

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

ALEXANDRE DOS SANTOS
ANDRE KURTZ

**READEQUAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS ÀS NORMAS DE
SEGURANÇA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2016**

ALEXANDRE DOS SANTOS
ANDRE KURTZ

READEQUAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS ÀS NORMAS DE SEGURANÇA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, como um dos requisitos obrigatórios para a obtenção do grau de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Orientador: Prof^o. Me. Paulo Roberto Dulnik.
Co-Orientador: Prof^o. Me. Anderson Miguel Lenz

**MEDIANEIRA
2016**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Graduação e Educação Profissional do
Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

READEQUAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS ÀS NORMAS DE SEGURANÇA.

Por:

ALEXANDRE DOS SANTOS

ANDRE KURTZ

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 13:30 h do dia 30 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. Os acadêmicos foram argüidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Me. Paulo Roberto Dulnik
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

Prof. Me. Anderson Miguel Lenz
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Co-orientador)

Prof. Esp. Edilio Moacir Antonioli
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Paulo Job Brenneisen
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por ter nos dado força, proteção, saúde e coragem.

Aos nossos familiares e amigos, pelo incentivo para seguir em frente e não desistir diante das dificuldades.

Eu, Alexandre dos Santos, agradeço a minha família por sempre estar presente e junto comigo em todas as dificuldades, me apoiando e dando força para sempre seguir em frente e nunca desistir dos meus sonhos.

Eu, André Kurtz, agradeço a minha família que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e incentivando diante das dificuldades em especial, a minha irmã Andreia, que sempre esteve ao meu lado me apoiando em todos os momentos.

A coordenação do curso superior de tecnologia em manutenção industrial e aos nossos professores pelo conhecimento transmitido nessa trajetória, em especial, ao nosso orientador Paulo Roberto Dulnik e co-orientador Anderson Miguel Lenz pela total dedicação, atenção, paciência, apoio e compreensão em todas as etapas do nosso projeto.

Agradecemos a todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para que mais uma etapa da nossa trajetória acadêmica fosse completada.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

SANTOS, Alexandre dos; KURTZ, André. **READEQUAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS ÀS NORMAS DE SEGURANÇA**. 2016. 91p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2016

A indústria, de maneira geral, nas últimas décadas tem experimentado um grande avanço tecnológico. O acompanhamento deste avanço pela indústria nem sempre acontece de maneira instantânea, o que leva as empresas defasarem tecnologicamente seu parque produtivo. Contudo, a legislação que rege as boas práticas de produção, também sente a necessidade de adaptação aos novos tempos, e, aplica normas como a NBR-5410 e a NR-10, para deixar a vida mais confortável e segura, principalmente aos trabalhos ligados à área elétrica. O intuito principal de quem trabalha na Manutenção Industrial, é resolver de maneira rápida, eficiente e com segurança qualquer eventual problema que aconteça durante a operação de um sistema produtivo. Com a execução deste trabalho de readequação técnica dos painéis da Empresa X, e o alinhamento as normas vigentes buscaram-se uma melhor sinalização e segurança para operadores e a manutenção adequada ao equipamento, pois quando se trata de painéis elétricos de força e comando, estes devem atender as questões de segurança e conter a devida identificação de seus componentes. A falta de diagramas dificulta a manutenção do painel e a instalação de novos equipamentos, bem como coloca em risco a vida dos manutentores. Após a realização das adequações dos painéis, foi possível constatar uma melhora, tanto na agilidade e qualidade da manutenção quanto na segurança dos manutentores. Nas plantas industriais automatizadas o custo da hora de produção parada se contabiliza na casa dos milhões de reais, para uma maior agilidade da manutenção o investimento na adequação dos painéis tem um retorno rápido e se torna indispensável.

Palavras chaves: Readequação de Painéis Elétricos, Normas de segurança aplicadas a painéis elétricos, Agilidade na Manutenção.

ABSTRACT

SANTOS, Alexandre dos; KURTZ, André. **ELECTRICAL SAFETY ACE PANELS READJUSTMENT** 2016. 91p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2016

The industry, in general, in the last decades has experienced a great technological advance. The accompaniment of this advance by the industry does not always happen in an instantaneous way, which causes the companies to technologically lag their productive activity. However, the legislation that governs good production practices also feels the need to adapt to new times, and applies standards such as NBR-5410 and NR-10 to make life more comfortable and safer, specially to the electrical area. The main purpose of those who work in Industrial Maintenance is to solve quickly, efficiently and safely any problem that may arise during the operation of a production system. With the execution of this work of technical upgrading of the panels of Company X, and the alignment of current standards, we seek better signaling and safety for operators and proper maintenance of the equipment, because when it comes to electric power and command panels, these Should address security issues and contain the proper identification of their components. The lack of diagrams makes it difficult to maintain the panel and the installation of new equipment, as well as putting the life of the repairers at risk. After the adequacy of the panels, it was possible to observe an improvement, both in the agility and quality of the maintenance and in the safety of the servicers. In the automated industrial plants the cost of the hour of production stopped is counted in the millions of Reais, for a greater agility of the maintenance the investment in the adequacy of the panels has a fast return and becomes indispensable.

Key words: Reappropriation of Electrical Panels, Safety standards applied to electrical panels, agility in maintenance.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Modelo de Formulário (histórico) de manutenção de painéis.....	30
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Check list dos painéis.	28
Figura 2 -Dispositivo para bloqueio de disjuntor monofásico.....	32
Figura 3 - Cadeado de Bloqueio de Disjuntor.....	32
Figura 4 - Cadeado de Segurança.	32
Figura 5 - Cartão de identificação.	32
Figura 6 - Bloqueio Para Manopla Do Disjuntor.	33
Figura 7 - Bloqueio Para Manopla Disjuntor Para Vários Colaboradores.....	33
Figura 8 - Bloqueio de garra para vários colaboradores.	33
Figura 9 - Painel 1 antes da readequação.	34
Figura 10 - Painel 2 antes de ser readequado.	35
Figura 11 - Painel 3 antes de ser readequado.	36
Figura 12 - Painel 4 antes de ser readequado.	37
Figura 13 - Painel 1 depois da readequação.....	40
Figura 14 - Painel 2 depois da readequação.....	42
Figura 15 - Painel 3 depois da readequação.....	44
Figura 16 - Painel 4 depois da readequação.....	46
Figura 17 - Painel 5 depois readequação.....	48
Figura 18 - Soft Start do moinho de trituração.....	50
Figura 19 - As contatoras e manopla responsável pela reversão do sentido de giro.	51
Figura 20 - Inversor de frequência da turbina.....	52
Figura 21 -Porta painel 3.....	52

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

NBR 5410 – Norma Brasileira Regulamentadora 5410 instalações elétrica de baixa tensão

NR-10 – Norma Regulamentadora 10 Segurança com trabalho em eletricidade

VCA - Tensão em corrente alternada

VCC - Tensão em corrente continua

EPI'S - Equipamentos de proteção individual

EPC'S - Equipamentos de proteção coletivo

NR-06 - Norma regulamentadora 06 Equipamentos de Proteção Individual

FFO - Fábrica de farinha e óleo

PEN –Proteção e neutro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1 HISTÓRIA DA NR-10	19
4.2 ACIDENTES ENVOLVENDO ELETRICIDADE	19
4.3 ELETRICIDADE	20
4.4 CHOQUE ELÉTRICO.....	20
4.4.1 Efeitos do Choque Elétrico	21
4.5 ANÁLISES DE RISCOS	22
4.6 DISPOSITIVOS DE BLOQUEIO	22
4.6.1 Instalação da Sinalização de Impedimento de Energização.	23
4.7 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI'S)	23
4.7.1 Capacete de Segurança Tipo Aba Frontal (Jóquei)	24
4.7.2 Capacete de Segurança Tipo Aba Frontal Com Protetor Facial.....	24
4.7.3 Capuz de Segurança Tipo Balaclava	24
4.7.4 Óculos de Segurança (lente incolor).	24
4.7.5 Luva de Segurança Isolante de Borracha	24
4.7.6 Luva de Segurança de Cobertura (para proteção da luva isolante de borracha).....	25
4.7.7 Manga de Segurança Isolante de Borracha	25
4.7.8 Calçado de Segurança Tipo Botina de Couro (com biqueira de pvc)	25
4.7.9 Vestimenta Anti-chamas.....	25

4.7.10 Protetor Auricular Tipo Concha	25
4.8 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC'S)	26
5. METODOLOGIA	27
6. PRONTUÁRIOS ELÉTRICOS DOS PAINÉIS	29
7. DISPOSITIVOS DE BLOQUEIO	31
7.1 TIPOS DE BLOQUEIOS.....	31
Figura 6: Bloqueio Para Manopla Do Disjuntor	33
8. CARACTERIZAÇÃO DAS INCONFORMIDADES QUE OS PAINÉIS APRESENTAVAM ANTES DAS MODIFICAÇÕES	34
8.1 PAINEL 1 ANTES DE SER READEQUADO:	34
8.2 PAINEL 2 ANTES DE SER READEQUADO:	35
8.3 PAINEL 3 ANTES DE SER READEQUADO	36
8.4 PAINEL 4 ANTES DE SER READEQUADO:	37
9. MUDANÇAS REALIZADAS NOS PAINÉIS	38
9.1 PAINEL 1 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).....	38
9.2 PAINEL 2 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).....	41
9.3 PAINEL 3 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).....	42
9.4 PAINEL 4 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).....	44
9.5 PAINEL 5 – INCORPORADO DE OUTROS DOIS SETORES.....	46
10. MUDANÇAS OCORRIDAS DURANTE O PROCESSO DE MELHORIAS	49
11.CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICES	58
APÊNDICE 1 - LAYOUT DOS 5 PAINÉIS E DIAGRAMA DE RELES DE ILUMINAÇÃO DO PAINEL 1.....	59
APÊNDICE 2 - DIAGRAMAS DE ILUMINAÇÃO PAINEL 1	60
APÊNDICE 3 - DIAGRAMA DE DISJUNTORES MONOFÁSICOS PAINEL 2...61	61
APÊNDICE 4 - DIAGRAMA DE DISJUNTORES MONOFÁSICOS PAINEL 2	62
APÊNDICE 5 - DIAGRAMA DE DISJUNTORES MONOFÁSICO PAINEL 2.....	63

APÊNDICE 6 - DIAGRAMA DE FORÇA PARTIDAS RESERVA PAINEL 5 E DIAGRAMA DE DISJUNTORES TRIFÁSICOS PAINEL 2.....	64
APÊNDICE 7 - DIAGRAMA DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1	65
APÊNDICE 8 - DIAGRAMAS DISJUNTORES MONOFÁSICOS PAINEL 2 e DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1.....	66
APÊNDICE 9 - DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1....	67
APÊNDICE 10 - DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1 E DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5	68
APÊNDICE 11 - DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5	69
APÊNDICE 12 - DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5.....	70
APÊNDICE 13 - DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5.....	71
APÊNDICE 14 - DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5.....	72
APÊNDICE 15 - DIAGRAMAS DE FORÇA ENTRADA PAINEL 2.....	73
APÊNDICE 16 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO BLOCO DE EXPANSÃO DIGESTOR 5 PAINEL 2 E DIAGRAMA DE LIGAÇÃO LOGO (CLP) DIGESTOR 5 PAINEL 2.....	74
APÊNDICE 17 - DIAGRAMA LIGAÇÃO BLOCO EXPANSÃO SISTEMAS CARACÓIS PAINEL 2	75
APÊNDICE 18 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO LOGO (CLP) SISTEMAS DE CARACÓIS PAINEL 2 E DIAGRAMA DE LIGAÇÃO BLOCO DE EXPANSÃO AEROCONDENSADOR PAINEL 2.....	76
APÊNDICE 19 - DIAGRAMA LIGAÇÃO LOGO (CLP) AEROCONDENSADOR PAINEL 2 E DIAGRAMA DE LIGAÇÃO RELES PAINEL 2.....	77
APÊNDICE 20 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO RELES PAINEL 2 E DIAGRAMA DE LIGAÇÃO RELES PAINEL 2.....	78
APÊNDICE 21 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5	79
APÊNDICE 22 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5.....	80
APÊNDICE 23 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5.....	81
APÊNDICE 24 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5.....	82

APÊNDICE 25 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5 E DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5.....	83
APÊNDICE 26 - DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 1.....	84
APÊNDICE 27 - DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 1 E DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5.....	85
APÊNDICE 28 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5.....	86
APÊNDICE 29 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5.....	87
APÊNDICE 30 - DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5.....	88
APÊNDICE 31 - DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5.....	89
APÊNDICE 32 - LISTA DE SÍMBOLOS UTILIZADOS NOS DIAGRAMAS.....	90

1. INTRODUÇÃO

A indústria, de maneira geral, nas últimas décadas tem experimentado um grande avanço tecnológico, seja em relação aos produtos e processos ou em relação a tecnologia embutida em seus equipamentos e dispositivos. O acompanhamento deste avanço pela indústria nem sempre acontece de maneira instantânea, o que leva as empresas defasarem tecnologicamente seu parque produtivo. Contudo, a legislação que rege as boas práticas de produção também se desatualiza. Surge então a necessidade de adaptação aos novos tempos, e com ela, normas atualizadas para deixar a vida mais confortável e segura. Assim são implementadas e/ou atualizadas normas como a NBR 5410 e a NR-10, particularmente ligadas à área elétrica.

Nos dias atuais, após nove anos da nova NR-10 ter entrado em vigor, e oito anos após a revisão da NBR-5410, o mercado absorveu as novas exigências e o reflexo disso é a diminuição dos acidentes envolvendo instalações elétricas. Contudo, há uma preocupação em se adequar as instalações existentes, anteriores às normas. Muitas empresas relutam em arcar com os custos dessa adequação e, por isso, a conformidade das instalações existentes caminha em passo mais lento (GOMES 2013).

Entre as novas exigências apresentadas por estas normas, encontra-se a de readequação de painéis elétricos no quesito de segurança para quem opera ou frequenta os locais onde os mesmos estão instalados.

Nesta perspectiva é que vislumbrou-se dentro da Agroindústria a possibilidade de realizar a readequação de alguns painéis elétricos, para estruturá-los dentro das novas exigências tecnológicas e de segurança.

Por questões éticas, o nome da Empresa bem como o setor onde será implementada a melhoria, não será mencionado, passando a ser tratada como **Agroindústria**.

Os painéis elétricos a serem readequados, estão num determinado setor da Agroindústria, o FFO (Fábrica de Farinha e Óleo). Os mesmos não possuem diagramas de comando e de força, prontos elétricos e os seus circuitos de comando trabalham com tensão de 220 VCA. A NR-10 destaca que valores de tensão

acima de 50 VCA e 120 VCC podem ocasionar grande risco ao ser humano, dependendo da intensidade da corrente em um eventual choque, desde um leve formigamento de membros até uma parada cardiorrespiratória, podendo levar a morte. Sendo, segundo a norma, 24 VCC uma tensão segura para ser utilizada em painéis de comando.

Conforme NR-10, item 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. Conforme normas regulamentadoras NR 06 e NR 10, devem ser oferecidos EPI'S (equipamentos de proteção individual) e EPC'S (equipamentos de proteção coletiva) para colaboradores e para segurança de todos.

Segundo a NR-10, item 10.2.6 o Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição de trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade. E no item 10.2.7, indica que os documentos técnicos previstos no Prontuário de Instalações elétricas, devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado.

Tem-se na NR-10 e NBR-5410 importantes instrumentos que contribuem para que as empresas possam adotar medidas de segurança que visem preservar a saúde e a vida de seus trabalhadores.

