diafragma. O diafragma converte essa pressão em um movimento mecânico que é transferido pelo sistema de encaixe para o sistema de contato. Dessa maneira, o sistema de contato inicia ou para um compressor/bomba. A pressão do sistema controlado é conduzida, via conector, para o diafragma. O diafragma converte essa pressão em um movimento mecânico que é transferido pelo sistema de encaixe para o sistema de contato. Dessa maneira, o sistema de contato inicia ou para um compressor/bomba.” (DANFOSS A/S (AC-MCI /JMN), 2016).

Na Figura 4 é possível observar as partes que compõem o pressostato e ter um melhor entendimento de seu funcionamento.

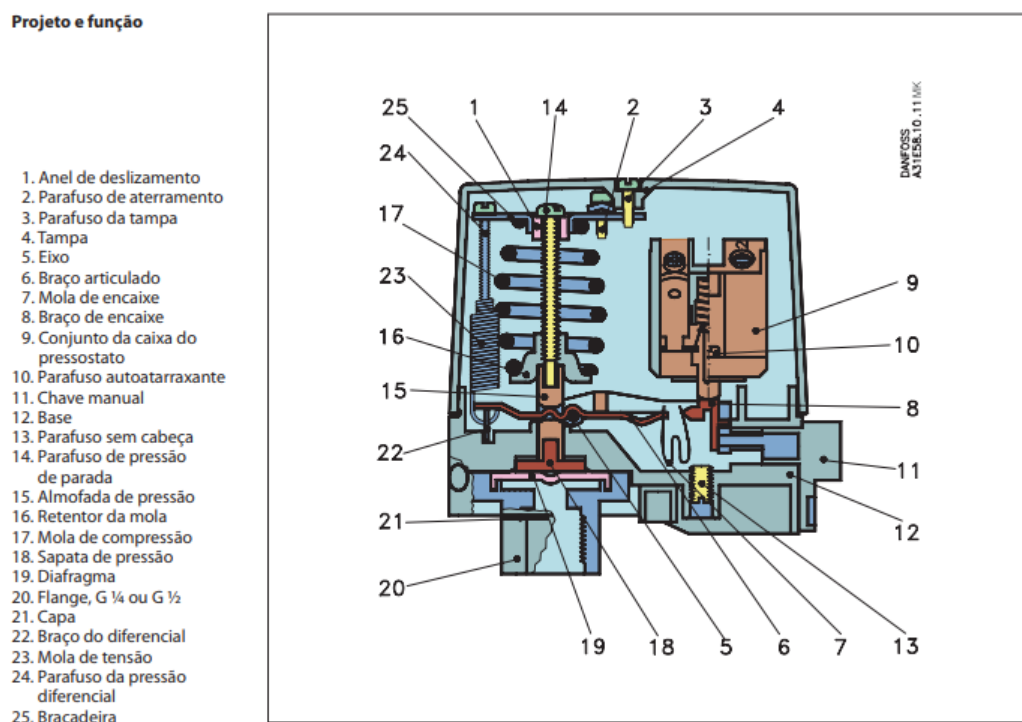


Figura 4: Pressostato para água e ar
Fonte: DANFOSS (2016)

Acionamento por Fluxostato: A Figura 5 mostra um fluxostato do tipo palheta de inserção, há ainda fluxostatos do tipo chave fluxo êmbolo, chave de fluxo termal e chave de fluxo pistão, contudo a mais indicada para o uso em sistemas de combate a incêndio é apresentada na Figura 6. A chave de controle de fluxo serve para indicar a presença ou ausência de fluxo dentro da tubulação, atuando como um dispositivo complementar de

segurança e proteção para ligar e/ou desligar alarmes, motores, compressores, máquinas, bombas d'água etc, ajudando a detectar problemas como: quebra de correia, engripamento de bombas ou mancais. (TESLA, 2018).



Figura 5: Fluxostato para água

Fonte: TESLA (2018)



Figura 6: Chave de Fluxo WL 118

Fonte: TECNOFLUID (2018)

2.4.2 Tipos de Motobomba

Existem diversos tipos de motobombas, são elas: axiais, radiais ou centrífuga, parafuso, bomba diagonal, palheta e outras, contudo nos sistemas de combate a incêndio é desejável que o sistema possua grande fluxo de água, baixo (menor ou igual a 15mca) ou média (entre 15 e 50mca) pressão d'água por isso para a motobomba principal do sistemas é

comumente utilizado a motobomba radial/centrífuga acoplada ao uma motor elétrico ou a combustão. (BRASIL, 2010).

Acoplada com motor elétrico: Alta confiabilidade com máxima segurança. As motobombas centrífugas série BPI são ideais para sistemas de prevenção e combate a incêndios. Com modelos de 1/2cv até 100cv, proporcionam uma ampla gama de opções e também podem ser utilizadas em rede de hidrantes, rede de sprinklers e sistema fixo de espuma adaptado à rede de hidrantes. (SCHNEIDER BOMBAS, 2018).

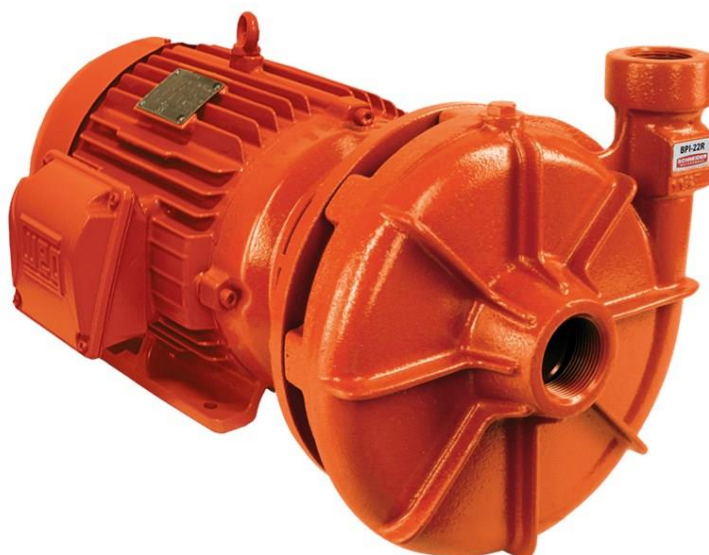


Figura 7: BPI22 Motobombas Centrífugas de Prevenção Contra Incêndio

Fonte: SCHNEIDER BOMBAS (2018)

Acopladas com motor a combustão: na figura 7 temos um exemplo de motor a combustão acoplado a uma motobomba centrífuga. Bombas de incêndio a diesel fornecidas pela Germek Equipamentos (2018) são projetadas e fabricadas para atender aos rigorosos requisitos construtivos das normas nacionais NBR-10.897 e NBR-13.714 (padrão bombeiro), além de atender as exigências da NFPA-20, norma internacional referência sobre conjuntos motobombas aplicados em sistemas de bombeamento de sistemas de incêndio.

Estas motobombas de incêndio a diesel podem ser fornecidas com sistemas de arrefecimento por radiador convencional ou trocador de calor, dependendo do arranjo físico previsto no projeto (casa de bombas) para alocação dos conjuntos. (GERMEK, 2018).

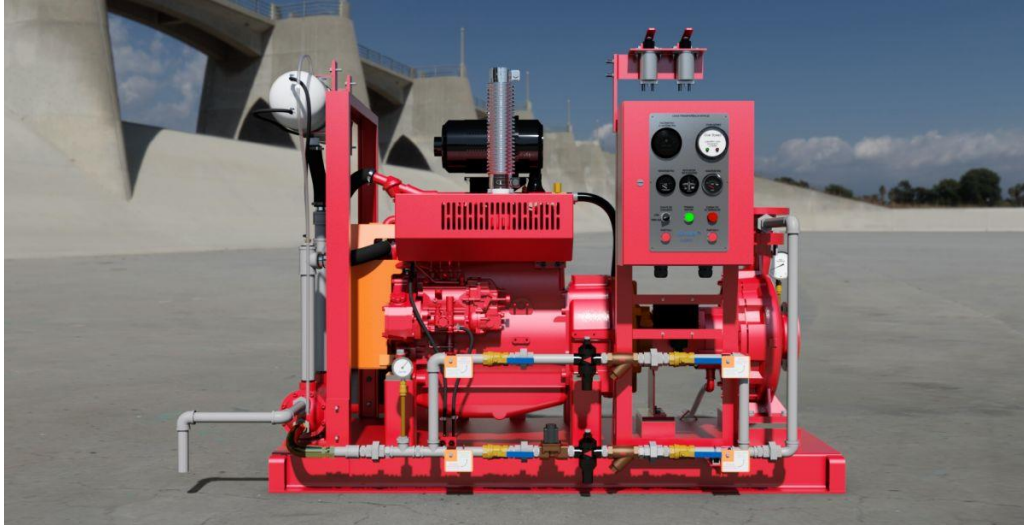


Figura 8: Bomba de incêndio motor a combustão

Fonte: GERMEK (2018)

2.4.3 Sistemas de Partida de Motores Elétricos

Existem diversos métodos para dar a partida em um motor elétrico, serão apresentadas aqui as mais comuns.

Partida direta: segundo Dranka (2012) a partida direta é um dos métodos mais simples de partida de motores e não exige dispositivos especiais para acionamento do motor. Utilizam-se apenas contadores, disjuntores ou chaves interruptoras. Além disso, a chave de partida direta é um dispositivo pelo qual o motor parte com valores plenos de conjugado e de corrente de partida, pois suas bobinas recebem a tensão nominal de serviço.

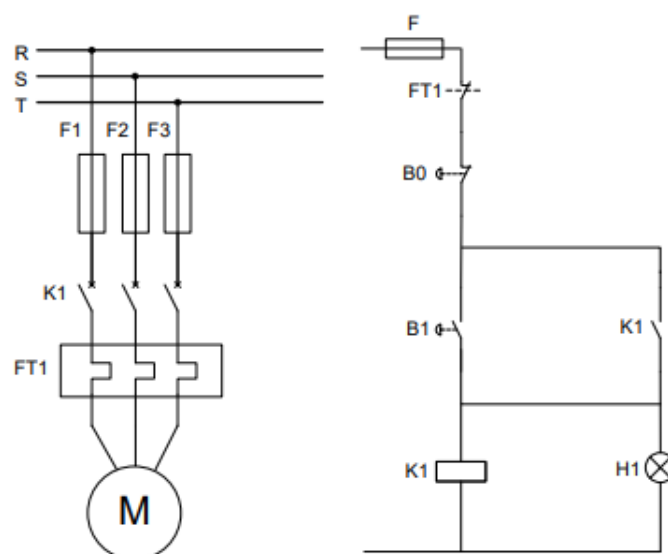


Figura 9: Diagrama de força partida direta

Fonte: DRANKA (2012)

Partida Estrela-Triângulo (Y- Δ): segundo Petruzela (2013) a partida estrela-triângulo (também conhecida como partida Y- Δ) envolve a conexão dos enrolamentos do motor primeiro em estrela durante a partida e, em seguida, em triângulo após o motor ter acelerado. A partida estrela-triângulo pode ser utilizada com motores trifásicos de corrente alternada em que os seis terminais dos enrolamentos do estator estão disponíveis (em alguns motores, apenas três terminais são acessíveis).

Partida Compensadora: A partida compensadora ou chave compensadora é utilizada para partidas sob cargas de motores de indução trifásicos com rotor em curto-circuito, onde a chave estrela-triângulo é inadequada. A norma prevê a utilização desta chave para motores, cuja potência seja maior ou igual a 15 CV. Esta chave reduz a corrente de arranque, evitando sobrecarregar a linha de alimentação. Deixa, porém, o motor com conjugado suficiente para a partida. (PETRUZELA, 2013).

Soft starter: segundo a WEG (2018) as *Soft starters* são chaves de partida estática, destinadas à aceleração, desaceleração e proteção de motores de indução trifásicos. O controle da tensão aplicada ao motor, mediante o ajuste do ângulo de disparo dos tiristores, permite obter partidas e paradas suaves. com o ajuste adequado das variáveis, o torque produzido é ajustado à necessidade da carga, garantindo, desta forma, que a corrente solicitada seja a mínima necessária para a partida.



Figura 10: *Soft starter SSW07*

Fonte: WEG (2018)

Inversor de frequência: similar a *soft starter* o inversor de frequência é uma partida eletrônica de acionamento, porém permitindo velocidade variável para motores de indução trifásicos. Apresenta excelente performance estática e dinâmica, controle preciso de torque, velocidade, posicionamento e alta capacidade de sobrecarga, permitindo economia de energia elétrica, contudo seu custo é levado em relação a *soft starter* e as demais partidas e geralmente não é empregado aos sistemas de combate a incêndio. (FRANCHI, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do Padrão de Entrada

Baseando-se em uma instalação existente de uma fábrica onde a carga instalada é de 1500 kVA para uso geral, é conhecido que este sistema possui alimentação em média tensão 13,8 kV, no documento NTC-900300 está abordado como A.T (alta tensão), porém este trabalho usará o termo média tensão M.T. Conforme a NBR 14039 (Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0kV a 36,2kV).

A instalação principal possui medição e proteção em média tensão por isso enquadra-se no item “4.2.2 . Instalações com disjuntor de A.T.” e devido a bomba que foi especificada no projeto de instalação de prevenção combate a incêndio possuir 40cv, seu padrão de entrada estará caracterizado no subitem 4.2.2.1 que define:

4.2.2.1 Para bombas contra incêndio com potência até 50 CV, inclusive.

Deverá haver perfeita separação entre a instalação para combate a incêndio e a instalação normal. A alimentação da bomba contra incêndio será feita em baixa tensão, através de entrada de serviço independente, de acordo com o diagrama da Figura do Item 4.2.2.a.

A instalação para combate a incêndio deverá ter medição independente. Quando não for possível a perfeita separação entre as instalações, proceder conforme item 4.2.2.b, utilizando transformador exclusivo. (COPEL, 2010)

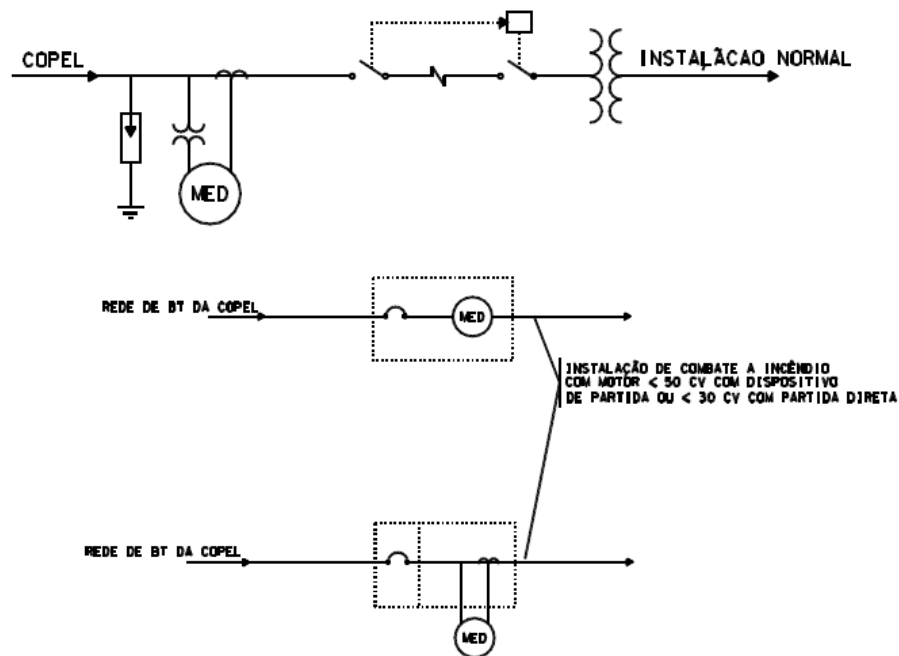


Figura 11: Esquema unifilar do Padrão de Alimentação para a Bomba

Fonte: COPEL (2010)

Com base nestes dados iniciais é possível definir a localização e situação de instalação, proteção e medição do padrão de entrada alimentado em tensão secundária ou baixa tensão, e a transmissão da energia deste ponto ao QPCB. Na figura 12 observa-se o uma vista completa da propriedade que é ampliada na figura 13 demonstrando mais especificamente os pontos de instalação do ramal normal que é responsável por energizar toda a fábrica fornecendo energia a todos os equipamentos inclusive aos de alarme de incêndio e pânico e iluminação de emergência, e outro ramal, que é exclusivo para combate a incêndio que será destinado unicamente a partida e comando da motobomba.

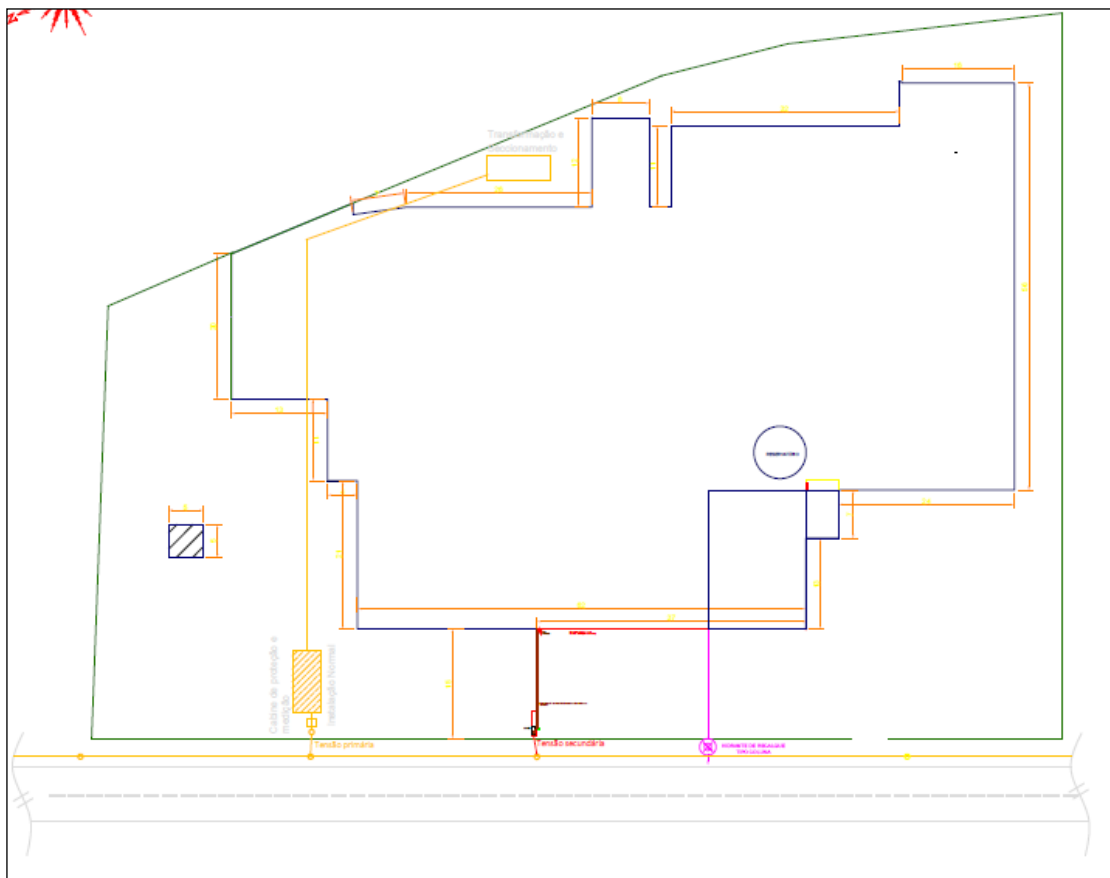


Figura 12: vista geral da propriedade

Fonte: O Autor (2018)

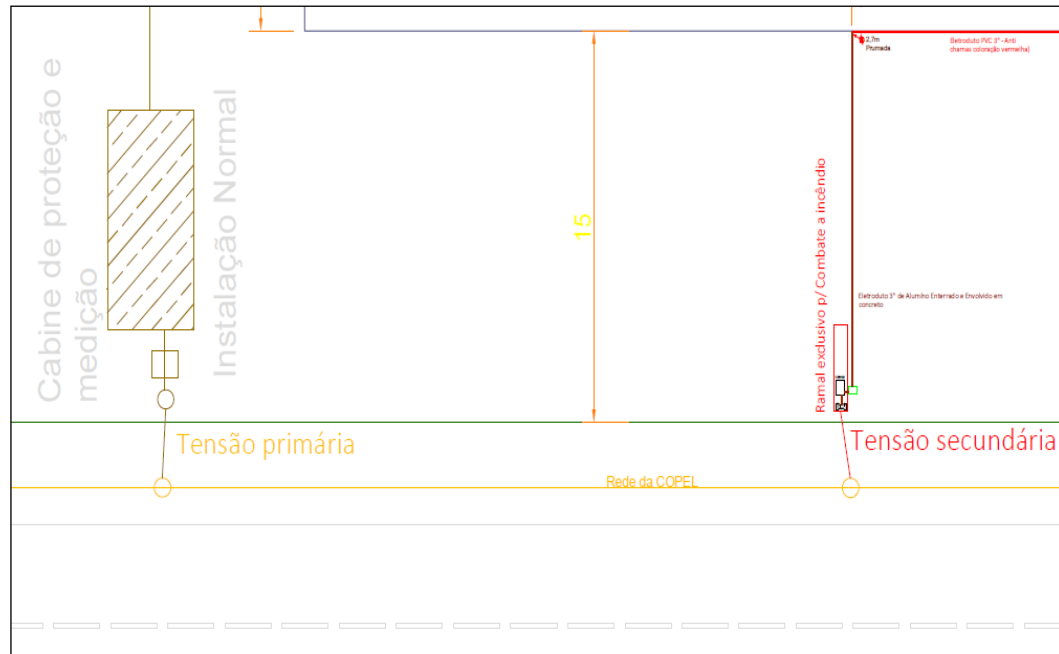


Figura 13: Instalação para uso geral e instalação exclusiva para bomba de incêndio

Fonte: O Autor (2018)

Para definição das regras de projeto deve-se utilizar a “NTC 901100 - FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO” (PEDROSO, 2016). Esta norma proporciona orientação sobre diversas situações da aplicação de entrada de serviço - Figura 14 - por tanto, não serão abordados os itens desta neste trabalho visto que não é o foco de abordagem. Quanto a especificação do motor da motobomba é interessante observar que o fornecimento de tensão no sistema de alimentação secundária no Paraná é realizado em 127 Volts por Fase, sendo assim tem-se que o sistema será do tipo trifásico 220 Volts.

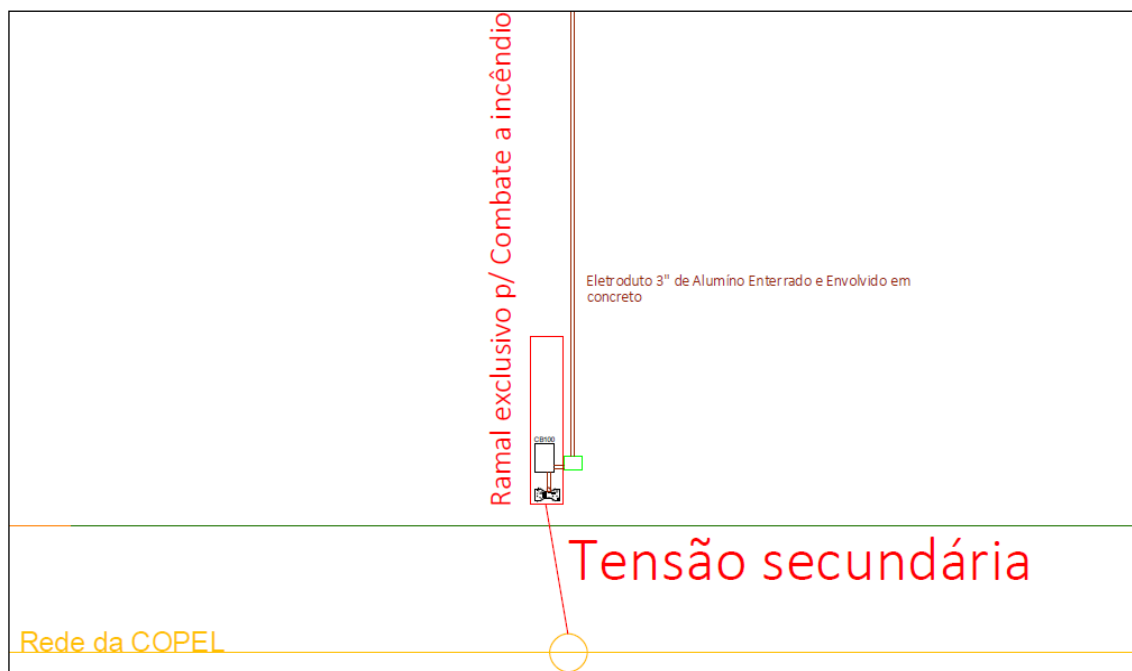


Figura 14 – Ponto para instalação do ramal exclusivo para combate a incêndio

Fonte: O Autor (2018)

Caixa	200M	Corrente a vazio	36.0/20.8 A	Regime de serviço	S1
Potência	30 kW (40 HP-cv)	Conjugado nominal	16.5 kgfm	Método de partida	Partida direta
Número de polos	4	Conjugado de partida	200 %	Temperatura ambiente	-20°C a +40°C
Frequência	60 Hz	Conjugado máximo	229 %	Altitude	1000 m
Rotação nominal	1770 rpm	Tempo de rotor bloqueado	32s (frio) 18s (quente)	Grau de proteção	IPW55
Escorregamento	1.67 %	Momento de inércia (J)	0.2406 kgm ²	Refrigeração	IC411 - TFVE
Tensão nominal	220/380 V	Categoria	N	Forma construtiva	B34D
Corrente nominal	99.2/57.4 A	Classe de isolamento	F	Sentido de rotação ¹	Ambos
Corrente de partida	615/356 A	Fator de serviço	1.15	Nível de Ruído ²	69.0 dB(A)
Ip/In	6.2	Elevação de temperatura	80 K	Massa aproximada ³	216 kg

Figura 15: Dados elétricos da motobomba

Fonte: WEG (2018)

Verificando-se o conjunto motobomba no projeto hidráulico, verificamos os seguintes dados referentes ao motor na figura 15, com estes dados é possível realizar a especificação do disjuntor e do cabo de transmissão no item 2.9 da NTC 900300 tem-se a seguinte caracterização na categoria 43, apresentada na figura 16.