2. JUSTIFICATIVA

O intuito principal de quem trabalha na Manutenção Industrial, é resolver de maneira rápida, eficiente e com segurança qualquer eventual problema que aconteça durante a operação de um sistema produtivo. Assim, para que isso aconteça, é necessário que o ambiente em que o profissional da manutenção trabalha seja organizado, seguro e permita a rápida identificação dos componentes envolvidos na operação de manutenção. Portanto, quando se trata de painéis elétricos de força e comando, estes devem atender as questões de segurança e conter a devida identificação de seus componentes. Com estas questões em mente, pode-se justificar a importância da readequação dos painéis da FFO da Agroindústria às Normas de segurança e, portanto, a relevância do tema em foco e, afirmar que o tema é adequado a um Trabalho de Conclusão de Curso.

Buscar-se-á no presente trabalho, a readequação ou estruturação dos painéis da FFO da Agroindústria, fazendo-se uma verificação através de *Check-List* e inspeções visuais pautadas principalmente nas recomendações das normas NBR-5410 e NR-10, buscando dar mais segurança e confiabilidade para as pessoas que operam os equipamentos ou eventualmente frequentam o local.

A readequação dos painéis elétricos da FFO irá proporcionar maior segurança para os operadores e manutentores dos mesmos e, para o processo como um todo, mais qualidade e confiabilidade para as instalações elétricas da Agroindústria, além de propiciar a atualização da instalação elétrica perante as Normas e legislações pertinentes e vigentes.

Na atual situação dos painéis, a falta de diagramas dificulta a manutenção dos painéis e a instalação de novos equipamentos, bem como coloca em risco a vida dos manutentores. A NR-10 em seu item 10.2.3, estabelece que as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. Portanto, neste item quando confrontado com a Norma, fica caracterizada uma inconformidade.

Após a realização de uma inspeção visual nos painéis, foi possível observar que os quadros de comando e força localizados neste setor, são bastante antigos e apresentavam várias inconformidades, elencadas por um *check list* e por inspeções visuais. A tensão utilizada nos circuitos de comando dos painéis é de 220 VCA, é outro

item a ser observado de acordo com o item 10.6.1 da NR-10 que diz: As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada ou superior a 120 Volts em corrente contínua somente podem ser realizadas por trabalhadores que atendam ao que estabelece o item 10.8 desta Norma, ou seja, tenha habilitação, qualificação, capacitação e autorização para realizá-la.

Os barramentos encontram-se sem a devida proteção e a ausência de identificação dos componentes, os quais estão em desacordo com a NR-10 que em seu item 10.2.8.2.1 diz que na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem 10.2.8.2, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como isolamento das partes vivas, sinalização.

Os condutos dos cabos estão quebrados, sem tampa. Há cabos soltos dentro dos painéis, a limpeza é inadequada ou ausência dela e os equipamentos estão defasados tecnologicamente, o que segundo a NR-10 é uma inconformidade, pois de acordo com o item 10.4.1 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários.

Não existem diagramas unifilares nos quadros ou estão desatualizados. A NR-10 em seu item 10.2.3, estabelece que as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Inexistência de prontuário elétrico dos painéis. Este item também não foi encontrado nos painéis, e, de acordo com o item 10.2.4, NR-10, os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas.

Assim, após elencar tais problemas, é fácil constatar a dificuldade da equipe de manutenção, quando solicitada a resolver determinado problema ocorrido no funcionamento de equipamentos, cujo sistema de força e comando está localizado nestes painéis.

Com a execução deste trabalho de readequação técnica dos painéis da FFO e adequação às normas vigentes busca-se uma redução de risco de acidente elétrico na atividade de manutenção, através de uma melhor sinalização, da identificação de componentes e equipamentos de forma a elevar o nível de segurança para operadores e mantenedores.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é identificar as inconformidades dos painéis do setor FFO da Agroindústria e readequá-los às normas regulamentadoras estabelecidas pelo ministério do trabalho e emprego, particularmente a NR-10, a NR-6 e a NBR -5410 nos requisitos de segurança.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as inconformidades apresentadas segundo as Normas NR-10 (2004) e NBR-5410 (2004);
- Executar montagem e instalação do painel;
- Executar novo diagrama de comando e força;
- Auxiliar na confecção dos prontos dos painéis elétricos;
- Adequar os painéis às normas de segurança de baixa tensão, a NBR-5410 (2004) e a Norma de Serviços em Eletricidade, a NR-10 (2004).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 HISTÓRIA DA NR-10

A primeira versão da NR-10 data de 1978. O texto de atualização da Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, estabelecido pela Portaria do Ministério do Trabalho e Emprego nº 598 de 07/12/2004 foi publicado no Diário Oficial da União de 08/12/2004 e altera a redação anterior da Norma Regulamentadora nº 10, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978. Esta Norma dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, destinados a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade nos seus mais diversos usos e aplicações e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades (PEREIRA, 2010).

A necessidade de atualização da Norma Regulamentadora nº 10 teve fundamento na grande transformação organizacional do trabalho ocorrida no setor elétrico a partir da década de 1990, em especial no ano de 1998 quando se iniciou o processo de privatização do setor elétrico, trazendo consigo, subsidiariamente, outros setores e atividades econômicas. (PEREIRA 2010)

4.2 ACIDENTES ENVOLVENDO ELETRICIDADE

Pesquisa da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel) aponta aumento de 17,7% no número de acidentes envolvendo eletricidade, em 2014, em comparação ao ano anterior. As irregularidades apuradas, relacionadas às instalações elétricas que podem provocar grandes incêndios, levaram o Sindicato do Comércio Varejista de Material Elétrico, Eletrônicos e Eletrodomésticos do Rio de Janeiro (Simerj) a estabelecer parceria com a Abracopel para prevenir esse tipo de acidente (GRANDA e RIBEIRO, 2015).

De acordo com a pesquisa, os casos de acidentes fatais com eletricidade subiram mais de 6% ano passado, quando provocaram 627 mortes, ante 592 no ano anterior. Atingiram 560 homens e 67 mulheres. O Nordeste brasileiro liderou o número de mortes por choque elétrico em 2014, com 263 casos (42% do total),

seguido do Sudeste, com 125 mortes (20%) e do Sul, com 119 casos (19%). Quanto ao local em que se registram os acidentes, as residências são destaque, com 180 mortes no ano passado (GRANDA e RIBEIRO, 2015).

As correntes alternadas de frequência entre 20 e 100 Hertz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são especialmente perigosas, uma vez que elas se situam próximas à frequência na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior (MIRANDA JUNIOR, 2005).

Mesmo com todos os esforços empreendidos pelos órgãos governamentais e pelas empresas do setor elétrico brasileiro no sentido de reduzir os acidentes com eletricidade, ainda se depara com um quadro preocupante (FUNCOGE, 2013).

Em 2011 foram registrados 18 acidentes fatais com empregados próprios e 61 acidentes fatais com empregados das empresas contratadas, no setor elétrico, conforme estatística da FUNCOGE (2013). Mesmo havendo uma diminuição em relação ao ano de 2010, pode considerar um número elevado de acidentes fatais.

4.3 ELETRICIDADE

A eletricidade é uma fonte de perigo, que se mal utilizada pode causar a morte de pessoas se não forem tomados cuidados especiais. Ela é perigosa mesmo quando utilizada em “baixas tensões”, como, por exemplo, as de 127 VCA. Portanto, para prevenir acidentes, toda instalação elétrica deve ser executada e mantida de forma segura por um profissional qualificado e a supervisão de um profissional legalmente habilitado. (FUNDACENTRO).

Sua ação mais nociva é a ocorrência do choque elétrico com consequências diretas e indiretas (quedas, batidas, queimaduras indiretas e outras). Também apresenta risco devido à possibilidade de ocorrências de curtos-circuitos ou mau funcionamento do sistema elétrico originando grandes incêndios e explosões (MORAES, 2014).

4.4 CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico é um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica. O choque pode ocorrer pela combinação de diversos

fatores, entre eles a falha de treinamento de segurança, práticas inseguras de trabalho, a falha na supervisão dos trabalhadores subordinados, a falta de conhecimento dos riscos inerentes ao trabalho, instalações elétricas e manutenção precária e ambiente de trabalho com inúmeros riscos (MIRANDA JUNIOR, 2005).

Choque elétrico é o efeito patofisiológico que resulta da passagem de uma corrente elétrica, a chamada corrente de choque, através do corpo de uma pessoa ou de um animal. No estudo da proteção contra choques elétricos devemos considerar 3 elementos fundamentais: parte viva, massa e elemento condutor estranho à instalação (PRYSMIAN, 2010).

A parte viva de um componente ou de uma instalação é a parte condutora que apresenta diferença de potencial em relação à terra. Para as linhas elétricas falamos em condutor vivo, termo que inclui os condutores fase e o condutor neutro (PRYSMIAN, 2010).

A massa de um componente ou de uma instalação é a parte condutora que pode ser tocada facilmente e que normalmente não é viva, mas que pode tornar-se viva em condições de faltas ou defeitos. Como exemplos de massa podemos citar as carcaças e invólucros metálicos de equipamentos, os condutos metálicos, etc (PRYSMIAN, 2010).

Um elemento condutor estranho à instalação é um elemento condutor que não faz parte da instalação, mas nela pode introduzir um potencial, geralmente o da terra (PRYSMIAN, 2010).

Os contatos diretos, que a cada ano causam milhares de acidentes graves (muitos até fatais) são provocados via de regra por falha de isolamento, por ruptura ou remoção indevida de partes isolantes ou por atitude imprudente de uma pessoa com uma parte viva (PRYSMIAN, 2010).

Os contatos indiretos, por sua vez, são particularmente perigosos, uma vez que o usuário que encosta a mão numa massa, por exemplo, na carcaça de um equipamento de utilização, não vai suspeitar de uma eventual energização acidental, provocada por uma falta ou por um defeito interno no equipamento (PRYSMIAN, 2010).

4.4.1 Efeitos do Choque Elétrico

O choque elétrico pode ocasionar contrações violentas dos músculos, a fibrilação ventricular do coração, lesões térmicas e não térmicas, podendo levar a óbito como efeito indireto as quedas e batidas, etc, (MIRANDA JUNIOR, 2005).

O caminho percorrido pela corrente elétrica no corpo humano é outro fator que determina a gravidade do choque, sendo os choques elétricos de maior gravidade aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração (Fundacentro, 2013; MIRANDA JUNIOR, 2005).

O choque elétrico é um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica. Essa corrente circulará pelo corpo onde ele torna-se parte do circuito elétrico, onde há uma diferença de potencial suficiente para vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo (CEMIG, 2005).

4.5 ANÁLISES DE RISCOS

Análise de risco é um método sistemático de exame e avaliação de todas as etapas e elementos de um determinado trabalho para desenvolver e racionalizar toda a sequência de operações que o trabalhador executa; identificar os riscos potenciais de acidentes físicos e materiais; identificar e corrigir problemas operacionais e implementar a maneira correta para execução de cada etapa do trabalho com segurança. (PEREIRA 2010)

4.6 DISPOSITIVOS DE BLOQUEIO

Segundo a NR10 dispositivos de bloqueio são aqueles que impedem o acionamento ou religamento de dispositivos de manobra. (chaves, interruptores), É importante que tais dispositivos possibilitem mais de um bloqueio, ou seja, a inserção de mais de um cadeado, por exemplo, para trabalhos simultâneos de mais de uma equipe de manutenção (Souza, 2005).

Toda ação de bloqueio deve estar acompanhada de etiqueta de sinalização, com o nome do profissional responsável, data, setor de trabalho e forma de comunicação (MORAES, 2014).

Os procedimentos de travamento devem assegurar que o componente permaneça bloqueado até que todo conserto ou inspeção tenha sido concluídos. Conforme relacionado na NR 10 item 10.2.8 e ou 10.5. Cada profissional envolvido

fica responsável em colocar um cadeado e etiqueta de identificação na garra de travamento, que não pode ser aberta até que todos os cadeados tenham sido retirados, garantindo a segurança na realização da tarefa. Essas garras/ bloqueios são dispositivos que impedem a energização (Souza, 2005).

Processo de aplicação de bloqueio:

- 1- seccionamento;
- 2- impedimento de energização;
- 3- constatação da ausência de tensão;
- 4- instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- 5- proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada (NR-10).

4.6.1 Instalação da Sinalização de Impedimento de Energização.

Processo de retirada dos bloqueio:

- 1 - Certifique-se que as ferramentas e utensílios foram removidos.
- 2 - Confirme que todos os empregados estão em local seguro, retirada de pessoal não envolvido na energização.
- 3 – Retirar aterramento temporário de segurança se houver
- 4 – Retirada de cartão de identificação
- 5 – Retirada de bloqueio elétrico.
- 6 – Ligar alimentação elétrica munido de equipamentos de proteção individual (NR-10).

4.7 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI'S)

Conforme Norma Regulamentadora nº.6, Equipamento de Proteção Individual EPI é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo empregado, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho (Souza, 2005).

Segundo o item 6.2 da NR 06 o equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente

em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (Souza, 2005).

A seguir são mostrados são alguns equipamentos de proteção atualmente utilizados e disponibilizados para a equipe e Manutenção industrial da Agroindústria.

4.7.1 Capacete de Segurança Tipo Aba Frontal (Jóquei)

Para proteção contra impactos de objetos sobre o crânio, choques elétricos e do crânio e face contra agentes térmicos é utilizado o capacete de segurança tipo aba frontal (Souza, 2005).

4.7.2 Capacete de Segurança Tipo Aba Frontal Com Protetor Facial

O capacete de segurança tipo aba frontal com protetor facial, possui como finalidade a proteção do crânio contra impactos de partículas volantes, arco elétrico, luminosidade intensa e riscos de origem térmica.

4.7.3 Capuz de Segurança Tipo Balaclava

Para proteção do crânio e pescoço contra riscos de origem térmica, face e pescoço, agentes químicos, agentes abrasivos e escoriantes e umidade proveniente de operações com uso de água, é utilizado um capuz de segurança tipo balaclava (Souza, 2005).

4.7.4 Óculos de Segurança (lente incolor).

Óculos de segurança, possui como intuito a proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes, contra luminosidade intensa, contra radiação ultravioleta, contra radiação infravermelha (Souza, 2005).

4.7.5 Luva de Segurança Isolante de Borracha

É utilizado luvas para proteção das mãos contra choques elétricos, as mesmas são isoladas e feitas de borracha (Souza, 2005).

4.7.6 Luva de Segurança de Cobertura (para proteção da luva isolante de borracha)

A luva de segurança de cobertura é utilizada exclusivamente como proteção, a mesma possui isolante de borracha (Souza, 2005).

4.7.7 Manga de Segurança Isolante de Borracha

As mangas de segurança isolante de borracha, são utilizadas como proteção do braço e antebraço do empregado contra choque elétrico, durante os trabalhos em circuitos elétricos energizados (Souza, 2005).

4.7.8 Calçado de Segurança Tipo Botina de Couro (com biqueira de pvc)

Este calçado é utilizado para proteger os pés contra torção, escoriações, derrapagens e umidade (Souza, 2005).

4.7.9 Vestimenta Anti-chamas

O uso do EPI vestimenta anti-chamas é destinado à proteção do tronco e membros superiores e inferiores, contra os diversos riscos elétricos (Souza, 2005).

Conforme a NR10 subitem 10.2.9.2 “As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas”.

4.7.10 Protetor Auricular Tipo Concha

O EPI protetor auricular tipo concha, tem a finalidade de proteger audição do colaborador contra ruídos e vibrações excessivas. O limite legal do ruído ocupacional segundo a NR 15 é de 85 Decibéis (Souza, 2005).

Segundo item 6.3, NR-06, a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento.

4.8 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC'S)

Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstos e adotados, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores (NR 10).