2.9 . Dimensionamento do ramal de entrada (da bomba de incêndio) e do disjuntor limitador de corrente, relacionado à potência das motobombas contra incêndio e aos equipamentos de partida

Categoria	Ramal de Entrada	Corrente do Disjuntor (A)	Motobomba com dispositivo de partida (CV)	Motobomba com partida direta (CV)
36	10 mm ²	50	10	3
38	25 mm ²	80	20	5
41	35 mm ²	100	25	7,5
42	50 mm ²	125	30	15
43	70 mm ²	150	40	20
44	95 mm ²	175	50	25
45	95/120 mm ²	200	50	30

Figura 16: Especificação do ramal de entrada

Fonte: COPEL(2010)

Talvez haja a dúvida com relação a somatória de potência da motobomba principal e da bomba auxiliar que é requerida em alguns casos, bomba jockey, mas a categoria do ramal de entrada será dada pela potência da motobomba, visto que nunca serão acionadas simultaneamente. Na figura 17 é possível visualizar o detalhamento do ramal de entrada e suas especificações construtiva, o ponto de entrega é feito através de três cabos de 70mm² mais o terra até a caixa de medição e proteção, neste caso limitação de corrente, que possuirá o disjuntor conforme a Figura 16.

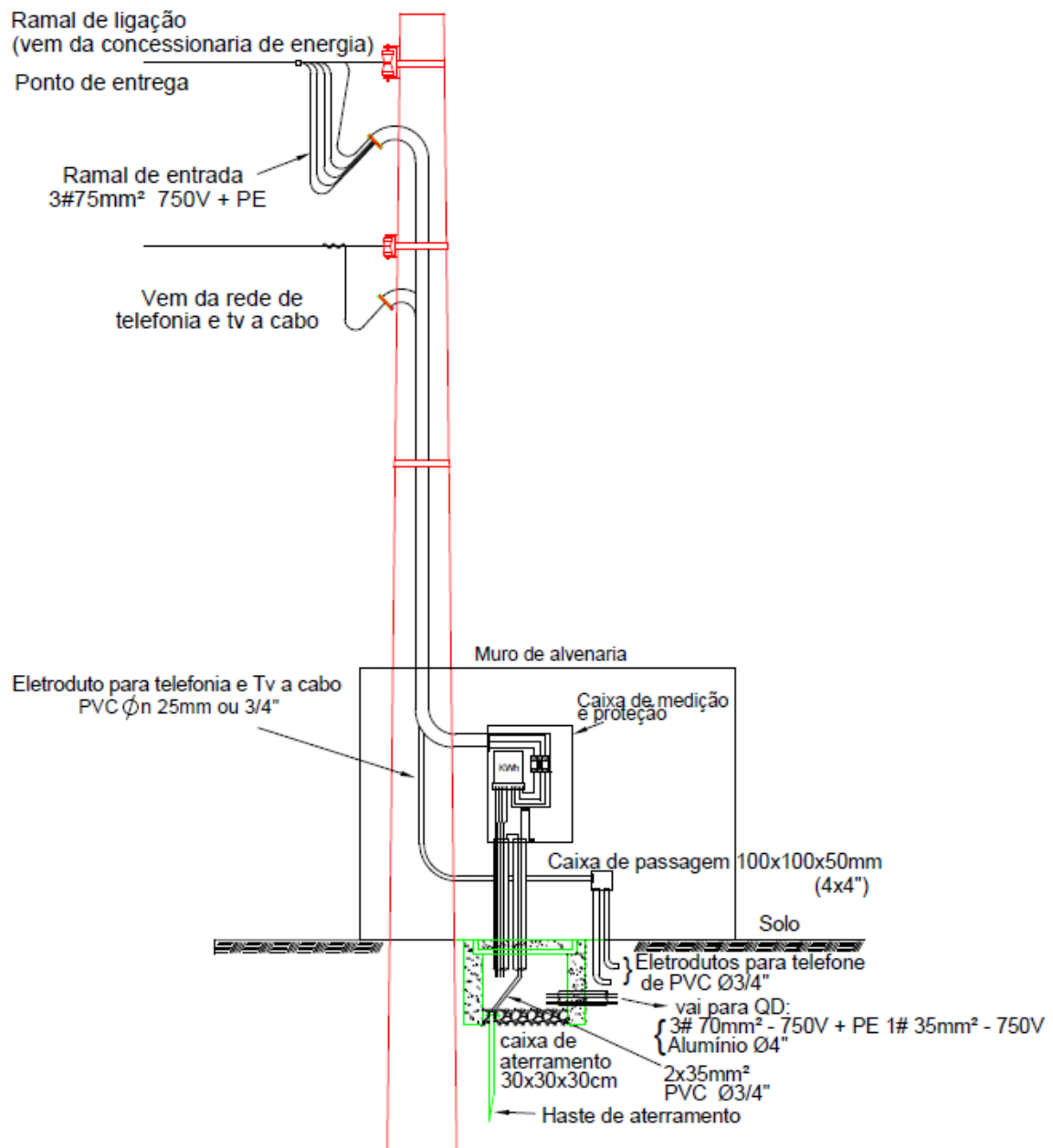


Figura 17: Ramal de Entrada - exclusivo para bomba de incêndio

Fonte: O Autor (2018)

3.2 Quadro de Partida e Comando

Seguindo as normas de projeto será abordado inicialmente uma análise do circuito de potência, seguindo a ordem de cima para baixo e da esquerda para a direita. Analisando a Figura 18, o elemento Q1, tem-se uma chave seccionadora do circuito, que permite a desenergização e bloqueio por cadeado, caso seja necessário fazer manutenção no quadro ou remoção do motor elétrico com segurança. No Elemento J2 possuímos um DPS – dispositivo

de proteção contra Surtos de tensão – elemento que será responsável por proteger os demais elementos contra descargas atmosféricas e manobras elétricas na rede, sendo assim aumentando a vida útil dos demais elementos. Em K5 há um relé de detecção de falta de fase exigência do subitem “C” do item C.1.16.1 da NPT-22. Na NTC-900300 ao realizar-se a categorização do ramal, pode-se concluir que o método de acionamento seria do tipo Motobomba com dispositivo de partida, apesar desta norma não especificar o tipo de partida, dando margem ao erro, relacionando esta com a NPT-22, tem-se no item C.2.17.1 O sistema de partida deve ser do tipo magnético, ou seja, não podendo ser do tipo *soft starter* ou inversor de frequência – partidas consideradas do tipo eletrônicas - para tanto a escolhida foi a partida estrela-triângulo - contadores K1, K2 e K3 - também haveria a opção pela partida compensadora que também é realizada com elementos eletromecânicos ou magnéticos. Observe que a NTC-900300 abre uma exceção para este tipo de instalação que permite partida direta em motores até 30cv, porém não aplicável a este trabalho. Para a motobomba Jockey que possui 3cv, será aplicado o contator K4 como uma partida direta.

Ainda na figura 9, pode-se observar que o projetista do sistema de prevenção e combate a incêndio optou por utilizar apenas uma motobomba principal, infelizmente a exigência de redundância da bomba não é uma obrigatoriedade, trata-se apenas uma boa prática que aumenta a probabilidade de funcionamento e confiabilidade do sistema, mas que não é seguida por todos os profissionais.

A solução de projeto adotada para este sistema é a adição da bomba Jockey, está tem a função de partir quando há uma pequena queda de pressão, por exemplo, caso haja um pequeno vazamento na tubulação, periodicamente o pressostato acusará a queda na pressão, então é muito mais interessante que a bomba Jockey supra esta queda antes que a bomba principal de 40 cavalos vapor visto que neste tipo de sistema não faremos a proteção do motor através de disjuntor motor ou relé de sobrecarga, segundo o item 2.5 da NTC-900300. Quanto à proteção das bombas contra incêndio, recomenda-se que sejam dispensados os dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito, item tal, que pode causar confusão e espanto aos projetistas que deparam-se com tal recomendação por fugir ao habitual, mas tal recomendação é também prevista na NBR-5410/2004:

“5.3.4.4 Casos em que é recomendada a omissão da proteção contra sobrecargas por razões de segurança

Recomenda-se omitir o dispositivo de proteção contra sobrecargas em circuitos que alimentem equipamentos de utilização, nos casos em que o desligamento inesperado do circuito suscitar uma situação de perigo ou, inversamente, desabilitar equipamentos indispensáveis numa situação de perigo. São exemplos de tais casos:

- a) circuitos de excitação de máquinas rotativas;
- b) circuitos de alimentação de eletroímãs para elevação de cargas;

- c) circuitos secundários de transformadores de corrente;
- d) circuitos de motores usados em serviços de segurança (bombas de incêndio, sistemas de extração de fumaça etc.).”

Unindo-se a recomendação 2.5 da NTC-900300, com o item C.1.6 da NPT 22 (2015) A automatização da bomba principal ou de reforço deve ser executada de maneira que, após a partida do motor seu desligamento seja somente manual no seu próprio painel de comando, localizado na casa de bombas. Poderá ocasionar em uma queima precoce do motor principal caso não haja a bomba Jockey, imagine o motor principal partindo devido a um pequeno vazamento, estando os hidrantes fechados, o sistema causará grande resistência a rotação da bomba aumentando a corrente elétrica no motor, que por sua vez provocará aquecimento neste em sistemas convencionais o disjuntor motor ou relé de sobrecarga desligaria para evitar danos a isolação do fios internos do motor, neste caso não havendo o motor ficaria sobreaquecido até que alguém identifica-se que este está ligado sem necessidade.

Diferentemente da bomba principal na bomba Jockey podemos ligar e desligar de maneira automática de acordo os níveis de pressão segundo o item C.1.15.2 As automatizações da bomba de pressurização Jockey para liga-la e desliga-la automaticamente e da bomba principal para somente liga-la automaticamente devem ser feitas através de pressostatos instalados conforme apresentado na figura C.2, e ligados nos painéis de comando e chaves de partida dos motores de cada bomba, conforme a NPT 22 (2015).