No desenvolvimento de todos os serviços em instalações elétricas, devem ser previstas e adotadas medidas de proteção de caráter coletivo, que visam à prevenção de acidentes/incidentes do conjunto de trabalhadores envolvidos, direta ou indiretamente (item 10.1.1), com a situação de risco (Souza, 2005).

As medidas de proteção complementam-se, normalmente, com a aplicação de Equipamento de Proteção Coletiva (EPC), definido como dispositivo, sistema, ou meio, fixo ou móvel, de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros (Souza, 2005).

É conceito universal que as medidas de proteção coletiva devem ser planejadas e desenvolvidas com a análise de risco realizada (item 10.2.1) e aplicadas mediante procedimentos, entendido como forma padronizada do proceder (fazer) ou implantar a medida de proteção programada. O procedimento deve ser documentado, divulgado, conhecido, entendido e cumprido por todos os trabalhadores e demais pessoas envolvidas (Souza, 2005).

Segundo o item 10.2.8.2, as medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece está NR 10 e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

5. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma Agroindústria, no setor de FFO. Consistiu na readequação de painéis elétricos segundo a norma NR-10, os painéis eram bem anteriores a Norma e se tornaram obsoletos, não atendiam mais as recomendações da Norma, colocando em risco a segurança dos colaboradores da empresa que trabalham com os mesmos.

A Agroindústria já opera há 40 anos no mercado, no começo não havia cobrança e nem exigências sobre normas para painéis elétricos, mas com o passar do tempo as NBR's e as NRs passaram a ser cada vez mais exigidas. Assim no decorrer da história, a empresa teve que se adequar para melhorar a segurança facilitando o trabalho da manutenção.

Os painéis da FFO em questão, controlam o comando e a força de cerca de 16 transportes helicoidais 5 digestores sendo 3 de vísceras e 2 de sangue, a iluminação de todo o setor, 1 moinho de trituração e 5 aero condensadores.

Esses painéis eram antigos e como tal, defasaram em relação as normas de segurança, expondo assim colaboradores a um grande risco de acidente. Pensou-se então em realizar sua readequação. Realizou-se estudos para ver o que precisaria ser mudado, fez-se um *check list*, para verificar a real situação dos painéis. O modelo de *check list* utilizado, está identificado na figura 1.

1	Tipo	Quadro elétrico	
2	Tensão(ões) presente(s)	Media de tensao 380 v	
3	Aplicação	Distribuição	
4	Para operação por pessoas de competência		
Acesso ao Local			Sim Não
5	Acessível por pessoas de competência	2	
6	Fácil acesso?	2	Sim=2 / Não=0
7	Está desimpedido para manutenção?	2	Sim=2 / Não=0
			Sim Não
8	A identificação está adequada?	0	Sim=6 / Não=0
9	Há placas de aviso de perigo e nível de tensão?	6	Sim=6 / Não=0
10	As portas estão fechando adequadamente?	6	Sim=6 / Não=0
11	O estado geral externo está bom?	2	Sim=2 / Não=0
12	O invólucro / painel está totalmente vedado?	0	Sim=6 / Não=0
13	Tampas parafusadas que possam ser abertas possuem alerta de tensão presente?	0	Sim=6 / Não=0
Inspeção Interna			Sim Não
14	Todos componentes estão identificados?	0	Sim=6 / Não=0
15	Os condutores estão devidamente identificados (fase, neutro e terra)?	0	Sim=6 / Não=0
16	O painel está organizado?	0	Sim=6 / Não=0
17	O painel está devidamente aterrado?	0	Sim=6 / Não=0
18	O painel prove ponto para aterramento temporário?	0	Sim=6 / Não=0
19	Existe esquema elétrico do invólucro?	0	Sim=6 / Não=0
20	O cliente mantém o esquema elétrico atualizado?	0	Sim=6 / Não=0
21	O invólucro está ausente de materiais inflamáveis e/ou estranhos no seu interior?	0	Sim=2 / Não=0
22	Existe proteção contra contato acidental?	0	Sim=6 / Não=0
23	A proteção contra contato acidental está em bom estado?	0	Sim=2 / Não=0
24	Chaves e disjuntores são provido do ponto de lock-out e tag-out?	6	Sim=6 / Não=0
25	Existe dispositivo diferencial-residual?	0	Sim=6 / Não=0
26	Condições ergonômicas adequadas para manutenção.	6	Sim=6 / Não=0
Dispositivos e Proteção Complementares			Sim Não
27	O painel é desligado quando aberto, inclusive a alimentação a montante?	0	Sim=6 / Não=0
28	Caso o painel seja aberto, a carga é desligada automaticamente?	0	sim=6 / Não=0

Figura 1: Check list dos painéis.

Fonte: Própria, adaptada do SESMT da Agroindústria.

Com *check list* preenchido constatou-se que em vários aspectos não estava atendendo a norma e a segurança para atuação nos mesmos era precária. Iniciou-se então uma avaliação para definir o que necessitava ser adequado e que peças/componentes deveriam ser substituídas.

Com a situação encontrada nos quadros de comando, decidiu-se que seria mais viável a substituição total, aproveitando apenas algumas peças que estavam em boas condições.

Com instalação do novo padrão de comando facilitará a manutenção e irá diminuir o risco de acidentes com o mesmo.

6. PRONTUÁRIOS ELÉTRICOS DOS PAINÉIS

Segundo a NR 10, item 10.2.3, as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. Este é o primeiro ponto que a norma trata de documentação e que qualquer empresa independente de sua potência instalada deve ter.

O item 10.2.4 os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:

- a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;
- b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina está NR;
- d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

Todos os documentos descritos são comuns do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho). O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade (NR-10).

Como a empresa está se readequando de um modo geral as normas exigidas e vigentes, ainda não há um prontuário específico para os painéis, apenas o prontuário de toda a instalação elétrica da empresa. Que consiste em todos os documentos citados acima.

Assim resolveu-se elaborar um formulário de manutenção para os painéis para que possa ajudar nas futuras modificações dos diagramas, e todos os tipos de manutenção a serem realizadas.

Na quadro 1, encontra-se o modelo elaborado, para ser utilizado como formulário (histórico) de manutenção de painéis que fará parte do chamado Prontuário elétrico referente ao painel em manutenção.

IDENTIFICAÇÃO: PAINEL Nº: _____		LOCALIZAÇÃO: _____				
Data	Defeito operador	Defeito técnico	Solução apresentada	Procedimento realizado	Responsável p/ manutenção	Engenheiro responsável

Quadro 1: Modelo de formulário (histórico) de manutenção de painéis.

Fonte: Própria

Em caso de mudança ou alteração no diagrama elétrico, é obrigatória a comunicação ao Engenheiro responsável.

7. DISPOSITIVOS DE BLOQUEIO

Antes dessa readequação dos painéis às normas de segurança na Agroindústria não existia nenhum tipo de bloqueio que impedia a reenergização, expondo a vida do colaborador ao risco de choque elétrico. Com a readequação e visando melhorar a segurança do trabalhador disponibilizou-se aos colaboradores os dispositivos de bloqueio mostrados a seguir.

7.1 TIPOS DE BLOQUEIOS

Dispositivos de bloqueio são aqueles que impedem o acionamento ou religamento de dispositivos de manobra. (Chaves, interruptores). É importante que tais dispositivos possibilitem mais de um bloqueio, ou seja, a inserção de mais de um cadeado, por exemplo, para trabalhos simultâneos de mais de uma equipe de manutenção (NR-10 - 2004).

Toda ação de bloqueio deve estar acompanhada de etiqueta de sinalização, com o nome do profissional responsável, data, setor de trabalho e forma de comunicação (NR-10 - 2004).

Os procedimentos de travamento devem assegurar que o componente permaneça bloqueado até que todo conserto ou inspeção tenha sido concluídos. Conforme relacionado na NR 10 itens 10.2.8 e ou 10.5. Cada profissional envolvido fica responsável em colocar um cadeado e etiqueta de identificação na garra de travamento, que não pode ser aberta até que todos os cadeados tenham sido retirados, garantindo a segurança na realização da tarefa. Essas garras/ bloqueios são dispositivos que impedem a energização (NR-10 - 2004).

Nas Figuras 2 a 8 a seguir, são apresentados alguns dos dispositivos de bloqueio utilizados nas atividades de manutenção da Agroindústria.

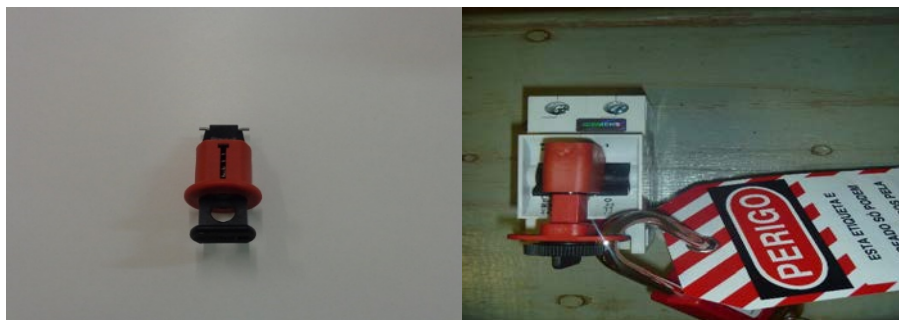


Figura 2: Dispositivo para bloqueio de disjuntor monofásico
 Fonte: própria



Figura 3: Cadeado de Bloqueio de Disjuntor
 Fonte: própria



Figura 4: Cadeado de Segurança
 Fonte: própria



Figura 5: Cartão de identificação
 Fonte: própria



Figura 6: Bloqueio Para Manopla Do Disjuntor

Fonte: própria



Figura 7: Bloqueio Para Manopla Disjuntor Para Vários Colaboradores

Fonte: própria



Figura 8: Bloqueio de garra para vários colaboradores

Fonte: própria

8. CARACTERIZAÇÃO DAS INCONFORMIDADES QUE OS PAINÉIS APRESENTAVAM ANTES DAS MODIFICAÇÕES

8.1 PAINEL 1 ANTES DE SER READEQUADO:

Este painel controlava a turbina do aero condensador, um digestor, cinco caracóis (rosca sem fim) e as bombas decantadoras.

Antes de ser readequado apresentava algumas inconformidades de acordo com o *check-List* as quais são listadas abaixo e podem ser verificadas na Figura 9:

- a) Painel desorganizado. Muitos cabos soltos (aparentes);
- b) Painel com acúmulo de sujeira. Materiais estranhos no seu interior.
- c) Não existe esquema elétrico do invólucro. Ausência de marcações, diagramas e prontuários;
- d) Tensão utilizada no circuito de comando é de 220 VCA;
- e) Não existe proteção contra contatos acidentais. Barramentos sem proteção;
- f) Condutores não identificados;
- g) Componentes não identificados;
- h) Painel desorganizado. Canaletas quebradas, e faltando tampas;
- i) Condutor de Proteção não atende a cor recomendada pela NBR-5410;
- j) Chaves e contatores não possuem pontos de *Lock-out* e *Tag-out*.



Figura 9: Painel 1 antes da readequação.
Fonte: própria.

8.2 PAINEL 2 ANTES DE SER READEQUADO:

Este painel controlava um digestor, cinco caracóis (rosca sem fim), iluminação do prédio, tomadas trifásicas e monofásicas, rele de nível de uma bomba.

Antes de se efetuar as mudanças, apresentava as seguintes inconformidades:

- a) Painel desorganizado. Muitos cabos soltos (aparentes);
- b) Painel com acúmulo de sujeira. Materiais estranhos no seu interior.
- c) Não existe esquema elétrico do invólucro. Ausência de marcações, diagramas e prontuários;
- d) Tensão utilizada no circuito de comando é de 220 VCA;
- e) Não existe proteção contra contatos acidentais. Barramentos sem proteção;
- f) Condutores não identificados;
- g) Componentes não identificados;
- h) Painel desorganizado. Canaletas quebradas, e faltando tampas;
- i) Conductor de Proteção não atende a cor recomendada pela NBR-5410;
- j) Chaves e contatores não possuem pontos de *Lock-out* e *Tag-out*.

Na figura 10 é possível observar as inconformidades, que o painel apresentava.

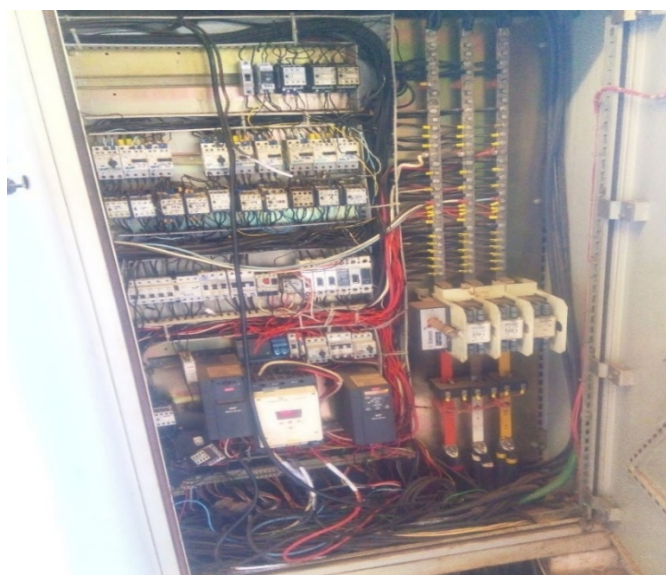


Figura 10: Painel 2 antes de ser readequado.
Fonte: própria

8.3 PAINEL 3 ANTES DE SER READEQUADO.

Este painel controlava cinco aero condensador, um digestor, alimentador da prensa pequena, fonte 24 v, 2 CLP, batedor da prensa pequena.

Na inspeção, verificou-se que apresentava as seguintes inconformidades:

- a) Painel desorganizado. Muitos cabos soltos (aparentes);
- b) Painel com acúmulo de sujeira. Materiais estranhos no seu interior.
- c) Não existe esquema elétrico do invólucro. Ausência de marcações, diagramas e prontuários;
- d) Tensão utilizada no circuito de comando é de 220 VCA;
- e) Não existe proteção contra contatos acidentais. Barramentos sem proteção;
- f) Condutores não identificados;
- g) Componentes não identificados;
- h) Painel desorganizado. Canaletas quebradas, e faltando tampas;
- i) Conductor de Proteção não atende a cor recomendada pela NBR-5410;
- j) Chaves e contatores não possuem pontos de *Lock-out* e *Tag-out*.

Na figura 11 é possível observar as inconformidades apresentadas pelo painel.



Figura 11: Painel 3 antes de ser readequado.
Fonte: Própria.

8.4 PAINEL 4 ANTES DE SER READEQUADO:

Este painel controlava um digestor, moinho de martelos, motor da prensa grande, percolador, uma fonte 24v, um CLP, bloco de expansão, cinco caracóis (rosca sem fim), elevador de carga, alimentador da prensa grande.

Na inspeção, verificou-se que apresentava as seguintes inconformidades:

- a) Painel desorganizado. Muitos cabos soltos (aparentes);
- b) Painel com acúmulo de sujeira. Materiais estranhos no seu interior.
- c) Não existe esquema elétrico do invólucro. Ausência de marcações, diagramas e prontuários;
- d) Tensão utilizada no circuito de comando é de 220 VCA;
- e) Não existe proteção contra contatos acidentais. Barramentos sem proteção;
- f) Condutores não identificados;
- g) Componentes não identificados;
- h) Painel desorganizado. Canaletas quebradas, e faltando tampas;
- i) Conductor de Proteção não atende a cor recomendada pela NBR-5410;
- j) Chaves e contatores não possuem pontos de *Lock-out* e *Tag-out*.

Na figura 12 a seguir, é possível observar as inconformidades, que o painel apresentava.



Figura 12: Painel 4 antes de ser readequado.
Fonte: Própria.

9. MUDANÇAS REALIZADAS NOS PAINÉIS

Como pode-se perceber anteriormente, os painéis antigos eram muito desorganizados, havia confusão de circuitos, pois não estavam identificados e só tinha conhecimento da identificação dos circuitos quem estivesse frequentemente atuando na manutenção dos equipamentos cujo controle ali estava localizado.

Com essa readequação além de se atender as normas de segurança, centralizou-se todos os disjuntores, contadoras, *soft starts* e inversores de frequência. Fazendo assim um painel individualizado para cada conjunto de equipamentos similares. Assim quando da realização de alguma manutenção identifica-se de forma clara onde deve-se procurar ou intervir em determinado componente/equipamento.

Após essa centralização cada painel ficou respectivamente com uma finalidade.

A execução da montagem e instalação de todos os painéis foi realizada seguindo-se os diagramas de força e comando elaborados pela própria empresa, supervisionados pelo seu corpo técnico. Todos os diagramas de força e comando utilizados, encontram-se sob a forma de Apêndices, a partir da página 58, no final do presente trabalho.

9.1 PAINEL 1 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).

Neste Quadro concentrou-se todas partidas que não precisam de relé de segurança, equipamentos como os ventiladores e as bombas de sucção.

Adequações realizadas no quadro 1:

- Executou-se a montagem e a instalação do painel novo;
- Executou-se o novo diagrama de comando e força;

Segundo item 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

- Colocou-se canaletas novas;

No item 10.4.1 da NR-10 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado.

- A tensão utilizada no comando passou de 220 VCA para 24 VCC;

Segundo o item 10.6.1 instalações com tensão abaixo de 50 VCA e 120VCC são considerados tensão seguras para o trabalho.

- Os barramentos foram trocados, pintados (protegidos) e isolados;
- Colocou-se anilhas identificadoras dos circuitos;

Para a NR-10 item 10.10.1 nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, de forma a atender, dentre outras, a situação a seguir:

- Identificação de circuitos elétricos;

- As cores dos condutores foram padronizadas de acordo com a Norma;

Segundo 6.1.5.3.3 da NBR 5410 as cores para o condutor PEN (proteção e neutro) deve ser identificado pela cor azul-claro ou verde com amarelo.

O item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado por qualquer cor exceto azul claro e verde com amarelo”.

- Fez-se uma adequação da carga instalada, um balanceamento no sistema de distribuição de cada painel dividindo a carga total entre os painéis.

- Identificou-se os componentes do quadro que passaram a ser:

- Disjuntores motores:

- Q2- Ventilador 2 piso FFO.

- Q4 ao Q8- Ventiladores.

- Q9- Exaustor moega FFO.

- Q10- Eclusa 1 de sangue.

- Q11- Eclusa 2 de sangue.

- Q12- Insuflação.

- Q13 e Q14- Ventilador em cima silo de farinha de carne.

- Q15- Bomba de água *boyle*.

- Q16- Bomba de banha 1.

- Q17- Bomba de banha 2.

- Q18- Sucção.

- Q19- Porta do digestor.

- Q25- Bomba condensado 1.

- Q26- Bomba condensado 2.

- Q53- Aero condensador 1.

- Q54- Aero condensador 2.
- Q55- Aero condensador 3.
- Q56- Aero condensador 4.
- Q57- Aero condensador 5.
- Disjuntor monofásico.
- DJ33- Rele 1 iluminação.
- DJ34- Rele 2 iluminação.
- DJ35- Rele 3 iluminação.
- DJ36- Rele 4 iluminação.
- DJ37- Rele 5 iluminação.

As modificações realizadas podem ser visualizadas na Figura 13.

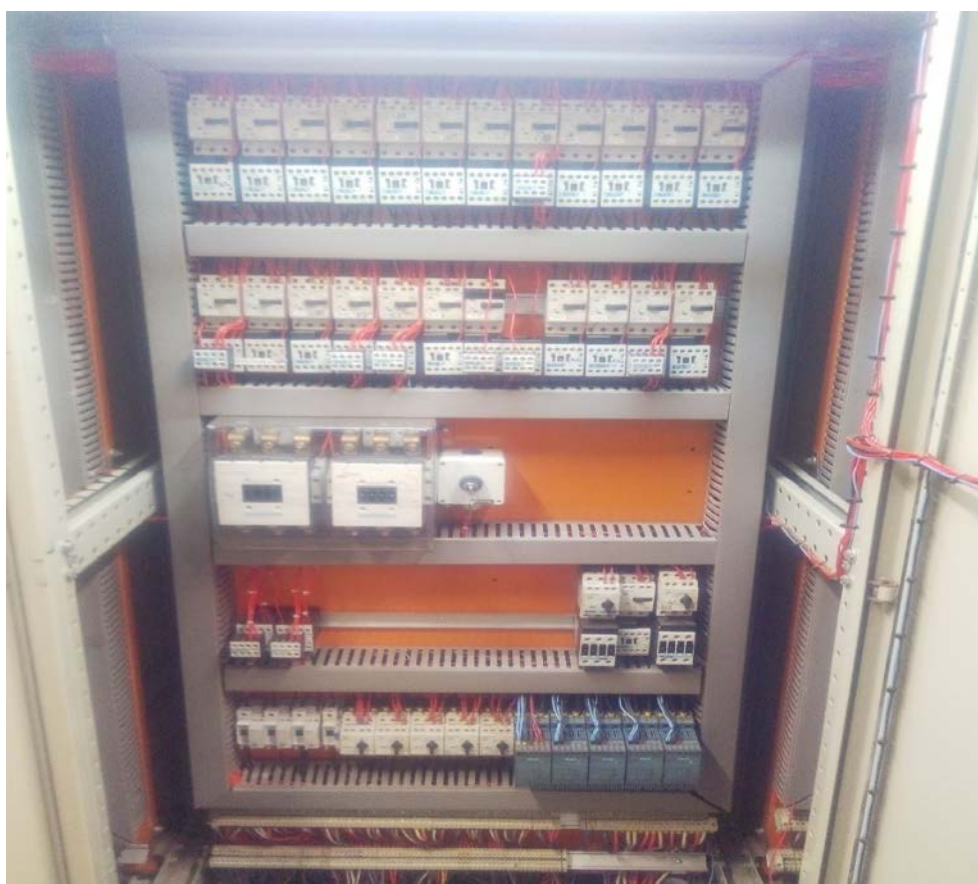


Figura 13: Painel 1 depois da readequação
Fonte: própria

9.2 PAINEL 2 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).

No painel 2 localizou-se os disjuntores trifásicos e monofásicos, uma fonte 24 Volts, os CLP, blocos de expansão, disjuntor residual.

Adequações realizadas:

- Executou-se a montagem e a instalação do painel novo (Novo invólucro);
- Executou-se o novo diagrama de comando e força;

Segundo item 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

- Colocou-se canaletas novas;

No item 10.4.1 da NR-10 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado.

- Os barramentos foram trocados, pintados (protegidos) e isolados;
- A tensão utilizada no comando passou de 220 VCA para 24 VCC

Segundo o item 10.6.1 instalações com tensão abaixo de 50 VCA e 120VCC são considerados tensão seguras para o trabalho.

- Colocou-se anilhas identificadoras dos circuitos;

Para a NR-10 item 10.10.1 Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, de forma a atender, dentre outras, a situação a seguir:

- Identificação de circuitos elétricos;
- As cores dos condutores foram padronizadas de acordo com a norma.

Segundo 6.1.5.3.3 da NBR 5410 as cores para o condutor PEN (proteção e neutro) deve ser identificado pela cor azul-claro ou verde com amarelo.

O item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado por qualquer cor exceto azul claro e verde com amarelo”.

- Fez-se uma adequação da carga instalada, um balanceamento no sistema de distribuição de cada painel dividindo a carga total entre os painéis.

A carga controlada por este painel e agora identificada passou a ser:

- Dj1 alimentação da fonte 24 V
- Dj2 e Dj3 saídas da fonte
- Dj4 iluminação painel
- Dj7 alimentação rele inversão moinho
- Dj8, 9 ,10, 11, 13 tomadas 220 V
- Dj14 reles de segurança
- Dj16 rele fata de fase
- Dj17,18,19,20,21 disjuntor residual popular DR
- Dj22,23 tomas trifásicas

Na figura 14 é possível observar as melhorias realizadas no painel 2.

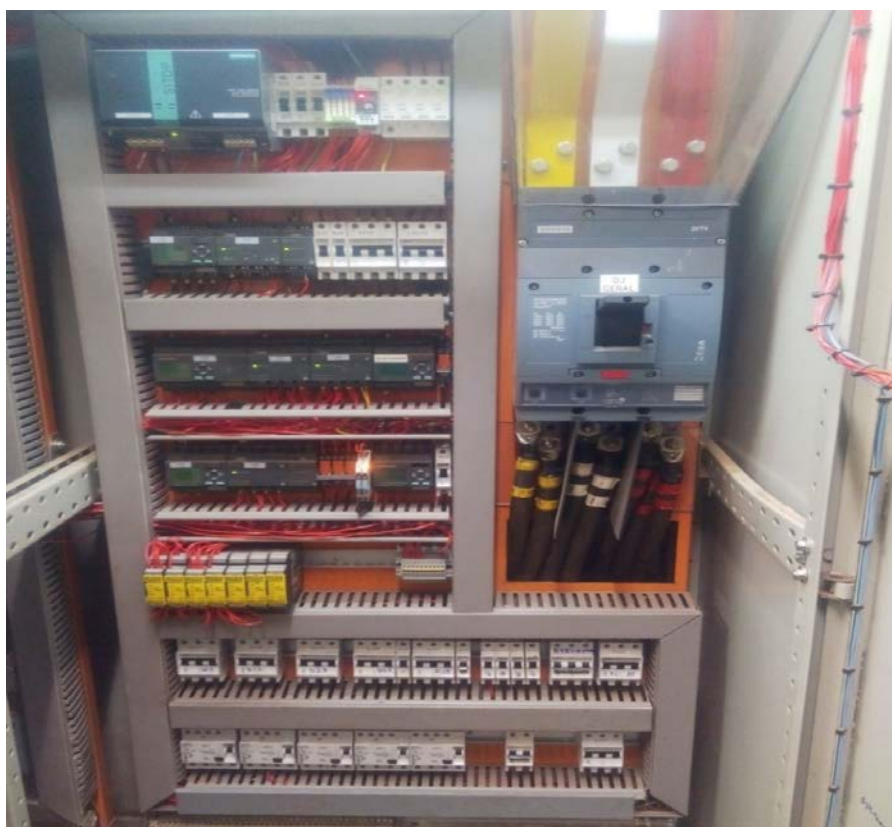


Figura 14: Painel 2 depois da readequação
Fonte: própria

9.3 PAINEL 3 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).

No quadro 3, foram colocadas algumas *soft start* e inversores. Alterações realizadas no Painel 3:

- Executou-se a montagem e a instalação do painel novo (Novo invólucro);
- Executou-se o novo diagrama de comando e força;

Segundo item 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

- Colocou-se canaletas novas;

No item 10.4.1 da NR-10 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado.

- A tensão utilizada no comando passou de 220 V para 24 v;
- Os barramentos foram trocados, pintados (protegidos) e isolados;

Segundo o item 10.6.1 instalações com tensão abaixo de 50 VCA e 120VCC são considerados tensão seguras para o trabalho.

- Colocou-se anilhas identificadoras dos circuitos;

Para a NR-10 item 10.10.1 nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, de forma a atender, dentre outras, a situação a seguir:

- Identificação de circuitos elétricos;
- As cores dos condutores foram padronizadas de acordo com a norma.

Segundo 6.1.5.3.3 da NBR 5410 as cores para o condutor PEN (proteção e neutro) deve ser identificado pela cor azul-claro ou verde com amarelo.

O item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado por qualquer cor exceto azul claro e verde com amarelo.

- Fez-se uma adequação da carga instalada, um balanceamento no sistema de distribuição de cada painel dividindo a carga total entre os painéis.

A carga controlada e identificada pelo Painel 3 passou a ser:

- Q58 turbina do aero condensador
- Q59 caracol de pelo 1
- Q60 caracol de pelo 2
- Q61 transportador resfriamento 3
- Q62 peculador

O aspecto do quadro 3 após as modificações pode ser visto na Figura 15.



Figura 15: Painel 3 depois da readequação
Fonte: própria

9.4 PAINEL 4 MODIFICADO (INCONFORMIDADES SANADAS).

Já no quadro 4 concentrou-se as soft-starts. No Painel 4 fez-se as seguintes alterações em relação ao inicial:

- Executou-se a montagem e a instalação do painel novo (Novo invólucro);
- Executou-se o novo diagrama de comando e força;

Segundo item 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

- Colocou-se canaletas novas;

No item 10.4.1 da NR-10 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a

garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado.

- Os barramentos foram trocados, pintados (protegidos) e isolados;

- A tensão utilizada no comando passou de 220 V para 24 v;

Segundo o item 10.6.1 instalações com tensão abaixo de 50 VCA e 120VCC são considerados tensão seguras para o trabalho.

- Colocou-se anilhas identificadoras dos circuitos;

Para a NR-10 item 10.10.1 Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, de forma a atender, dentre outras, a situação a seguir:

- Identificação de circuitos elétricos;

- As cores dos condutores foram padronizadas de acordo com a norma;

Segundo 6.1.5.3.3 da NBR 5410 as cores para o condutor PEN (proteção e neutro) deve ser identificado pela cor azul-claro ou verde com amarelo.

O item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado por qualquer cor exceto azul claro e verde com amarelo.

- Fez-se uma adequação da carga instalada, um balanceamento no sistema de distribuição de cada painel dividindo a carga total entre os painéis.

As cargas instaladas no painel e identificadas são:

- Dj24 *soft* 6 digestor 3

- Dj25 *soft* 7 digestor 2

- Dj26 *soft* 8 digestor 5

- Dj27 *soft* 9 moinho

- Dj28 *soft* 10 digestor 4

- Dj29 *soft* 11 digestor 1

O aspecto do quadro 4 após as modificações pode ser visto na Figura 16.



Figura 16: Painel 4 depois da readequação
Fonte: própria

9.5 PAINEL 5 – INCORPORADO DE OUTROS DOIS SETORES

Como salientamos anteriormente além de ser feita toda readequação a Norma, centralizou-se os quadros de comando. Existiam vários quadros espalhados por outros setores cujos equipamentos pertenciam a FFO, fez-se a centralização dos mesmos. O painel 5 é o resultado da junção de outros dois quadros que se encontravam em outros setores distintos, razão pela qual não constam as inconformidades existentes anteriormente como no caso dos painéis 1, 2, 3 e 4, mas somente o resultado final da adequação.

Neste Quadro concentrou-se todas partidas que precisam de relé de segurança, equipamentos como os caracóis (rosca sem fim).

Adequações realizadas no quadro 5:

- Executou-se a montagem e a instalação do painel novo;
- Os barramentos foram trocados, pintados (protegidos) e isolados;

- Executou-se o novo diagrama de comando e força;

Segundo item 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

- Colocou-se canaletas novas;

No item 10.4.1 da NR-10 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado.

- A tensão utilizada no comando passou de 220 VCA para 24 VCC;

Segundo o item 10.6.1 instalações com tensão abaixo de 50 VCA e 120VCC são considerados tensão seguras para o trabalho.

- Colocou-se anilhas identificadoras dos circuitos;

Para a NR-10 item 10.10.1 Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, de forma a atender, dentre outras, a situação a seguir:

- Identificação de circuitos elétricos;

- As cores dos condutores foram padronizadas de acordo com a norma;

Segundo 6.1.5.3.3 da NBR 5410 as cores para o condutor PEN (proteção e neutro) deve ser identificado pela cor azul-claro ou verde com amarelo.