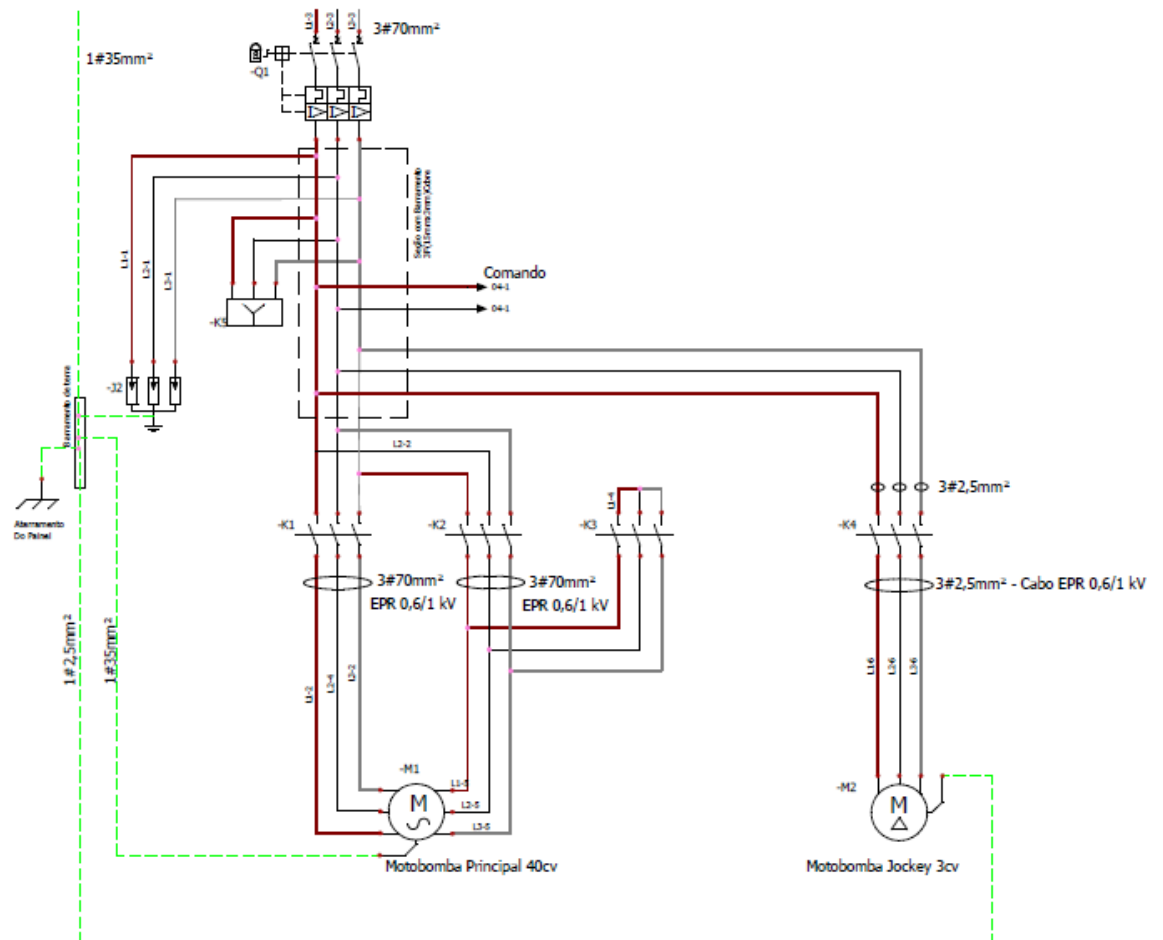


Figura 18: Vista geral do Circuito de Potência

Fonte: O Autor (2018)

Como escolha de projeto foi decidido não trazer o fio neutro do painel de proteção e medição, então os comandos apresentam-se em 220 volts que serão transformados para 24 volts através de um transformador. Sendo assim, na figura 19 pode-se visualizar uma vista total dos comandos que serão ampliados em pontos específicos para explicações detalhadas.

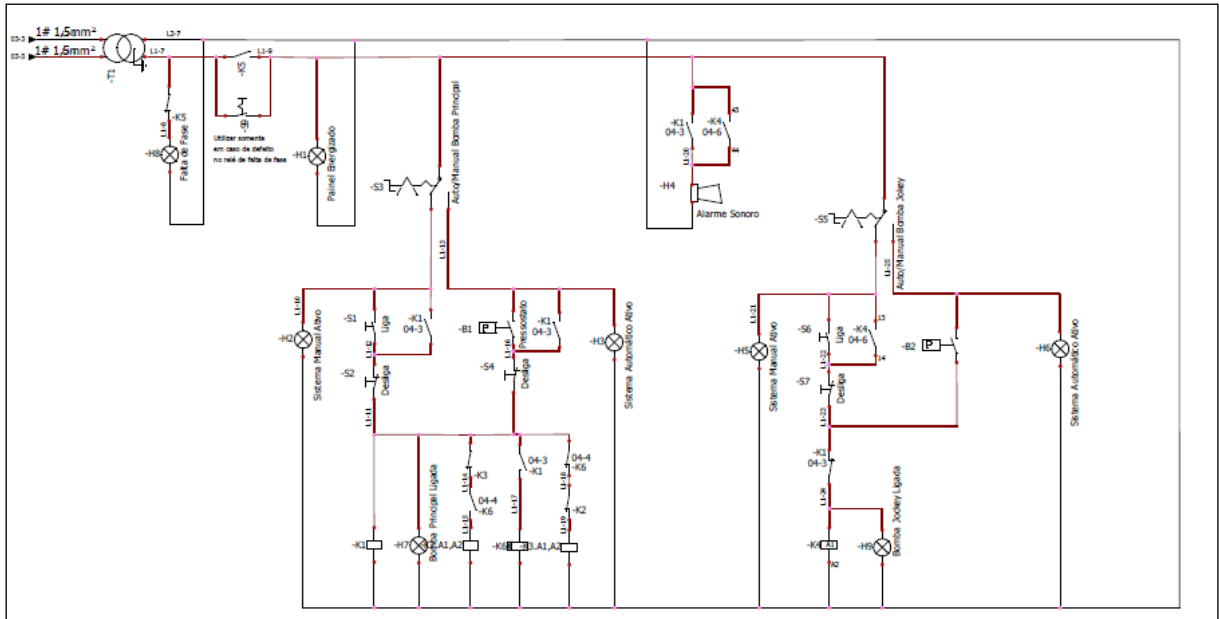


Figura 19: vista geral do diagrama de comando

Fonte: O Autor (2018)

Na figura 11 observa-se os fios destinados a alimentação do comando chegando ao transformador T1, este será responsável por reduzir a tensão elétrica para que aumente a segurança das pessoas que venham acessar os comandos na parte externa ao painel, atendendo aos requisitos da extra baixa tensão da NBR5410 – tensões menores que 50Vac ou menores que 120Vcc – Citado anteriormente o relé de falta de fase terá seus contatos em NF (normalmente fechado) e NA (normalmente aberto), caso haja falta de fase, ele indicará impedirá a energização do circuito de comando, impedindo que o acionamento dos motores sejam realizados, e acenderá o LED de sinalização H8 na face do painel elétrico. Um detalhe adicional, é o botão retentivo S9 que tem a função de *by-pass* (transpassar) o contato NA de K5, devido a falta de manutenção preventiva com o passar dos anos o relé de falta de fase poderá apresentar falha ou má regulagem sendo este um elemento eletrônico de medição comparativa – A vida útil elétrica é de 10×10^5 manobras, porém opta-se por haver uma segunda alternativa – então o botão S9 terá a função de burlar o relé em uma situação de emergência. A NPT 22 (2015) refere-se a sinalizar com relação a falta de fase, porém não sentido em sinalizar mas deixar que o motor entre em funcionamento e venha a queimar em seguida por isso este estará impedido na falta de fase. O LED H1 será energizado quando não houver falta de fase, ou seja, operação normal.

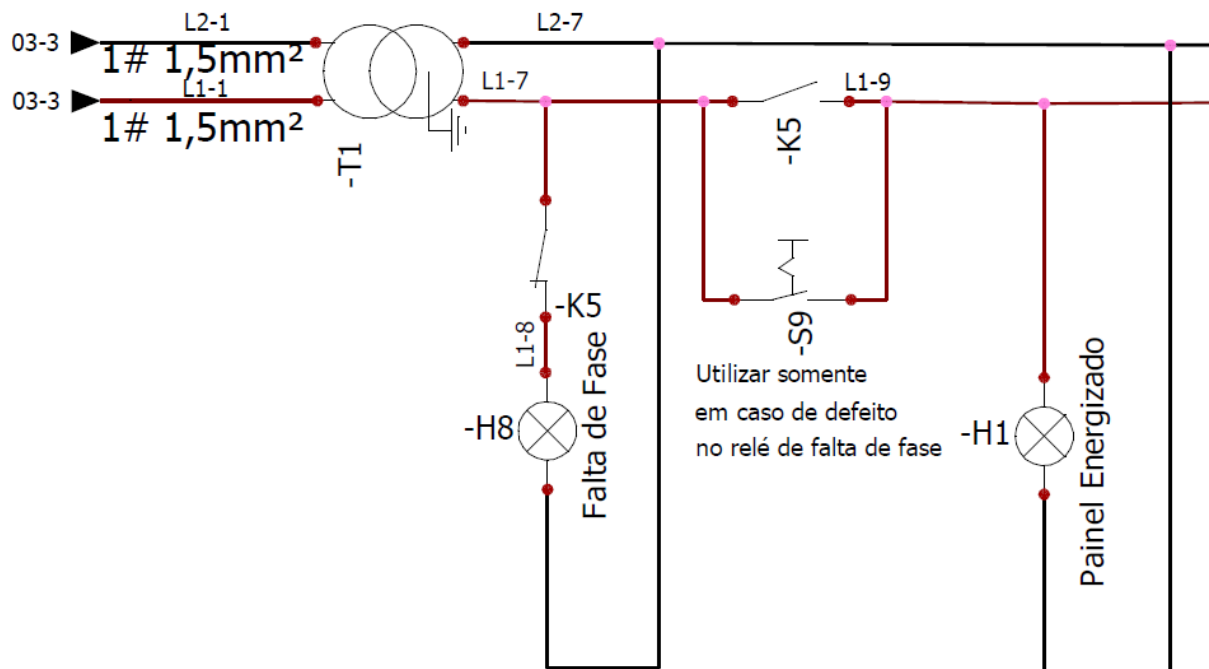


Figura 20: Alimentação da Parte de Comando

Fonte: O Autor (2018)

Referente a Figura 20, iniciando-se de cima para baixo e da esquerda para a direita, temos o elemento S3, uma chave rotativa seletora com duas posições possíveis, automático ou manual, alimentando o circuito a esquerda (manual) teremos um LED H2 indicando o modo de operação escolhido, Ao pulsar o botão S1, este energizará as bobinas dos contadores K1 e K3 que será responsáveis pela partida estrela do motor, ao mesmos tempo o contato de K1 energizará K6, um relé temporizador que a partir do momento em que for energizado acumulará 6 segundos antes que esse tenha sua bobina interna energizada, quando este evento ocorrer ele não mais permitirá que K3 seja energizado, e agora energizará a bobina K2 comutando o fechamento estrela para o triangulo, atingindo o regime pleno de conjugado do motor. Importante observar que K6 tem a função de impedir que K2 e K3 sejam energizados simultaneamente o que ocasionaria em um curto-circuito. Vida útil mecânica do relé temporizado RTW 30 x 10⁶ manobras, não foi encontrada informação sobre a vida elétrica.

Quando a chave seletora estiver posicionada na função automática está terá função muito similar ao modo manual, contudo a partida do sistema dará se por um pressostato simbolizado por B1 – também demonstrado na Figura 21 - este elemento deverá ser instalado na tubulação de água a jusante da bomba e da válvula unidirecional, ele é caracterizado por fechar um contato elétrico quando a pressão no sistema for inferior a pressão nele ajustada, ou

seja, equipara-se a função do botão liga porém é feito de forma automática com a queda de pressão no sistema, a queda de pressão ocorrerá quando houver a abertura de um hidrante ou por vazamentos indesejados no sistema, sendo a segunda a justificativa para a bomba Jockey. Quando o sistema estiver no modo automático e houver o acionamento do sistema, este só poderá ser desligado de forma manual, NPT 22 (2015), para isto existe o elemento S4, botão desliga, e um contato NA ligado a K1 para sinalizar sonoramente quando houver a partida da bomba, caso contrário esta poderia ficar acionada sem que ninguém notasse.