O item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado por qualquer cor exceto azul claro e verde com amarelo.

- Fez-se uma adequação da carga instalada, um balanceamento no sistema de distribuição de cada painel dividindo a carga total entre os painéis.

Identificou-se os componentes do quadro que passaram a ser:

- Q27 caracol alimenta prensa 1
- Q28 caracol borrometro
- Q29,30,31,32 reserva
- Q33 caracol saída prensa
- Q34 caracol resfriamento 2
- Q35 caracol resfriamento 3
- Q36 caracol resfriamento 4

- Q37 transportador helicoidal 1
- Q38 transportador helicoidal 2
- Q39 transportador descarga 1
- Q40 transportador descarga silo
- Q41 caracol reversão sangue
- Q42 caracol reversão vísceras
- Q43 transportador helicoidal sangue 1
- Q44 transportador helicoidal sangue 2
- Q45 moega sangue
- Q46 transportador helicoidal 3
- Q47 caracol silo vísceras
- Q48 caracol chupim
- Q49 transportador torta FFO

O aspecto do quadro 5 após as modificações pode ser visto na Figura 17, mostrada a seguir.



Figura 17: Painel 5 depois readequação
Fonte: própria

10. MUDANÇAS OCORRIDAS DURANTE O PROCESSO DE MELHORIAS

Ao longo do trabalho de modificações percebeu-se que poder-se-ia melhorar a utilização ou operação de alguns equipamentos relativamente a maneira como anteriormente eram realizadas. A seguir descreve-se algumas das melhorias implementadas.

Uma das máquinas que os painéis controlam na FFO precisa trabalhar nos dois sentidos de giro (horário, anti-horário). Ela é um moinho de trituração de farinha de carne, que consiste de um motor de 70 CV com um rotor onde se localizam os martelos que trituram o produto.

Os martelos são de ferro fundido, que em contato com o produto vão desgastando com o tempo. Então é preciso fazer a reversão do sentido de giro para ter um desgaste completo da peça.

Essa reversão sempre se fez de maneira manual invertendo-se os cabos diretamente nos terminais da *soft-start*, mas com essa readequação, foram reorganizados todos os painéis colocando todas as *soft* no mesmo quadro para facilitar a operação/ manutenção.

Durante esse processo notou-se que ficaria difícil de fazer a inversão pois as *soft-start* estavam muito próximas uma da outra, podendo colocar o colaborador em risco de choque, ou seja, poderia ocorrer um toque involuntário no barramento.

O posicionamento das *soft-starters* pode ser visto na Figura 18, mostrada na página a seguir.



Figura 18: Soft Start do moinho de trituração
Fonte: própria

Para diminuir o risco de acidentes colocou-se uma manopla com chave e duas contadoras para fazer a mudança do giro, para isso fez-se um programa em um CLP (Controlador Lógico Programável) onde calculou-se um tempo de parada do equipamento de 3 minutos para então poder ligá-lo novamente.

Essa chave da manopla fica de posse do setor de manutenção para que os operadores não façam essa atividade, pois não é uma tarefa de competência dos mesmos.

Na Figura 19, a seguir, pode-se verificar o novo layout do quadro com as contadoras e a manopla para a reversão de sentido.



Figura 19: As contadoras e manopla responsável pela reversão do sentido de giro
Fonte: própria.

Segundo item 10.8 da NR 10 para fazer qualquer tipo de operação dentro do painel o colaborador deve ser habilitado, qualificado e capacitado.

Depois de todas as melhorias acima citadas deparou-se com um erro no projeto. No painel 3 existe um inversor de frequência que alimenta uma turbina do aero condensador.

O Aero condensador é aplicado no tratamento dos gases provenientes do cozimento e esterilização de subprodutos oriundos do Centro de Reciclagem de Subproduto Animal. Seu funcionamento consiste em troca térmica através de convecção forçada, onde o fluido a ser refrigerado (vapor) passa por uma bateria de tubos inox e externamente é aplicada uma corrente de ar atuando como refrigerante, os tubos apresentam aletas de alumínio em toda sua extensão e são montados em passes intercalados para aumentar a eficiência térmica.

O sistema é montado de forma que fique isento de contato entre os fluidos. No monitoramento desta operação, os colaboradores da FFO precisam fazer leituras de pressão e temperatura no *display* localizado internamente ao quadro. Como o inversor está dentro do painel não podem abrir. Sendo assim implementou-se uma melhoria para que possam trabalhar de forma segura, atendendo as Normas de segurança e atingindo seus objetivos.

A seguir, na figura 20, pode-se ver o inversor de frequência da turbina do aero condensador



Figura 20: Inversor de frequência da turbina
Fonte: própria

Esta melhoria consistiu em retirar a HDMI do inversor com um cabo e colocar na porta do painel, foi uma melhoria simples mais precisa para que os operadores pudessem fazer suas leituras sem precisar abrir o painel, o que é proibido. Além de ter toda a segurança possível.



Figura 21: Porta painel 3
Fonte: própria

11. CONCLUSÃO

Com a execução deste trabalho de readequação técnica dos painéis da Agroindústria bem como a adequação as normas de segurança vigentes, buscou-se uma melhor identificação de cada equipamento, a sinalização e a segurança para operadores. Desta forma a manutenção pode ser executada de maneira adequada, atuando junto ao painel de força e comando, com qualidade e agilidade, atendendo aos requisitos de segurança preconizados pelas normas.

A falta de diagramas dificultava a manutenção dos dispositivos localizados num painel e a instalação de novos equipamentos, bem como colocava em risco a vida dos manutentores. Após a realização das adequações dos painéis, constatou-se uma melhora, tanto na agilidade e qualidade da manutenção quanto na segurança dos colaboradores que trabalham no setor de manutenção.

No que se refere a NR-6, Equipamentos de Proteção individual, hoje são disponibilizados para a equipe de manutenção todos os equipamentos constantes no item 4.7. Isso traz um grande diferencial para a questão de segurança, desde que os colaboradores façam o uso correto dos mesmos. Todos os EPI's possuem certificado de Aprovação (CA) e os que são importados o CE (Certificado Europeu).

Outras Normas, como a NR-12, tratam de quesitos de segurança em máquinas e poderiam perfeitamente fazer parte deste trabalho de uma forma mais global. Aliás, pode-se perceber que no Painel 5, na Figura 17, aparecem os relés de segurança, recomendados por esta própria Norma. Porém o foco dado a este trabalho foi em termos da segurança dos painéis em si, e não nos equipamentos que eles comandam.

Ainda referente a NR-12, nesta etapa não foram colocadas as tarjas (figuras) que identificam o risco elétrico nas portas dos painéis. Será realizado em etapa posterior a realização deste trabalho.

Aplicando a NR-10 e a NBR 5410 através de um *Check List* para cada quadro foram encontradas inconformidades citadas a seguir:

- a) Painel desorganizado. Muitos cabos soltos (aparentes);
- b) Painel com acúmulo de sujeira. Materiais estranhos no seu interior.
- c) Inexistência do esquema elétrico do invólucro. Ausência de marcações, diagramas e prontos-para-uso;
- d) Tensão utilizada no circuito de comando é de 220 VCA;
- e) Não existe proteção contra contatos acidentais. Barramentos sem proteção;

- f) Condutores não identificados;
- g) Componentes não identificados;
- h) Painel desorganizado. Canaletas quebradas, e faltando tampas;
- i) O aterramento do painel não atendia ao preconizado pela Norma quanto a cor;
- j) Chaves e contadores não possuem pontos de *Lock-out* e *Tag-out*.

A solução apresentada para estas inconformidades obedecendo o que estabelecem as Normas NBR 5410(2004) e NR-10 (2004) foi:

- a) Painéis foram organizados, cabos dentro das canaletas;
- b) Canaletas novas com tampas abrigando os condutores;
- c) O Diagrama elétrico de cada painel foi elaborado pelos responsáveis e executado pela equipe de manutenção e está disponibilizado por via eletrônica no setor de Manutenção da Agroindústria;
- d) Os painéis instalados são novos e com vedação contra a entrada de poeira;
- e) Cada componente foi identificado e os condutores anilhados para identificar corretamente cada circuito contido no invólucro;
- f) Os diagramas e o formulário (Histórico da manutenção de cada painel) passam a integrar o conjunto de documentos do chamado “Prontuário Elétrico”;
- g) A tensão utilizada para os circuitos de comando foi padronizada em 24V, o que torna a intervenção do manutentor neste circuito menos perigosa;
- h) Os barramentos foram pintados (protegidos) e isolados;
- i) Os condutores foram dimensionados e trocados seguindo o projeto desenvolvido pelo setor responsável;
- j) A cor dos condutores passou a obedecer a padronização preconizada pela NBR 5410 (2004);
- k) O aterramento dos quadros foi revisado e o condutor de proteção passou a ter a coloração padronizada pela Norma NBR-5410;
- l) As contadoras e chaves passaram a ter pontos de *Lock-out* e *Tag-out*.

Nas plantas industriais automatizadas, o custo da hora de máquina parada se contabiliza na casa dos milhões de reais, para uma maior agilidade da manutenção o investimento na adequação dos painéis tem um retorno rápido e se torna indispensável.

Com as readequações realizadas no decorrer deste trabalho, conseguiu-se obter uma melhoria considerável em vários itens: agilidade na manutenção, segurança dos manutentores e operadores, redução de máquina parada. Com isso obteve-se ganhos para a Agroindústria, no setor de FFO, pois atualizou-se o parque tecnológico produtivo nos itens referentes aos dispositivos de controle e segurança e ao mesmo tempo enquadrou-se nos requisitos e padrões exigidos pelo ministério do trabalho, previstos nas normas NR-10 e NBR-5410.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. **Estatísticas**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://abracopel.org/estatisticas/>. Acessado em 15/09/2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora n.º 10 que trata de Instalações e Serviços em Eletricidade**. Manual e Legislação Atlas, 73ª. Edição, São Paulo: Atlas, 2013.

CEMIG. **Manual de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão**. Minas Gerais, 2005. Disponível em www.cemig.com.br. Acessado em:

FUNDAÇÃO COGE. **Estatísticas de acidentes no setor elétrico brasileiro**. Relatório 2009. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.funcoge.org.br/csst>. Acessado em 05/10/2016.

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Introdução a Segurança**. São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/cdNr10/Manuais/M%C3%B3dulo01/333_1%20INTRODU%C3%87%C3%83O%20A%20SEGURAN%C3%87A%20COM%20ELETRICIDADE.pdf. Acessado em 05/10/2016.

GANDRA, Alana; RIBEIRO, Stênio. **Instalação sem manutenção adequada são principal causa de acidentes elétricos**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/2015/04/instalacoes-sem-manutencao-adequada-sao-principal-cao-de-acidentes-eletricos>. Acessado em 15/09/2016.

GOMES, Fillipe Mata De Araujo. **ANÁLISE DA CONFORMIDADE DE PAINÉIS ELÉTRICOS COM A NR-10: UM ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA SUBESTAÇÃO INDUSTRIAL**. 2013. 55 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MIRANDA JUNIOR, L. C. **Manual de treinamento curso básico segurança em instalações e serviços com eletricidade - NR 10**. Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo – CPN , 2004-2005

MORAES, Giovanni. **Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho**. Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas, 8ª edição, Rio de Janeiro, 2014.

Norma NBR-5410, **Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT**.

NR -06 - **EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI**. Ministério do Trabalho.

NR-10. **Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>. Acessado em 03/02/2016.

PEREIRA, J. G.; SOUSA, J. J. B. de. **Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Nr-10 – Nr-10 Comentada**. 2010

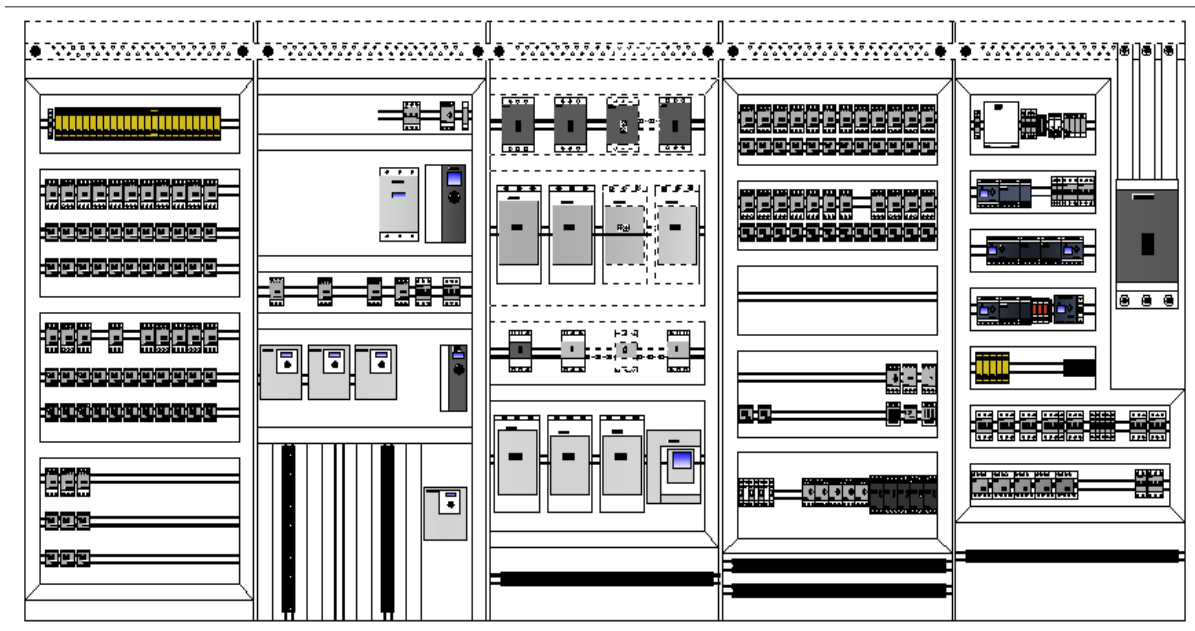
PRYSMIAN, Cables e Systems. Manual Prysmian de Instalações Elétricas. Ano 2010. Disponível em: http://www.housepress.com.br/siteprysmian/eletricistaprofissional/artigosTécnicos/Manual_Prysmian_Cap2.pdf. Acessado em 01/11/2016.

SOUZA, João José Barrico de; PEREIRA, Joaquim Gomes. **Manual de auxílio na interpretação e na nova NR-10**. Editora LTr, São Paulo, 2005.

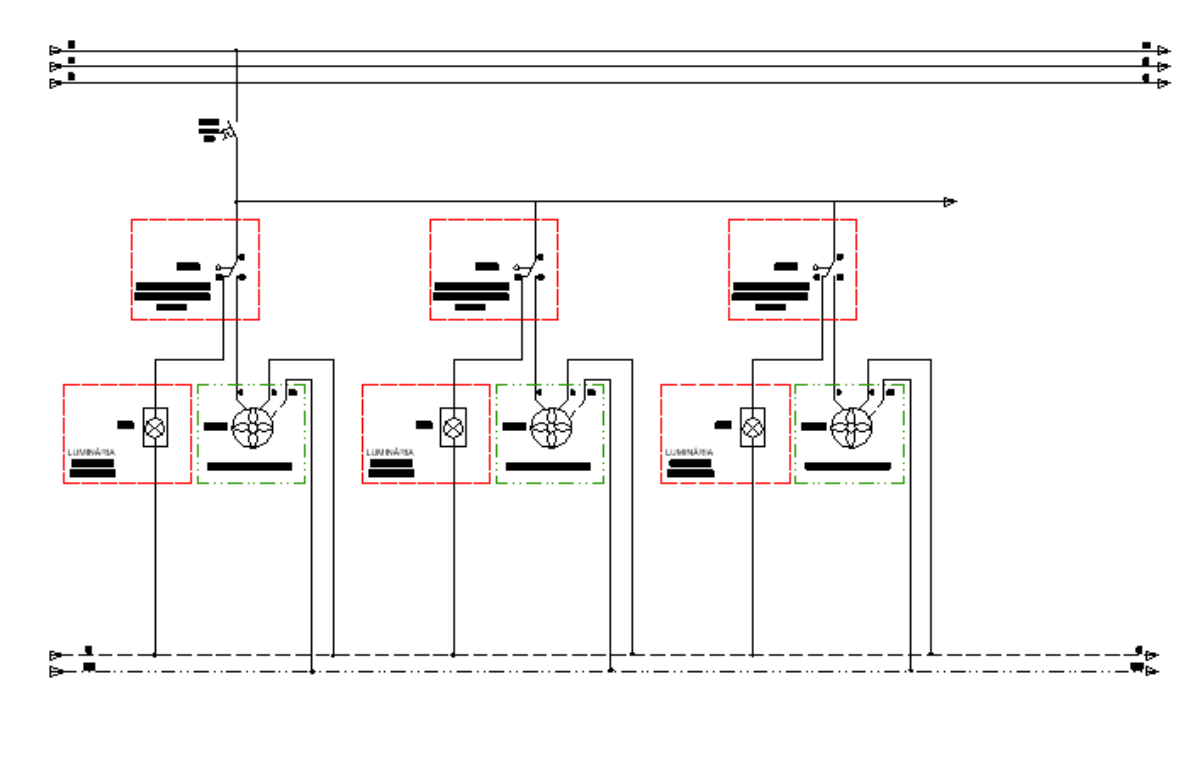
APÊNDICES

APÊNDICE 1

- LAYOUT DOS 5 PAINÉIS.

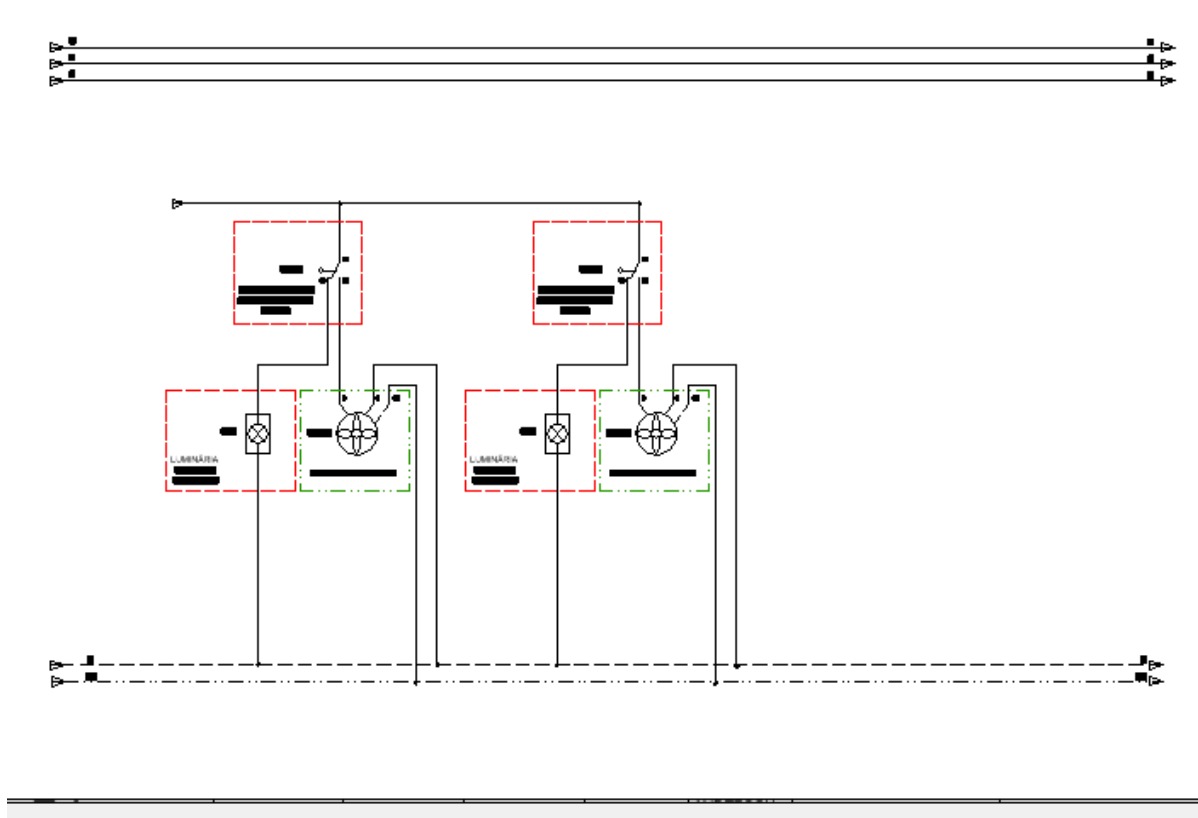


- DIAGRAMA DE RELES DE ILUMINAÇÃO PAINEL 1.