Figura 21: Pressostato

Fonte: DANFOS (2016)

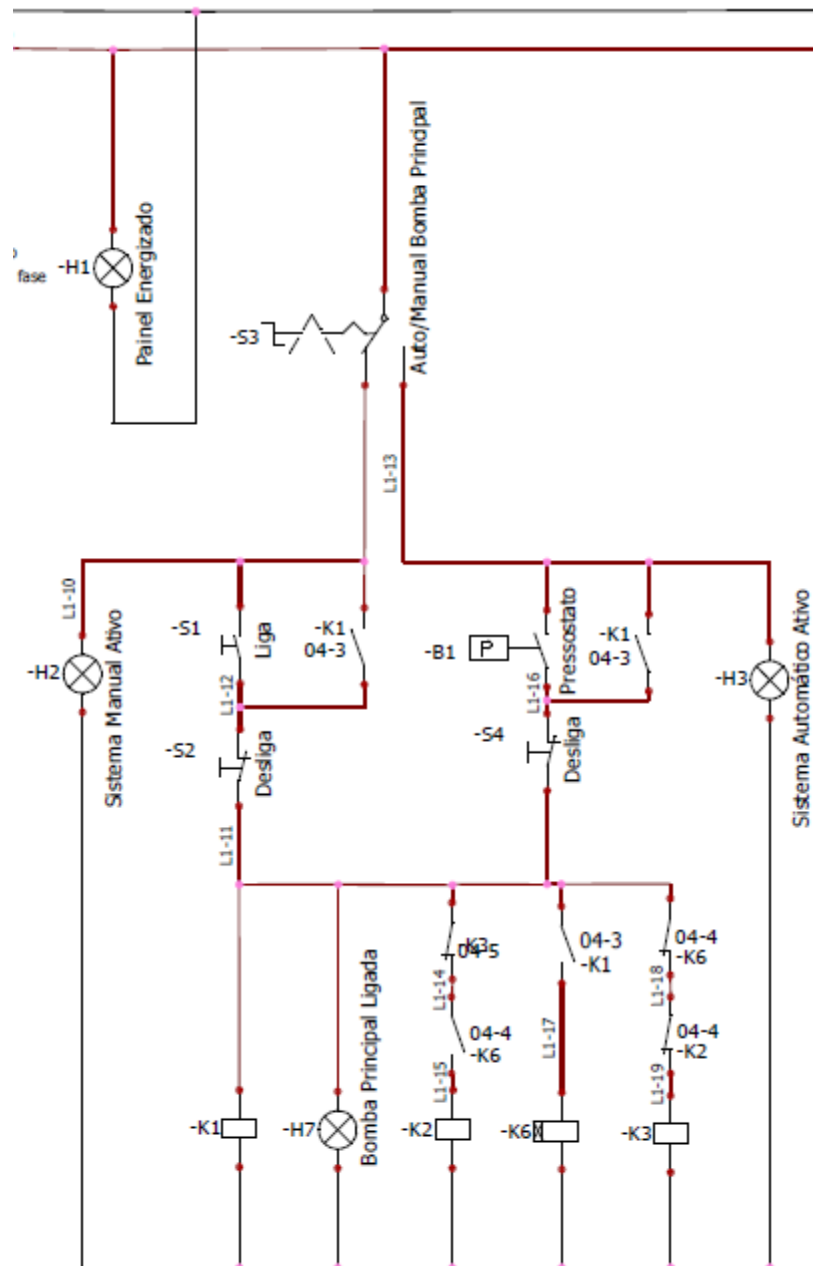


Figura 22: Acionamento da Bomba Principal

Fonte: O Autor (2018)

Pode-se observar o alarme sonoro representado por H4 na figura 23, a adição do contato NA de K4 é opção do projetista, mantendo-o este indicará o acionamento da bomba Jockey, que é um indicativo para os responsáveis pela manutenção detectarem que está havendo vazamento e perda de pressão na tubulação. O comando representando na figura 14 é muito parecido com o da bomba principal, diferencia-se que por ser uma bomba de potência menor está terá uma partida elétrica direta pelo contator K4, o modelo de pressostato aqui escolhido também se difere do anterior, este terá dois níveis de ajuste, o máximo e o mínimo,

quando houver queda de pressão o elemento B2 fecha o contato até que a pressão atinja o nível superior equivalente ao ajustado, então o contato volta a posição inicial aberto, importante observar que o nível mínimo deste pressostato deverá ser maior que o nível mínimo do pressostato da bomba principal, pois é esperado que em quedas pressão suaves sejam supridas pela bomba Jockey. Quando a queda de pressão for abrupta a bomba Jockey não conseguirá suprir a queda de pressão acionando o pressostato da bomba principal que através do contato K1 desligará a bomba Jockey para que não funcionem em simultaneidade.

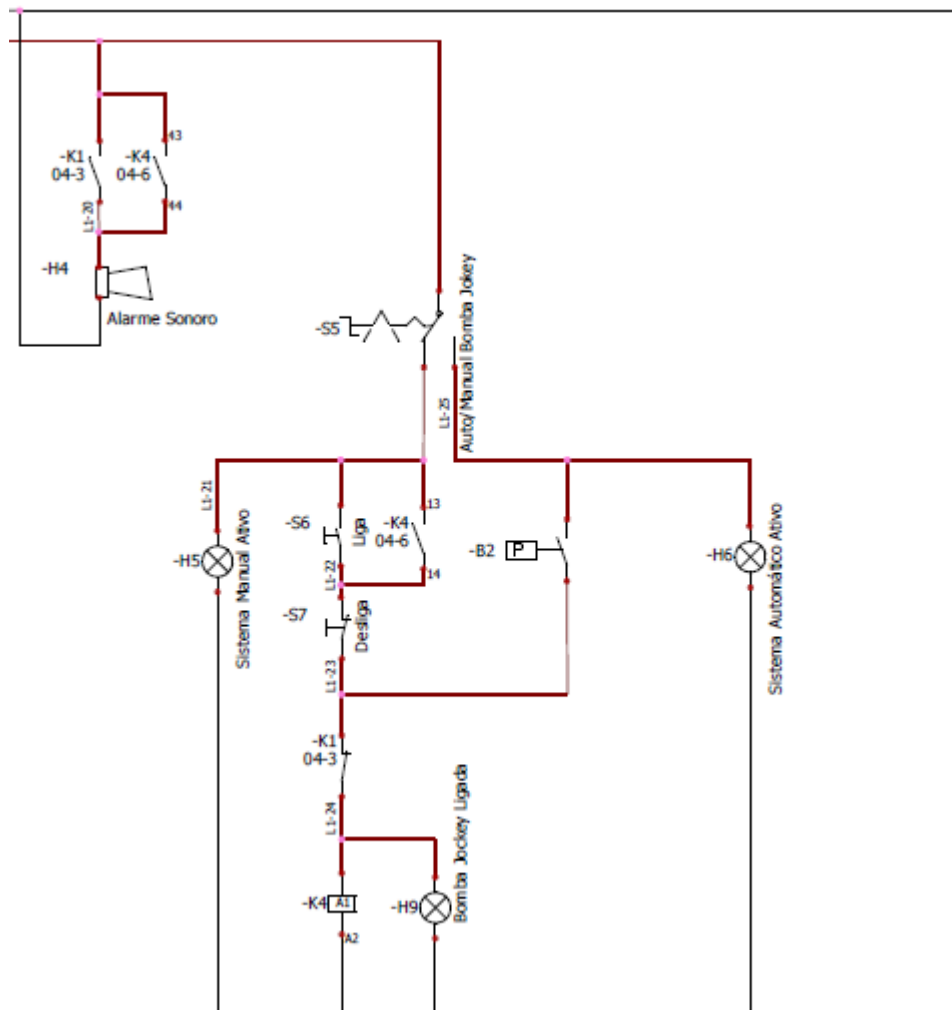


Figura 23: Acionamento Bomba Jockey

Fonte: O Autor (2018)

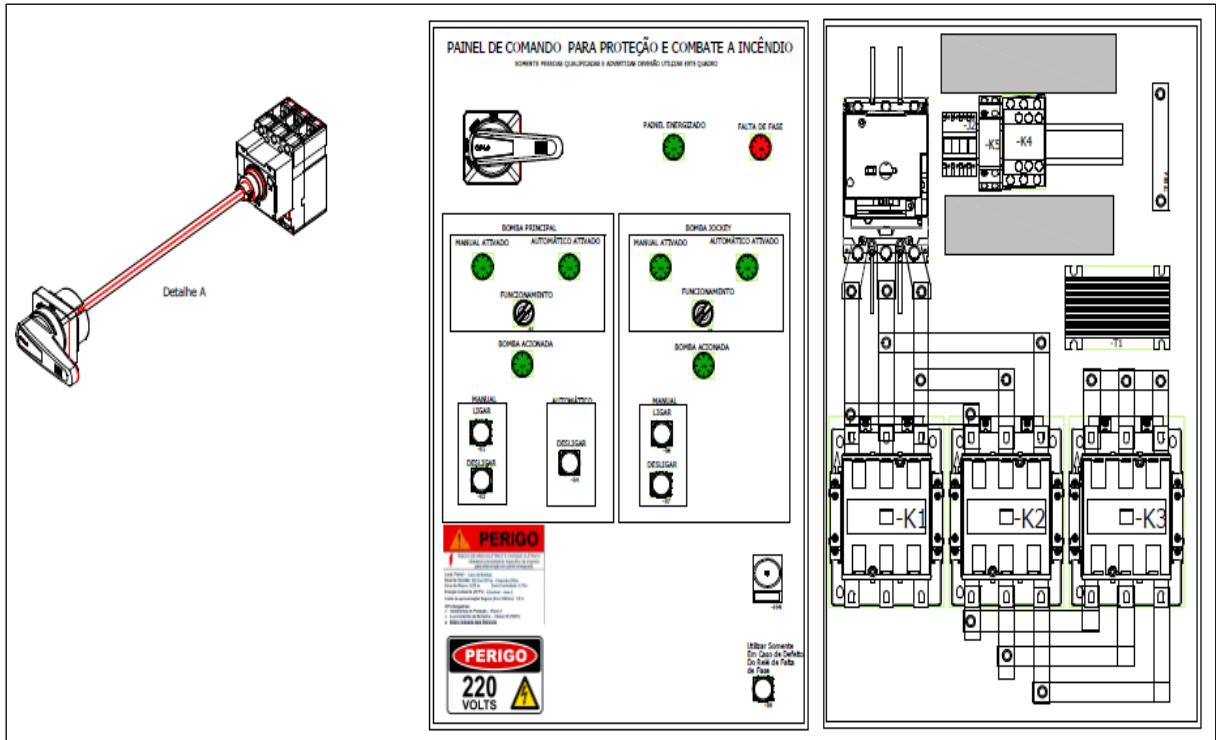


Figura 24: Detalhes para montagem do Painel – vista geral

Fonte: O Autor (2018)

Para finalizar o projeto, tem-se na Figura 24 a representação do posicionamento dos materiais empregados e de detalhes a serem seguidos na hora da montagem do painel elétrico, para melhor visualização na Figura 25 possui a visualização do interior do painel, sendo indicado o posicionamento dos elementos, na Figura 26 tem-se a visualização da tampa ou porta do painel elétrico, onde existem detalhes importantes a serem seguidos, por exemplo, a nomenclatura do tipo de aplicação ao qual o painel elétrico se destina: Painel de comando para proteção e combate a incêndio e advertências quanto ao uso: “Somente pessoas advertidas e qualificadas deverão utilizar este quadro” e também a mensagem “Alimentação da Bomba de Incêndio – Não desligue” sobre a seccionadora geral. Além disso a identificação e sinalização dos comandos é feita individualmente sobre cada elemento conforme o item C.1.16.1 Bomba elétrica, subitem do item C1.16 referente a sinalização do painel elétrico. Há ainda uma advertência no canto inferior esquerdo do quadro, referente a maior tensão elétrica empregada no quadro e outra advertência referindo-se ao risco de choque elétrico e manutenção apenas por pessoas habilitadas portando os EPI’s adequados caso haja a necessidade de abrir o painel estando este energizado (trabalho com linha viva). A última página do projeto, Figura 27 é destinada a mostrar a referência dos materiais utilizados, para

que em uma manutenção, estes sejam facilmente repostos ou substituídos por peças equivalentes.