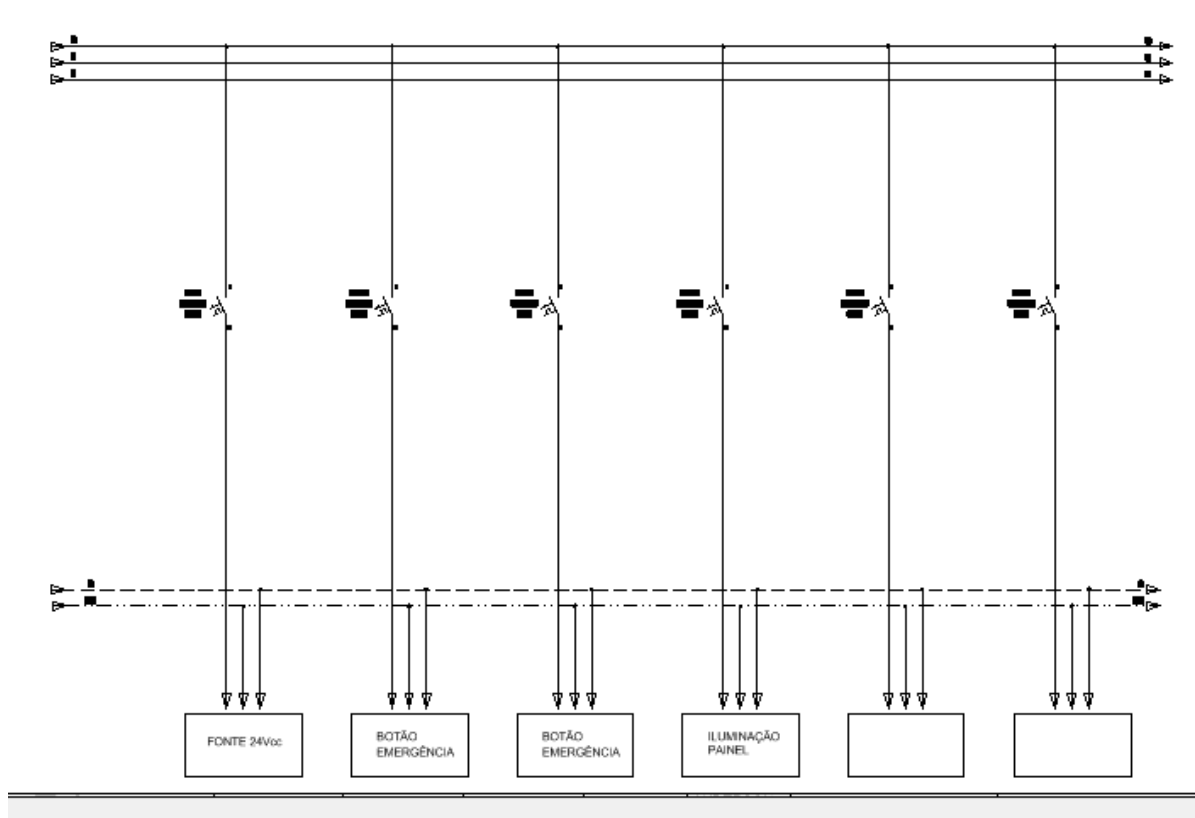
APÊNDICE 2

- DIAGRAMAS DE ILUMINAÇÃO PAINEL 1



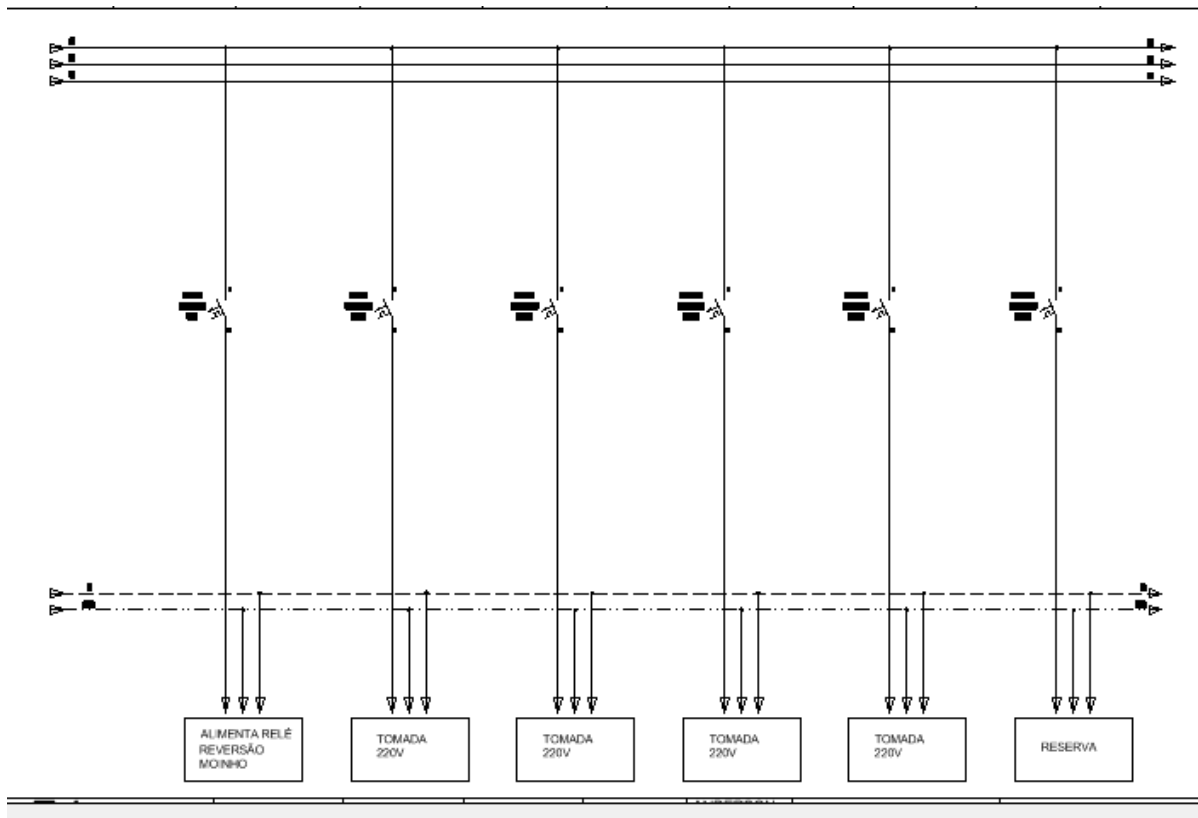
APÊNDICE 3

- DIAGRAMA DE DISJUNTORES MONOFÁSICOS PAINEL 2



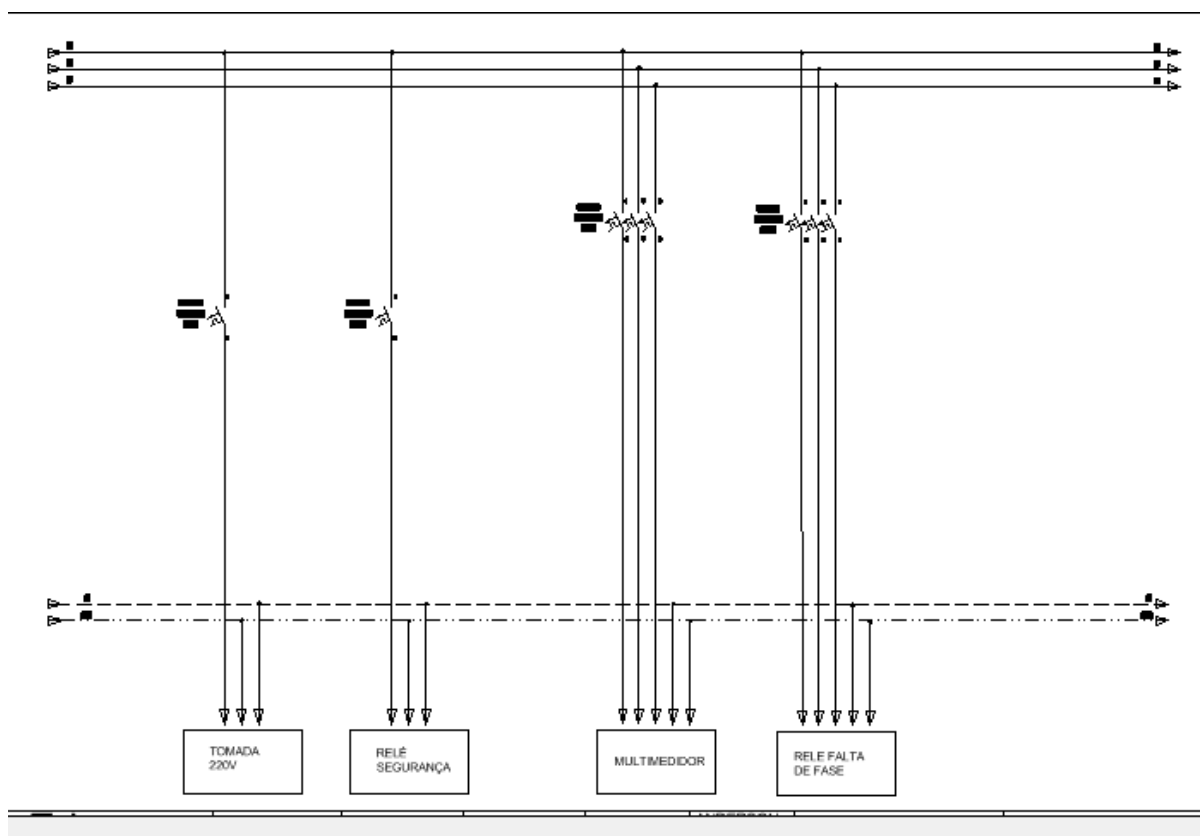
APÊNDICE 4

- DIAGRAMA DE DISJUNTORES MONOFÁSICOS PAINEL 2



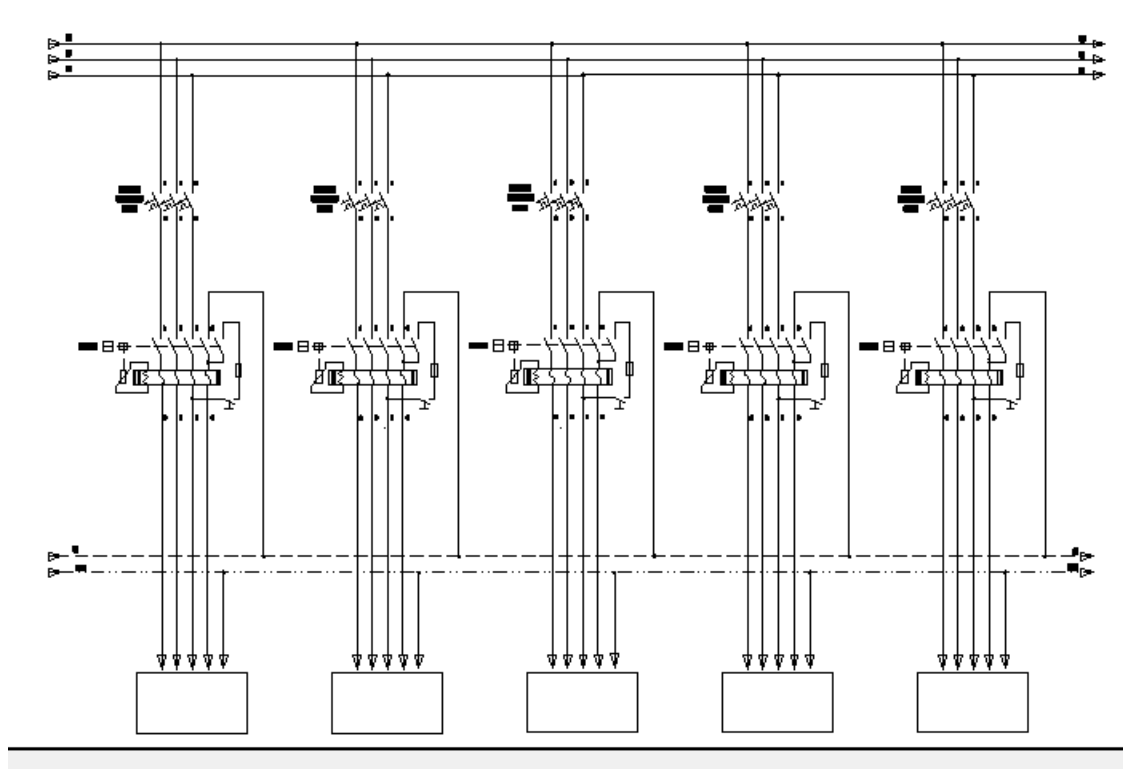
APÊNDICE 5

- DIAGRAMA DE DISJUNTORES MONOFÁSICO PAINEL 2

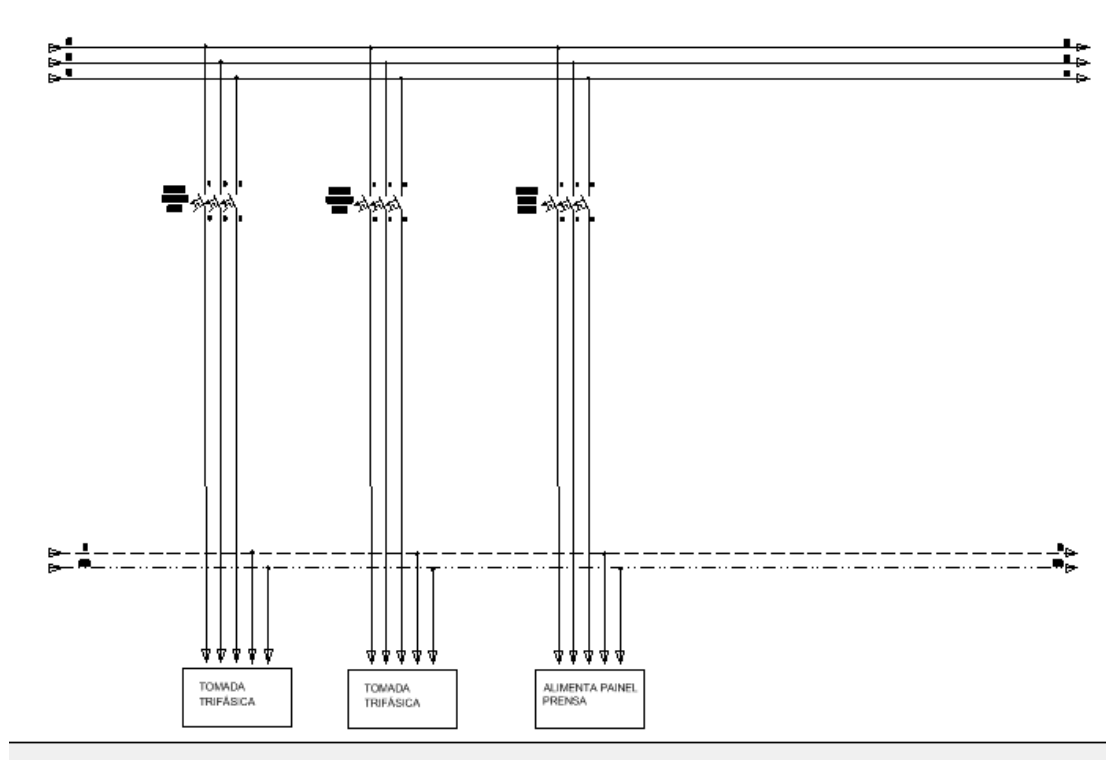


APÊNDICE 6

- DIAGRAMA DE FORÇA PARTIDAS RESERVA PAINEL 5

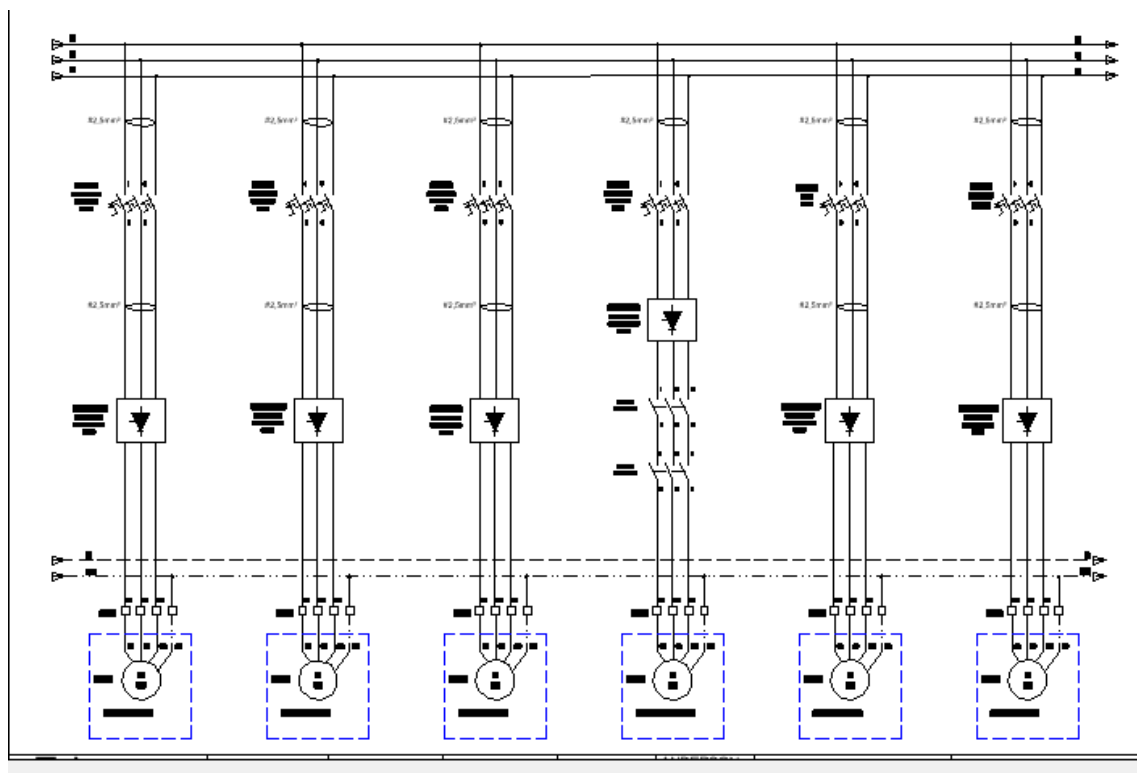


- DIAGRAMA DE DISJUNTORES TRIFÁSICOS PAINEL 2

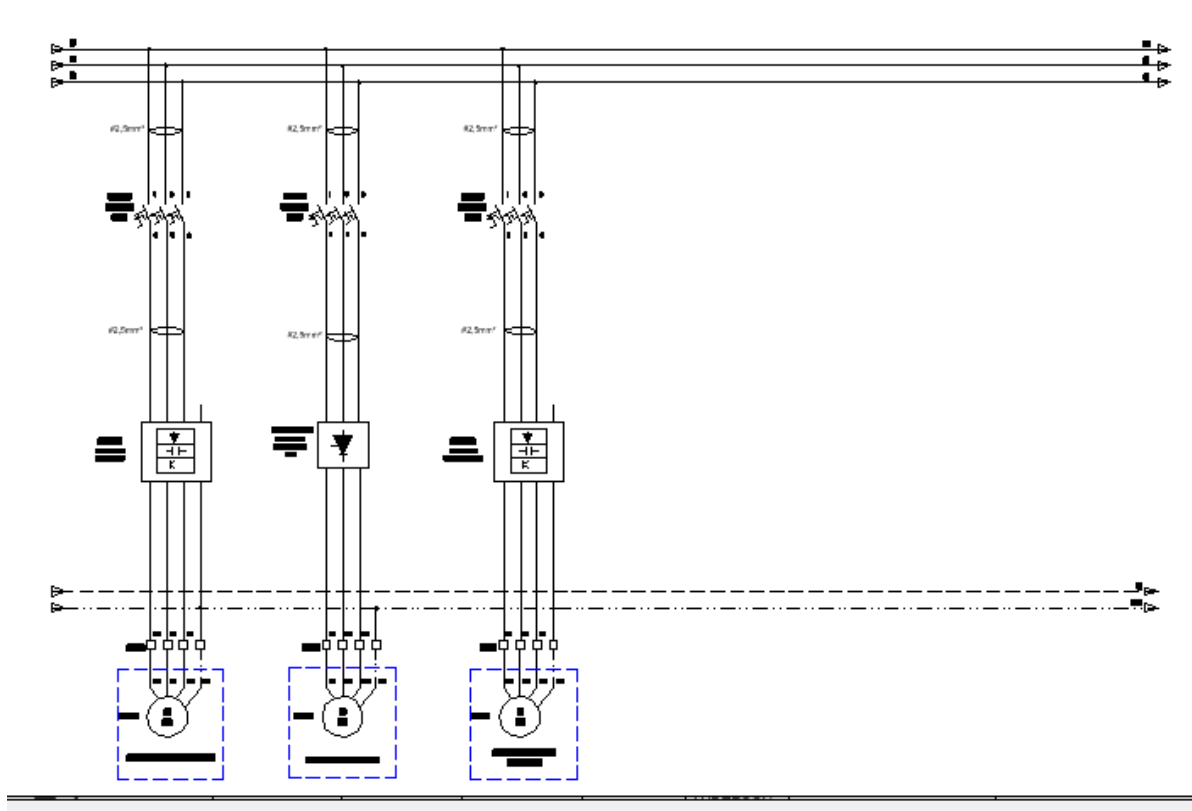


APÊNDICE 7

- DIAGRAMA DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1