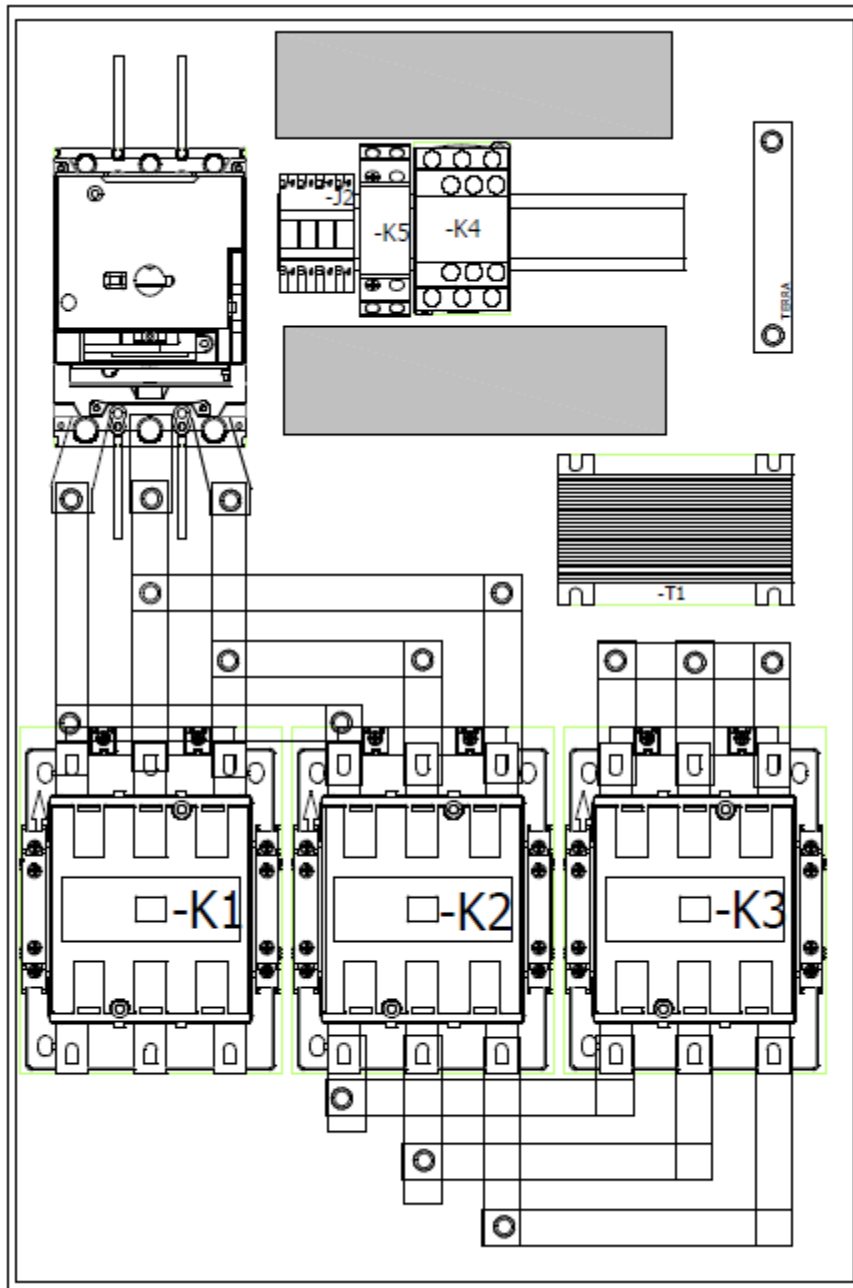


Figura 25: Detalhes da montagem do interior do painel ampliado

Fonte: O Autor (2018)

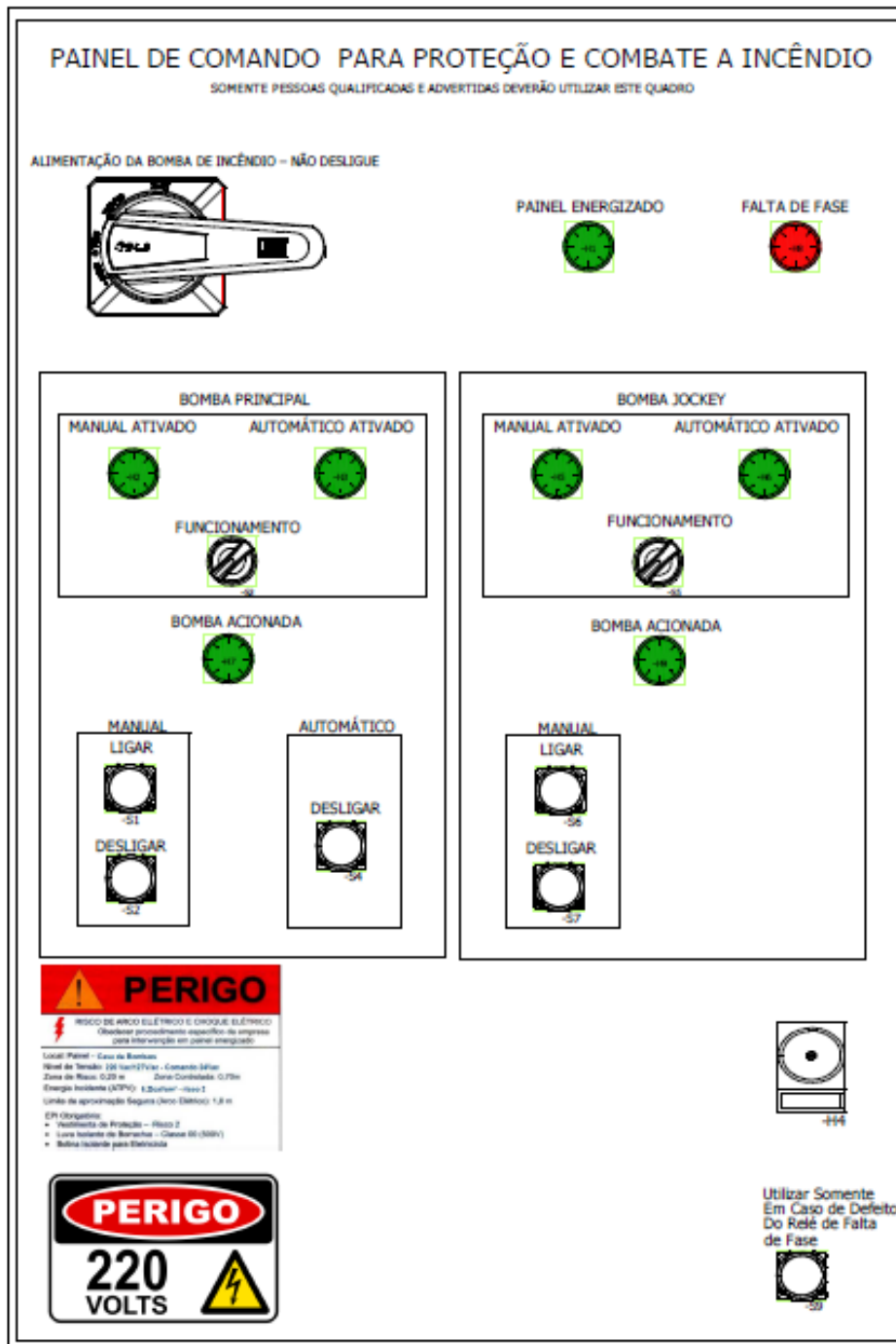


Figura 26: Detalhes da montagem da tampa do painel ampliada

Fonte: O Autor (2018)

FINDER				
Referência	Tag	Descrição do item	Quantidade	Fabricante
DPS - prevenção contra surto	=F1+L1-32		1	FINDER
GENÉRICO				
Referência	Tag	Descrição do item	Quantidade	Fabricante
Alarme Sonoro porta de panel	=F1+L1-HH		1	GENÉRICO
Transformador 150Va	=F1+L1-T1		1	GENÉRICO
Legrand				
Referência	Tag	Descrição do item	Quantidade	Fabricante
009213	=L1		2	Legrand
035223	=L1		4	Legrand
Schneider Electric				
Referência	Tag	Descrição do item	Quantidade	Fabricante
AK2CD6050	=L1		6	Schneider Electric
WEG				
Referência	Tag	Descrição do item	Quantidade	Fabricante
ACW160	=F1+L1-Q1	Disjuntor de caixa molhada	1	WEG
BOTÃO DE PULSAR 22MM facado preto	=F1+L1-S1 , =F1+L1-S2 , =F1+L1-S4 , =F1+L1-S6 , =F1+L1-S7 , =F1+L1-S9		6	WEG
Chave Seletora retentiva 22mm	=F1+L1-S3 , =F1+L1-S5		2	WEG
CWM 150	=F1+L1-K1 , =F1+L1-K2 , =F1+L1-K3		4	WEG
CWMS25-22-30 24vac	=F1+L1-K4		1	WEG
Relé de Falta de Fase RFW-FF	=F1+L1-K5		1	WEG
Sinaleira LED Verde	=F1+L1-H1 , =F1+L1-H2 , =F1+L1-H3 , =F1+L1-H5 , =F1+L1-H6 , =F1+L1-H7 , =F1+L1-H9		7	WEG
Sinalização 22mm LED Vermelha	=F1+L1-H8		1	WEG

Figura 27: Lista de materiais empregados

Fonte: O Autor (2018)

3.3 Caracterização das empresas

As empresas foram escolhidas aleatoriamente, e as características importantes destes estabelecimentos, para a realização da pesquisa, são apresentadas a seguir:

- A. Estabelecimento Alpha é caracterizada como empresa de grande porte, com alta carga incendiária devido ao armazenamento de diferentes tipos de cargas. Possui sistema de Sprinkler para combate a incêndio;
- B. Estabelecimento Beta é caracterizada como empresa de grande porte, com alta carga incendiária devido ao armazenamento de diferentes tipos de cargas. Possui sistema de hidrantes, com bombas, para combate a incêndio;
- C. Estabelecimento Charlie é uma edificação de pequeno porte. Com carga de incêndio igual à 300MJ/m². A unidade é alimentada e medida em baixa tensão. O sistema de combate a incêndio é por hidrantes e alimentados por motobomba de 10cv;
- D. Estabelecimento Delta trata-se de uma pequena empresa do ramo alimentício, classificada na divisão I-2 1000MJ/m². A medição e alimentação de energia elétrica é feita por baixa tensão. O sistema de combate a incêndio por hidrantes é alimentado por uma motobomba de 10 cv;

- E. Estabelecimento Eco é uma empresa de médio porte da indústria de Metalmeccânica, com 200MJ/m² com carga de incêndio. A empresa é alimentada em tensão primária e possui sistema de hidrantes, para combate a incêndio, com bombas de 10 cv;
- F. Estabelecimento Foxtrot é uma instituição de ensino, classificação como risco leve, com entrada de energia elétrica de alta tensão, e o sistema de combate a incêndio é através de hidrantes, por uma motobomba de 5cv.

3.4 Questionário aplicado nas empresas

Os questionários aplicados nas empresas constam de nove itens e é apresentado no quadro 01. As empresas que estiver em conformidade com a proposta deste trabalho, alcançará 425 pontos e suas instalações de combate a incêndio podem ser classificadas como confiáveis.

Questões	Pontos	Empresas					
		Alpha	Beta	Charlie	Delta	Eco	Foxtrot
1. Atendimento da NTC 900300	50						
2.Tipo de Acionamento da partida:							
2.1. Manual (botoeiras)	20						
2.2. Pressostato	40						
2.3. Fluxostato	30						
3. Possui bomba Jockey	35						
4. Sistema de Partida está de acordo com a norma NPT22 e NTC900300	50						
5. O sistema possui elementos adicionais de segurança: DPS, Relé de Falta e sequência de Fase	35						
6. O Painel elétrico possui Projeto e responsável técnico	70						
7. O Painel elétrico possui identificação e organização nos fios e condutores	25						
8. O Painel elétrico possui	30						

Sinalização como pede a NPT22							
9. O Sistema possui redundância em caso de falha?							
9.1. Motor elétrico	25						
9.2. Motor a combustão	45						
9.3. Redundância na partida	20						
Total	380						

Quadro 1 - Questionário aplicados nas obras

Fonte: O Autor (2018)

Com base nas falhas mais comuns, em desarmonia com as normas técnicas e possíveis causas de falhas foi estabelecido um questionário onde cada pergunta apresentará uma pontuação arbitrária e analógica onde o valor indicado em parêntese representa 100% da condição atendida. São estas:

- Conforme a caracterização do estabelecimento pelo seu fornecimento elétrico, este está de acordo com a NTC 900300.
- O Tipo de acionamento da partida encontra-se em acordo com aquilo que pede a norma, (a pontuação destes questionamentos não é acumulativa):
 - A. Manual (20Pts); A partida manual receberá uma pontuação menor pois devido a fiação percorrer longas distâncias, suscetível a falha por danos aos fios.
 - B. Pressostato (40Pts); Este Método, tem pontuação maior pois está próximo ao painel elétrico e dificilmente apresenta falhas.
 - C. Fluxostato (30Pts). Este Método, tem pontuação intermediária pois geralmente encontra-se afastado do painel elétrico e exige, suscetível a falha por danos aos fios.
- Possui bomba Jockey (35Pts). Foi considerado que para em uma eventual despressurização não relacionada a incêndio, o sistema a bomba Jockey é acionada para evitar que a bomba principal realize esforço desnecessário aumentando sua vida útil.
- Sistema de Partida está de acordo com a norma (50Pts). A norma técnica dos bombeiros enfatiza a partida do motor de maneira eletromecânica, possivelmente por estar desatualizada, normas mais recentes como a NFPA 20 de 2010, já citam as partidas eletrônicas, entretanto por estas serem mais suscetíveis a falharem por picos de tensão causados por manobras da rede ou descargas atmosféricas, os sistemas que possuem partidas eletrônicas terão valor menor (40Pts). Para todas as partidas, vale o critério de

avaliar se o sistema está calculado robustamente de acordo com a tabela de condutores da NTC900300, fazendo-se o desconto de pontos quando não atende a NTC900300, mas atende a tabela de condutores da NBR5410, sendo assim os itens avaliados receberão (25pontos).

- O sistema possui elementos adicionais de segurança: DPS, Relé de Falta e sequência de Fase. (35Pts). Elementos importantes que protegem sistemas eletrônicos e queima do motor.
- O Painel elétrico possui Projeto e responsável técnico (70Pts). Item extremamente importante, visto que o fato de haver um projeto e um responsável pressupõe-se que houve um estudo e uma cautela na atividade.
- O Painel elétrico possui identificação e organização no fios e condutores(25Pts). Através da identificação de condutores e da organização é passível de haver menor probabilidade de erros em manutenções preventivas e/ou corretivas.
- O Painel elétrico possui Sinalização como pede a NPT22(30Pts). As identificações luminosas e se sonoras ajudam a prevenir erros de operação e indicam falhas mais rapidamente a leigos, as identificações por escrita e pictograma nos quadros elétricos ajudam a proteger os indivíduos no local e a correta operação do sistema. Para cada dos seguintes itens que o painel possuir será atribuído 5 pontos, são eles: identificação luminosa de painel energizado, identificação luminosa do comando respectivamente ativo, Identificação sonora de bomba ligada, advertência quanto aos riscos elétricos (pictograma mais escrita), advertência quanto ao uso dos comandos, identificação por escrito dos elementos de comando.
- O Sistema possui redundância em caso de falha (60Pts). A estes sistemas foram denominadas notas diferentes de acordo com a importância de cada elemento, sendo o valor destes serem somados em caso de haver ambiguidade. São eles:
 - A. Motor elétrico (25Pts). A este foi dado uma menor nota pois em caso de falta de energia elétrica a redundância (a pontuação destes questionamentos é acumulativa).
 - B. Combustão (45Pts). Mantem-se operante em uma falta de eletricidade.
 - C. Redundância na partida (20Pts). Previne que em caso de um componente elétrico/eletrônico defeituoso haja uma segunda opção de partida para a mesmo motobomba em questão.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este trabalho destinou-se a demonstrar de forma sistemática os procedimentos sequências e metódicos para a confecção de um projeto de partida e comando da bomba de combate a incêndio, o assunto sobre instalações elétricas destinados ao sistema de prevenção e combate a incêndio, é extenso, tanto referindo-se as diversas situações em que são empregadas as bombas, locais as quais se destinam e sua caracterização referente a norma técnica dos bombeiros, concessionária de energia elétrica e outras normas que possam ser acrescidas precauções devido a caracterização do ambiente em que é empregada, como indústrias petrolíferas, alimentícias ou de mineração.

Com base no questionário levantado e na pontuação atribuída a cada item foi elaborado uma tabela para determinar qual das instalações vistoriadas atingiu maior grau de confiabilidade.

Questões	Pontos	Empresas					
		Alpha	Beta	Charlie	Delta	Eco	Foxtrot
1. Atendimento da NTC 900300	50	10	10	50	0	0	0
2. Tipo de Acionamento da partida:							
2.1. Manual (botões)	20	-	-	20	20	20	20
2.2. Pressostato	40	-	40	-	-	-	-
2.3. Fluxostato	30	30	-	-	-	-	-
(*Não é possível o somatório)							
3. Possui bomba Jockey	35	35	35	0	0	0	0
4. Sistema de Partida está de acordo com a norma NPT22 e NTC900300	50	40	40	25	25	25	25
5. O sistema possui elementos adicionais de segurança: DPS, Relé de Falta e sequência de Fase	35	35	35	0	0	0	0
6. O Painel elétrico possui Projeto e responsável técnico	70	35	35	0	0	10	0

7. O Pannel elétrico possui identificação e organização nos fios e condutores	25	25	25	10	25	5	0
8. O Pannel elétrico possui Sinalização como pede a NPT22	30	10	5	10	25	5	10
9. O Sistema possui redundância em caso de falha?							
9.1. Motor elétrico	25	25	25	-	-	-	-
9.2. Motor a combustão	45	-	-	-	-	45	-
9.3. Redundância na partida (*É possível o somatório)	20	-	-	-	-	-	-
Total	425	245	250	115	95	110	55

Quadro 2 - Resultado do questionário aplicados nas obras

Fonte: O Autor (2018)

Com base nos critérios adotados, e a pontuação atingida por cada estabelecimento, é observável no Quadro 2 que FoxTrot ficou com a menor pontuação, sendo assim, a menos confiável, e opostamente Alpha obteve a maior pontuação, contendo a menor probabilidade de falha do sistema quando requisitado.

Na primeira questão avaliada, NTC900300, a empresa Alpha e Beta apesar de possuírem suas instalações de acordo com o requisito da norma no que diz respeito ao item 4.1.2) Instalações com limitação de corrente secundária superior à 200A, foram penalizadas em sua pontuação devido a uma outra falha, o descumprimento do item 2.5. Quanto à proteção das bombas contra incêndio, recomenda-se que sejam dispensados os dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito. Desta mesma norma. Na figura 28 e 29 é observável que foram instalados fusíveis, que são elementos de proteção contra curto-circuito e/ou sobrecarga térmica para os motores, foi considerado uma penalização maior nos pontos destas empresas pois em uma eventual falha e/ou proteção por parte dos fusíveis este serão danificados no ato, a empresa não possui estes elementos em estoque e nem manutenção qualificada para fazer a substituição do item com rapidez, sendo assim este item poderá estar danificado e não detectável, além de ter uma demorada rotina pra reposição, o que não acontece por exemplo no caso de um disjuntor. Charlie, figura 30, possui somente o disjuntor de limitação e está de acordo com os itens 3.1 e 2.6 da NTC90300. Na Figura 31 temos o

painel elétrico de Delta que possui a alimentação do quadro a jusante do disjuntor geral da instalação e possui relé térmico o que limita a corrente de saída do motor, caso este elemento esteja mal calibrado/ajustado poderá ficar desarmando o motor por sobreaquecimento, para solucionar o problema demandará de um profissional qualificado por perto, por tanto também não obteve pontuação. Eco e Foxtot, figura 32 e 33 repetem o caso de Delta.

Na questão 2, referente aos tipos de acionamentos, não houveram arbitrariedades, somente foram observados a disposição dos itens e suas condições de instalação.



Figura 28: Painel elétrico - Empresa Alpha

Fonte: O Autor (2018)

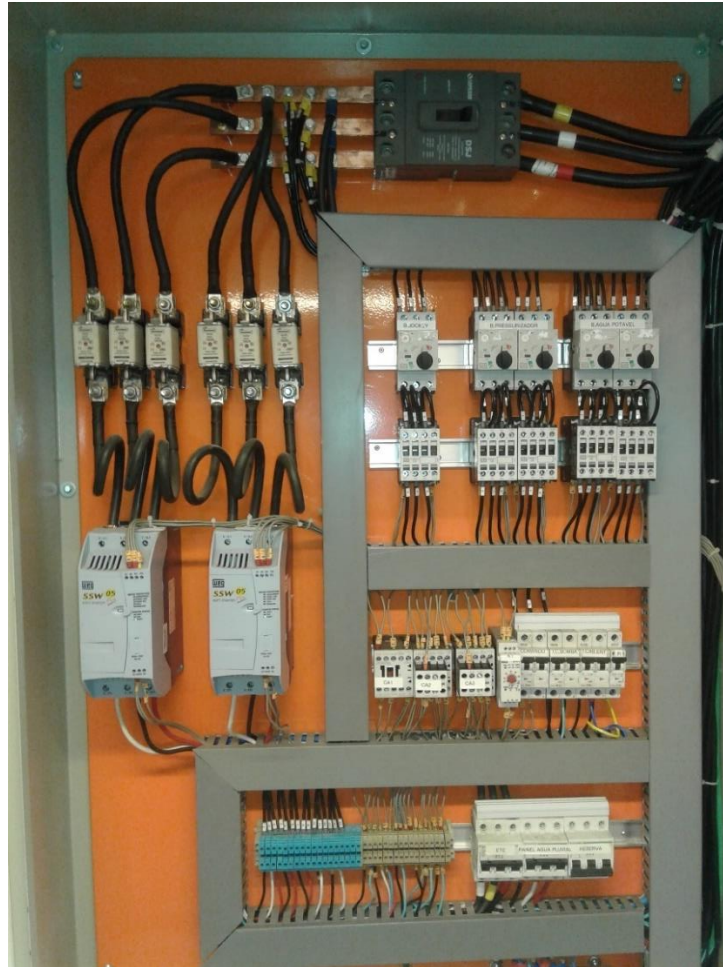


Figura 29: Painel Elétrico - Empresa Beta

Fonte: O Autor (2018)

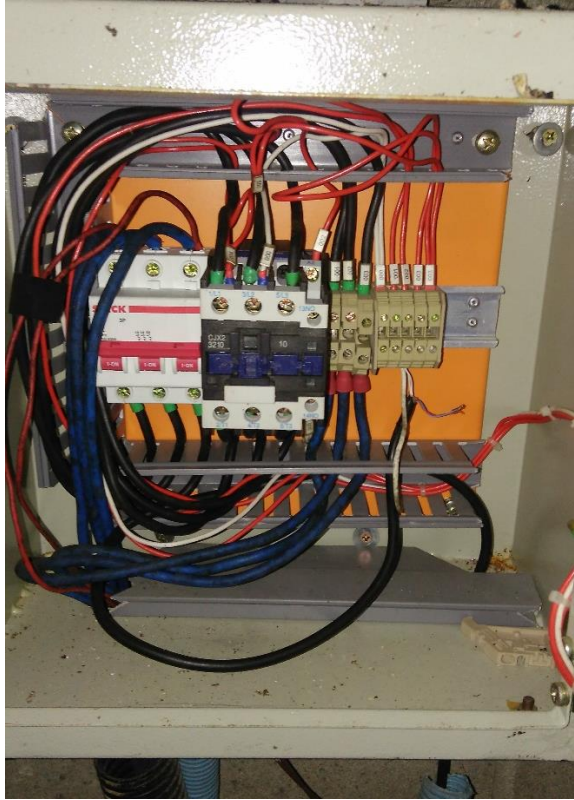


Figura 30: Pannel Elétrico - Empresa Charlie

Fonte: O Autor (2018)

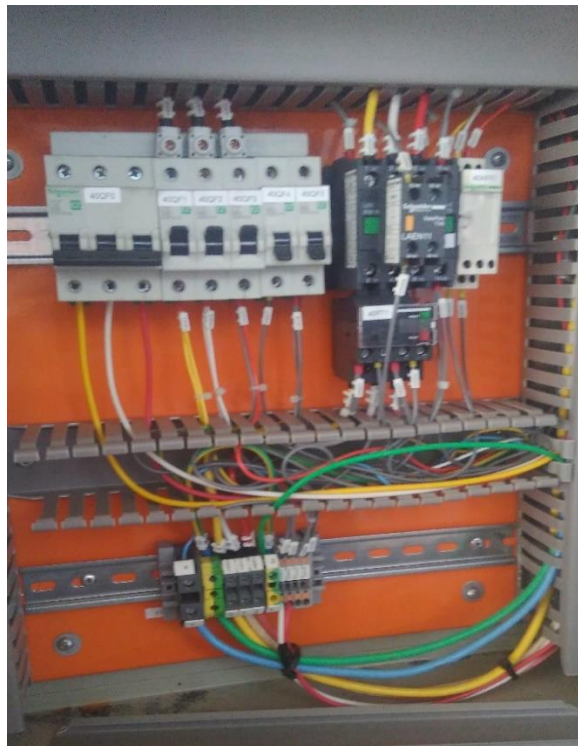


Figura 31: Pannel Elétrico - Empresa Delta

Fonte: O Autor (2018)



Figura 32: Pannel Elétrico - Empresa Eco

Fonte: O Autor (2018)



Figura 33: Pannel Elétrico - Empresa Foxtrot

Fonte: O Autor (2018)

Na questão 3, foram avaliados quais sistemas dispunham da bomba Jockey com finalidade de preservar a utilização da bomba principal, como resultado foi observado que somente o sistema alpha e beta, figura 34 e 35, possuem a bomba. Os demais sistemas observados nas Figura 36, 37, 38 e 39 não dispunham. A questão 4, avaliou os sistemas com relação a partida elétrica de seus motores, os sistemas alpha e beta possuem partida eletrônica, portanto não estão de acordo com o item da NPT 22 (2015), C.2.17.1 O sistema de partida deve ser do tipo magnético. Porém encontra-se dimensionados corretamente, é ressaltado que a partida eletrônica não está incorreta, somente em desacordo com a norma, esta partida exige algumas precauções adicionais pois são sensíveis a danos por falta de aterramento e/ou descargas atmosféricas. Os outros sistemas receberam 25 pontos, pois apresentavam partida direta (magnética) para motores inferiores a 30 cv como prevê a norma da Copel, porém, os condutores não encontra-se de acordo com a tabela da NTC900300 que prevê robustez no dimensionamento, não é induzível dizer que esteja errado o dimensionamento ou em situação de risco, o provável é que foram dimensionados seguindo critérios de outra norma, a NBR5410, que prevê outro tipo de cálculo de menor robustez.

Na questão 5 foram avaliados quais sistemas possuíam o dispositivo de proteção contra surtos elétricos e o relé de sequência e falta de fase, que previne que o motor gire no sentido oposto e não possa operar caso falte uma ou duas fases, nesta questão somente a empresa alpha e beta possuíam tais dispositivos.



Figura 34: Vista geral - Alpha

Fonte: O Autor (2018)



Figura 35: Vista geral – Beta

Fonte: O Autor (2018)



Figura 36: Vista geral – Charlie

Fonte: O Autor (2018)

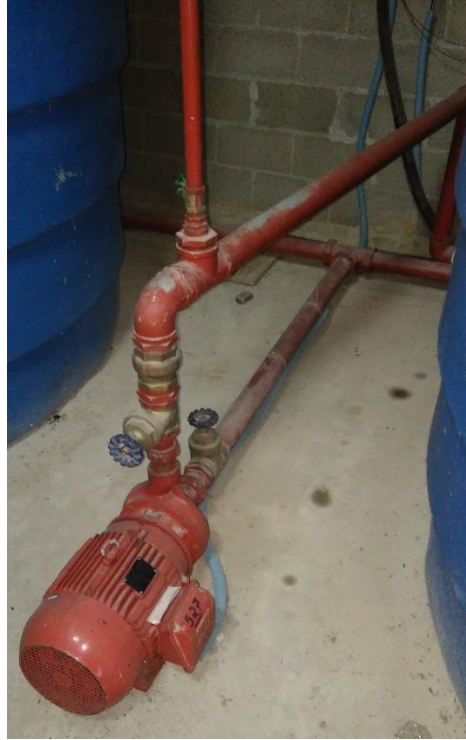


Figura 37: Vista geral – Delta

Fonte: O Autor (2018)



Figura 38: Vista geral - Eco

Fonte: O Autor (2018)



Figura 39: Vista geral – Foxtrot

Fonte: O Autor (2018)

Na questão 6 foram avaliados se há projeto e responsável técnico. As localidades alpha e beta possuíam responsável técnico, porém não foi observado a existência de projeto junto ao painel do equipamento, dificultando as manutenções do quadro elétrico por tanto, estas duas receberam 35 pontos neste quesito. A empresa Eco recebeu apenas 10 pontos por possuir um esboço do diagrama elétrico junto ao quadro, não foi possível considerar tal esboço como sendo um projeto, por este motivo não recebeu a totalidade de 35 pontos, e também não possuía um responsável técnico pelo painel elétrico o que não lhe deu direito a outra parcela de 35 pontos. As demais empresas não possuíam projeto e nem responsável técnico.

Na questão seguinte, 7 foi avaliado o zelo pelo quadro elétrico sua organização e identificação dos condutores, como é requisitado na NBR5410 e na NR10, neste item alpha, beta e delta – Figuras 28, 29 e 31 - receberam notas máximas por possuírem painéis organizados e identificados, dos demais painéis foram descontadas notas pela ausência da organização e identificação dos condutores, emendas e/ou fios desconectados.

A questão 8 avaliou a sinalização do quadro conforme a exigência da NPT 22 (2015), a norma prevê sinalizações por escrita advertindo o operador do sistema quanto aos comandos empregados e os riscos, assim como a sinalização sonora e luminosa. A porta do painel de Alpha, figura 40, está bem organizada, os comandos estão identificados por escrito, porém faltou a sinalização visual luminosa dos comandos ativos, a sinalização sonora e a advertência quanto aos riscos elétricos para o operador, o mesmo resultado foi observado em Beta – Figura 41, porém não contém advertência com relação a utilização correta dos comandos. Charlie, figura 43, apresentou dois itens de sinalização, identificação dos comandos por escrito e iluminação de comando ativo. Eco, figura 44, apenas escrita dos comandos e Foxtrot,

figura 45, iluminação de painel energizado e comando ativo. O melhor resultado da questão 8 ficou com Delta, figura 43, que apresentou todos os elementos com exceção da advertência do uso dos comandos.

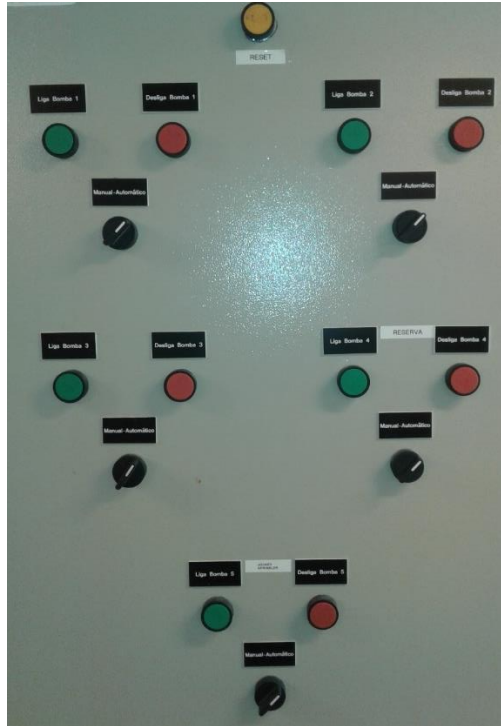


Figura 40: Porta do Painel Elétrico - Alpha

Fonte: O Autor (2018)



Figura 41: Porta do Painel Elétrico – Beta
Fonte: O Autor (2018)



Figura 42: Porta do Painel Elétrico – Charlie
Fonte: O Autor (2018)



Figura 43: Porta do Painel Elétrico – Delta
Fonte: O Autor (2018)



Figura 44: Porta do Painel Elétrico – Eco
Fonte: O Autor (2018)



Figura 45: Porta do Painel Elétrico – Foxtrot

Fonte: O Autor (2018)

A última questão elaborada avaliou os projetos com relação a redundância do sistema em caso de falha do motor principal, Alpha e Beta possuem sistemas de redundância por motor elétrico, a este quesito foi atribuído uma menor nota, pois em caso de falta de eletricidade este ainda ficará inoperante. Apenas Eco, possui um sistema de redundância por motobomba a diesel, as demais instalações não possuem redundância. Não foi encontrada nenhuma instalação que possui uma redundância nos comandos elétricos.

5 CONCLUSÕES

O trabalho trouxe aspectos técnicos destinando-se a atender a classe de indivíduos que venham a necessitar de uma fonte de referência e informação para elaboração de um projeto com confiança que este estará operante quando for requisitado. A falta de informação e conhecimento de normas, como observado nos sistemas avaliados, tem levado a equívocos nas instalações elétricas destinadas a partida de bombas elétricas, aumentando a probabilidade de que estas não estejam operantes quando requisitadas ou que pequenos erros de operação possam prejudicar o funcionamento do sistema de combate a incêndio. Para ajudar o profissional a avaliar os painéis elétricos já instalados foi realizado um questionário que é útil na identificação de possíveis problemas.

Simple medidas como a identificação luminosa e por escrita dos comandos podem ser a diferença entre a rápida visualização de um problema, e/ou evitar que haja um erro de operação. A utilização de um disjuntor ao invés de fusíveis poderá ser a diferença entre a rápida recuperação de um problema elétrico e uma demorada. A observação do trajeto em que a alimentação para o quadro de combate a incêndio faz, deve-se prever que estes cabos não passem por possíveis locais onde poderá haver fogo durante um incêndio, tornando o sistema inoperante, e ainda prever, que a alimentação geral da unidade será desligada para evitar risco de eletrocussão para os bombeiros, por isso a importância de seguir a NTC900300.

O assunto aqui abordado é extenso e não pode ser totalmente explorado, existem diversos tipos de instalações de entrada de serviço, diversos locais de instalação do quadro elétrico, e ainda maneiras eletrônicas de monitorar os acionamentos e programar a manutenção. Referente a requisição da NPT 22 (2015) por utilização de partida de motores através de dispositivos eletromecânicos, caso o projetista opte por uma partida eletrônica, este poderá buscar referência normativa na NFPA20, e/ou ainda utilizar um método híbrido de partida, mantendo a partida eletrônica como primária e uma eletromecânica como secundária em caso de falha da primeira.

O trabalho não fez menção aos sistemas de alarme de incêndio e pânico, mas também há muitas irregularidades nestes sistemas, pois muitas vezes realizados por profissionais sem habilitação e qualificação para o serviço.

Com referência ao assunto instalações elétricas voltadas a combate a incêndio ainda há outros elementos a serem discutidos, como as instalações de alarme e pânico o qual poderá ser fonte de pesquisas futuras, pois devido à falta de especificações vinculadas ao projeto de

combate a incêndio apresentado na vistoria dos bombeiros, muitas vezes os alarmes são instalados sem qualquer critério ou instalados por profissionais sem qualquer qualificação ou habilitação, sem que haja um reponsabilidade sobre uma possível falha futura do sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 209 p.

BRASIL, Alex N.. **BOMBAS - CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO**. 2010. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LOQ4015/capitulo3_bombasclassificacaoedescricao.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.

BOMBAS, Schineider. **Prevenção Contra Incêndio**. Disponível em: <<http://www.schneider.ind.br/produtos/motobombas-de-superficie/large/prevencao-contra-incendio/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

COPEL; PEDROSO, Hemerson Luiz Barbosa. **FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO**. Curitiba: Scd/dmed, /2016. 125 p. (NTC 901100). Disponível em: <[https://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcarquivos.nsf/4F0C269A3EBCF33B03257F800070D966/\\$FILE/NTC 901100 Fornecimento em Tensão Secundária.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcarquivos.nsf/4F0C269A3EBCF33B03257F800070D966/$FILE/NTC%20901100%20Fornecimento%20em%20Tens%C3%A3o%20Secund%C3%A1ria.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2018.

COPEL (Paraná). Sed/dngo (Org.). **INSTALAÇÕES PARA COMBATE A INCÊNDIO**. Curitiba, /2010. (NTC 900300). Disponível em: <[https://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcArquivos.nsf/.../\\$FILE/900300.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/normas/ntcArquivos.nsf/.../$FILE/900300.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2018.

DANFOSS A/S (AC-MCI/JMN). **Pressostatos de ar e água CS**. Osasco, 2016. 8 p. (IC.PD.P10.H4.28). Disponível em: <<http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/04/IC.PD.P10.H4.28.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

DRANKA, Géremi Gilson. **ANÁLISE DE OSCILAÇÕES DE TENSÃO DEVIDO À PARTIDA DE MOTORES ELÉTRICOS DE GRANDE PORTE EM REDES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS COM MULTIALIMENTADORES**. 2012. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Utfpr, Pato Branco, 2012. Cap. 22.

FRANCHINI, Claiton Moro. **Acionamentos Elétricos**. 4. Ed. São Paulo: Érica, 2008. 250p

GERMEK EQUIPAMENTOS. **Motobombas a Diesel de Combate a Incêndio**. Disponível em: <<http://www.germek.com.br/combate-a-incendio/motobombas-a-diesel-de-combate-a-incendio/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GONÇALVES, Matheus Donadio. **RE-DIMENSIONAMENTO DE UMA BOMBA CENTRÍFUGA PARA O SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA PLANTA INDUSTRIAL**. 2014. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Ufrj, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009748.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 666 p.

NPT 22, Corpo de Bombeiros. **Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Curitiba: Bm/7, 2015. 33 p. (3). Disponível em: <http://www.bombeiros.pr.gov.br/arquivos/File/CSCIP2015/NPT_022.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2018.

PEREIRA, Áderson Guimarães; ARAUJO JUNIOR, Carlos Fernando de. **ABORDAGEM DIDÁTICA DE HIDRÁULICA APLICADA AO DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE HIDRANTE**. 2010. Disponível em: <<http://revistatema.facisa.edu.br/index.php/revistatema/article/download/42/pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

PETRUZELA, Frank D. **MOTORES ELÉTRICOS: E ACIONAMENTOS**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 498 p.

TESLA (Chapéco/sc). **CHAVE DE FLUXO TIPO PALHETA - FLUXOSTATO**. 2010. Disponível em: <<http://teslacomercial.com.br/index.php/produtos/diversos/chave-de-fluxo-tipo-palheta-fluxostato>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

WEG. **W22 Bomba Monobloco JM IR2 50 cv 2P 200L 3F 220/380 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D**: Código WEG: 11570352. 2018. Disponível em: <<http://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-Elétricos/Trifásico---Baixa-Tensão/Bombas/Bomba-Monobloco/W22-Bomba-Monobloco-JM-IR2/W22-Bomba-Monobloco-JM-IR2-50-cv-2P-200L-3F-220-380-V-60-Hz-IC411---TFVE---B34D/p/11570352>>. Acesso em: 28 fev. 2018.