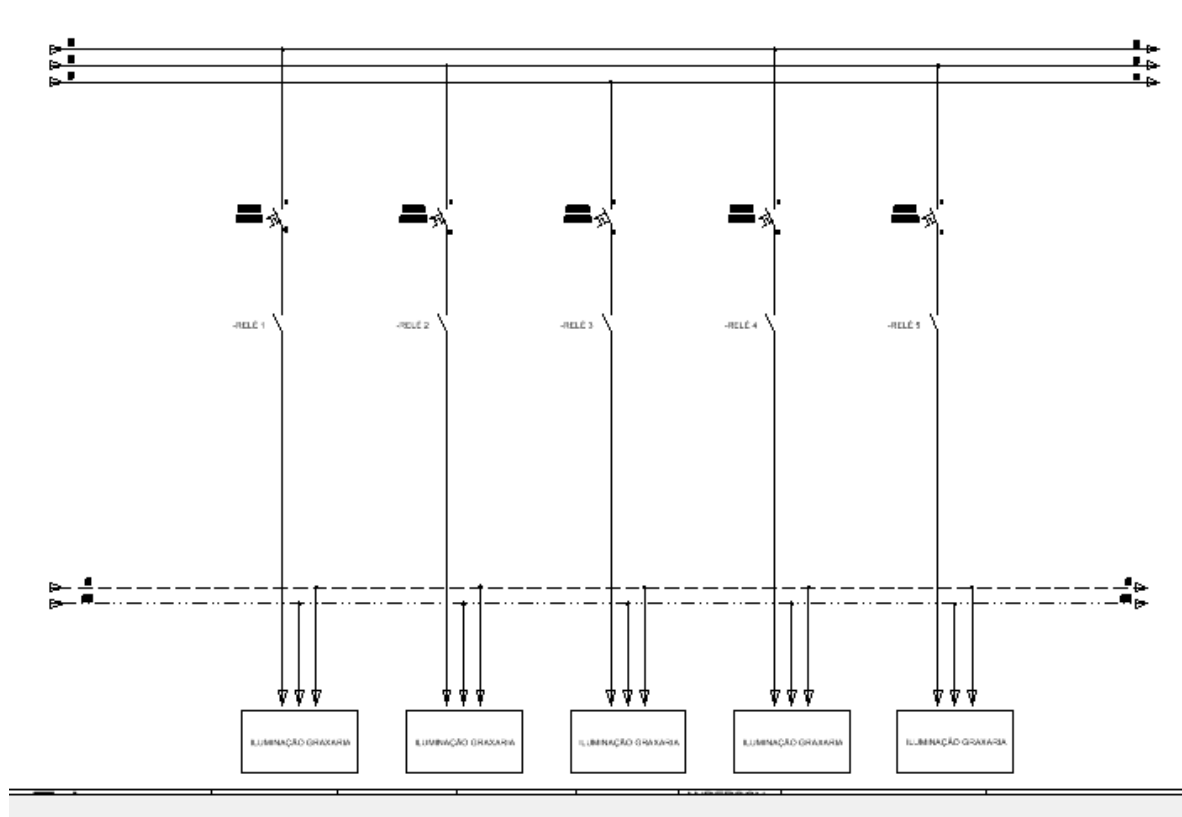


- DIAGRAMA DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1

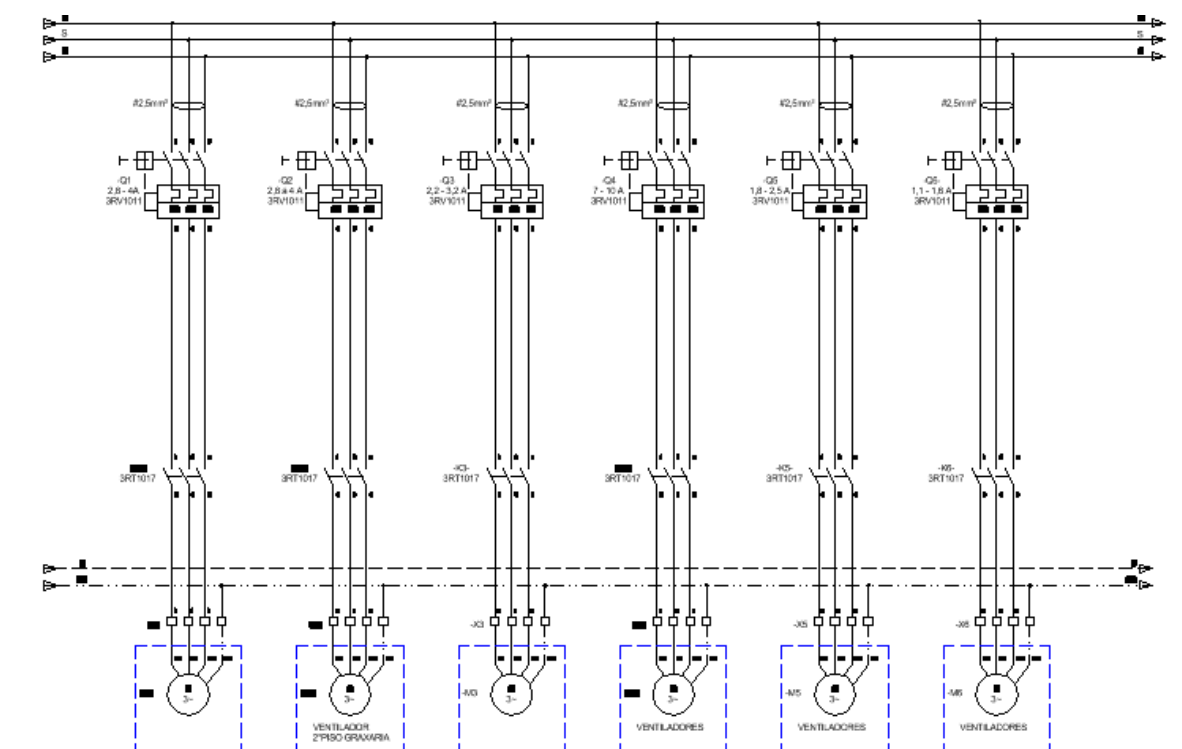


APÊNDICE 8

- DIAGRAMAS DISJUNTORES MONOFÁSICOS PAINEL 2

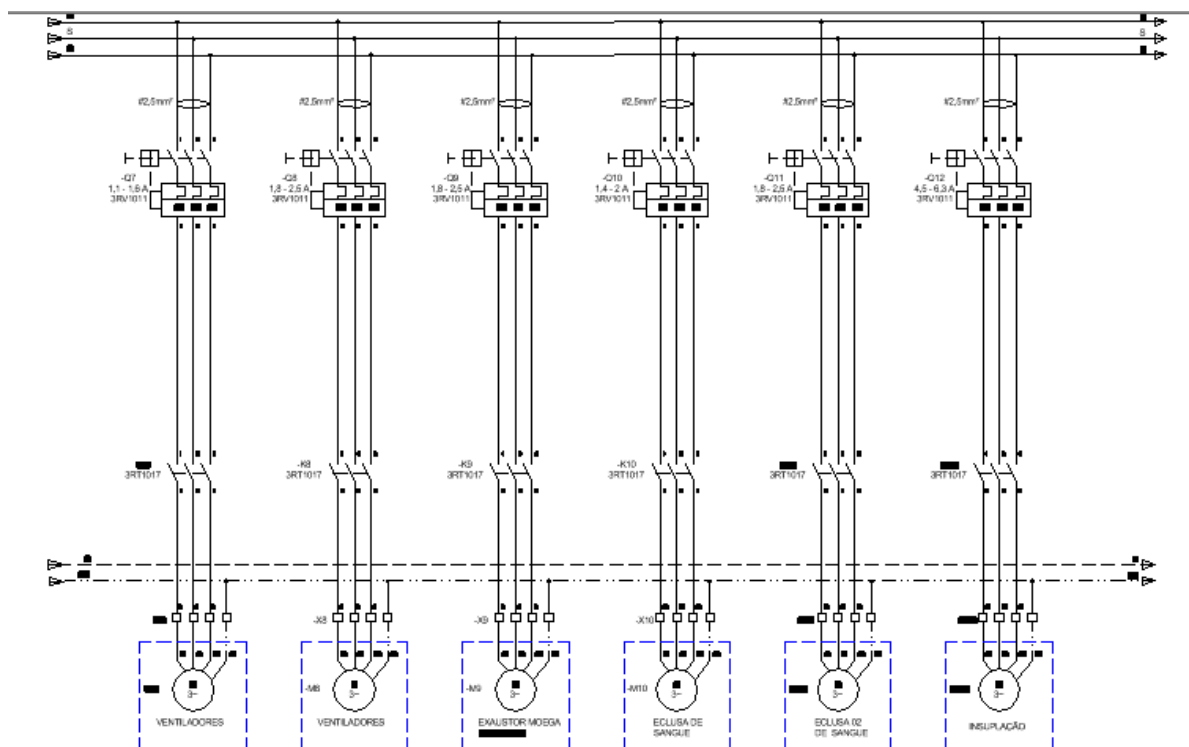


- DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1

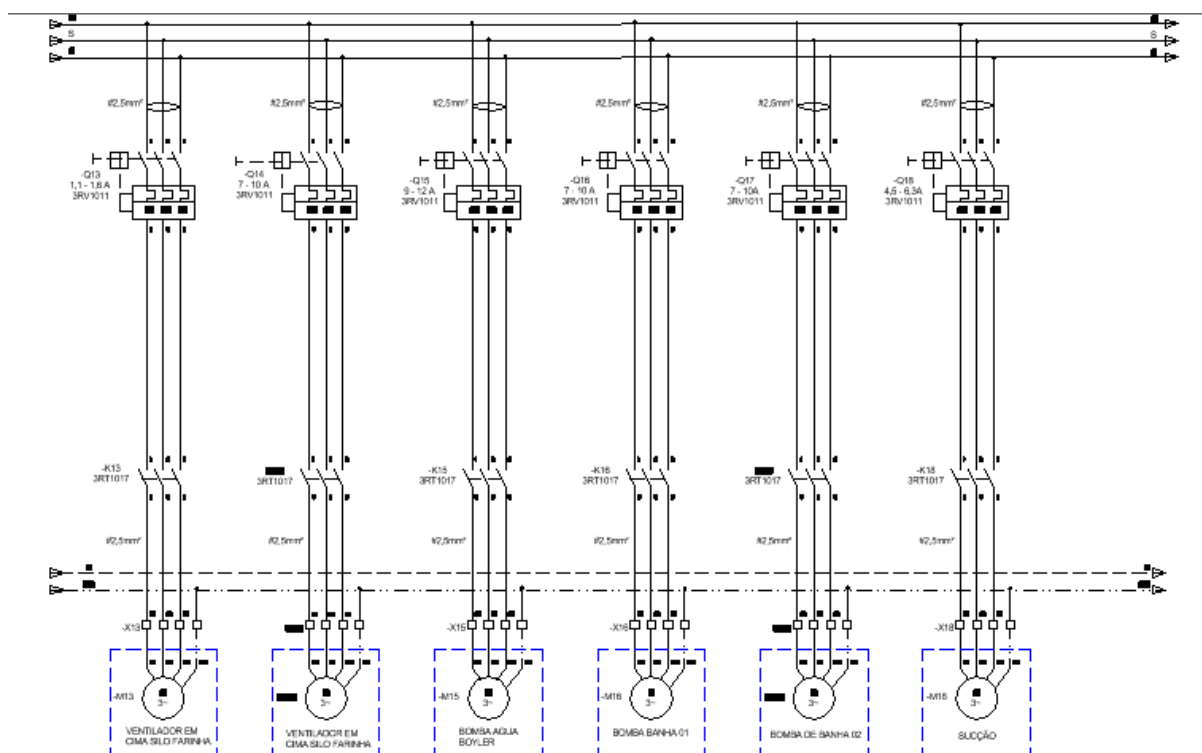


APÊNDICE 9

DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1

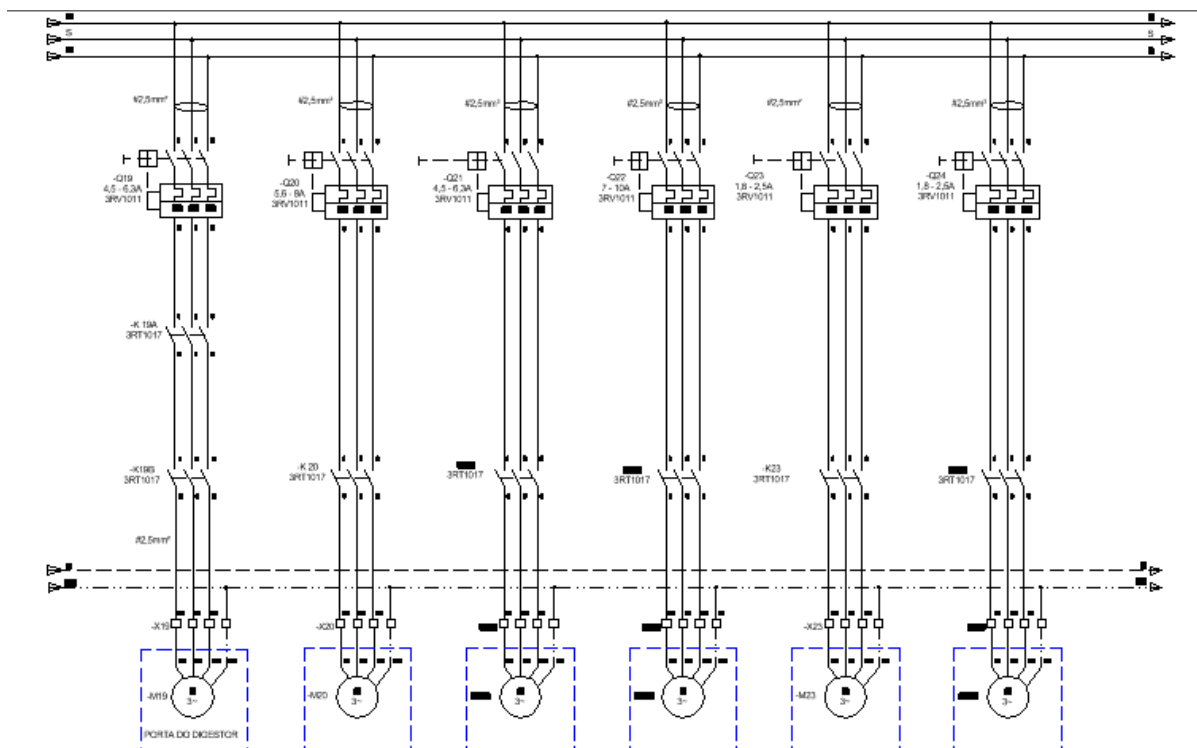


- DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1

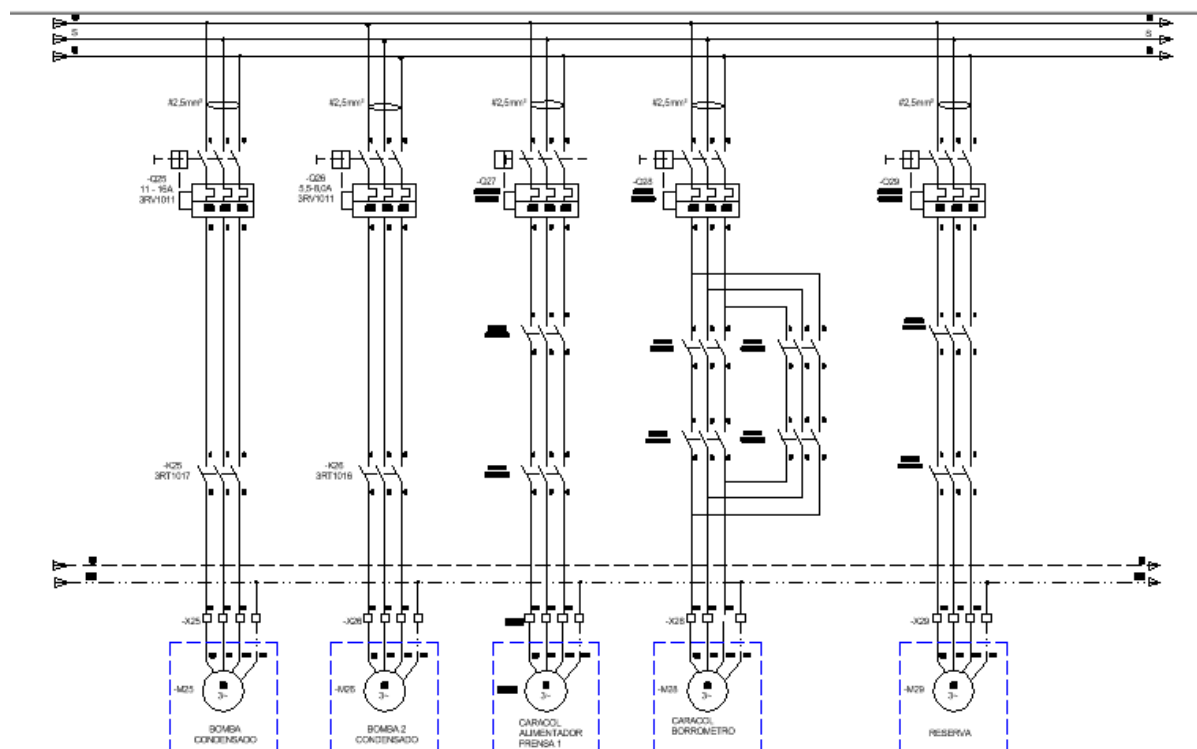


APÊNDICE 10

- DIAGRAMAS DE FORÇA PARTIDAS DIRETAS PAINEL 1

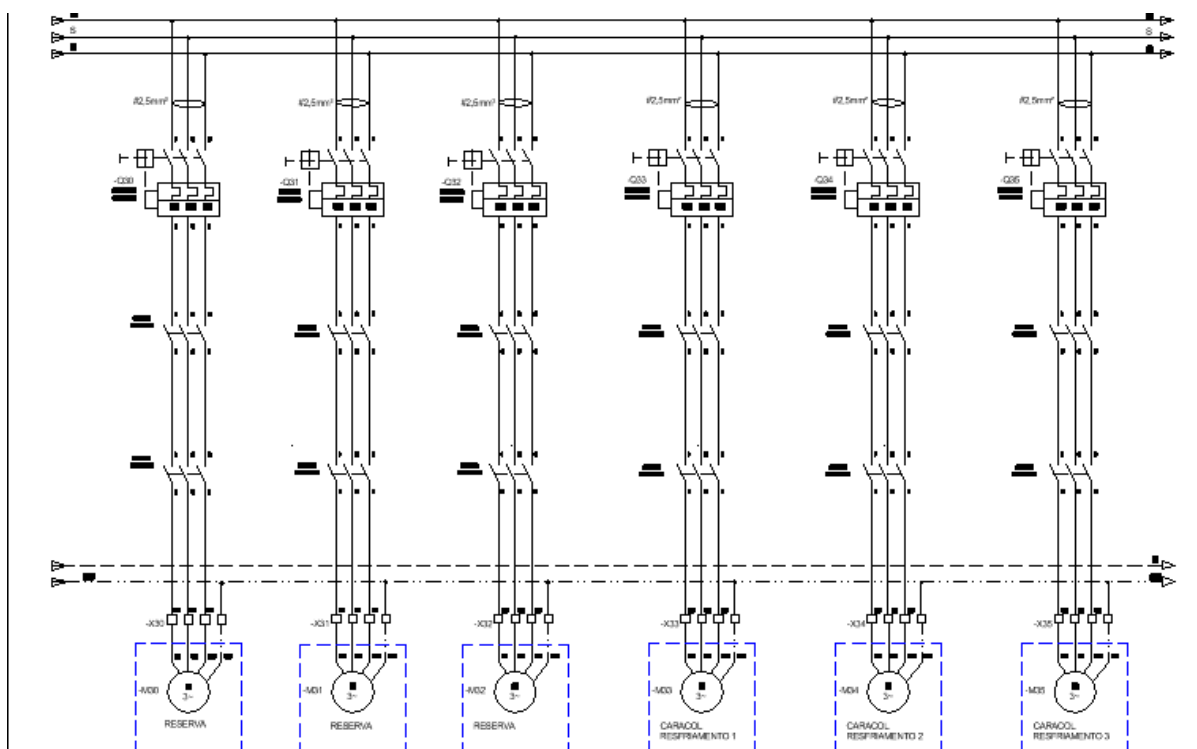


- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5

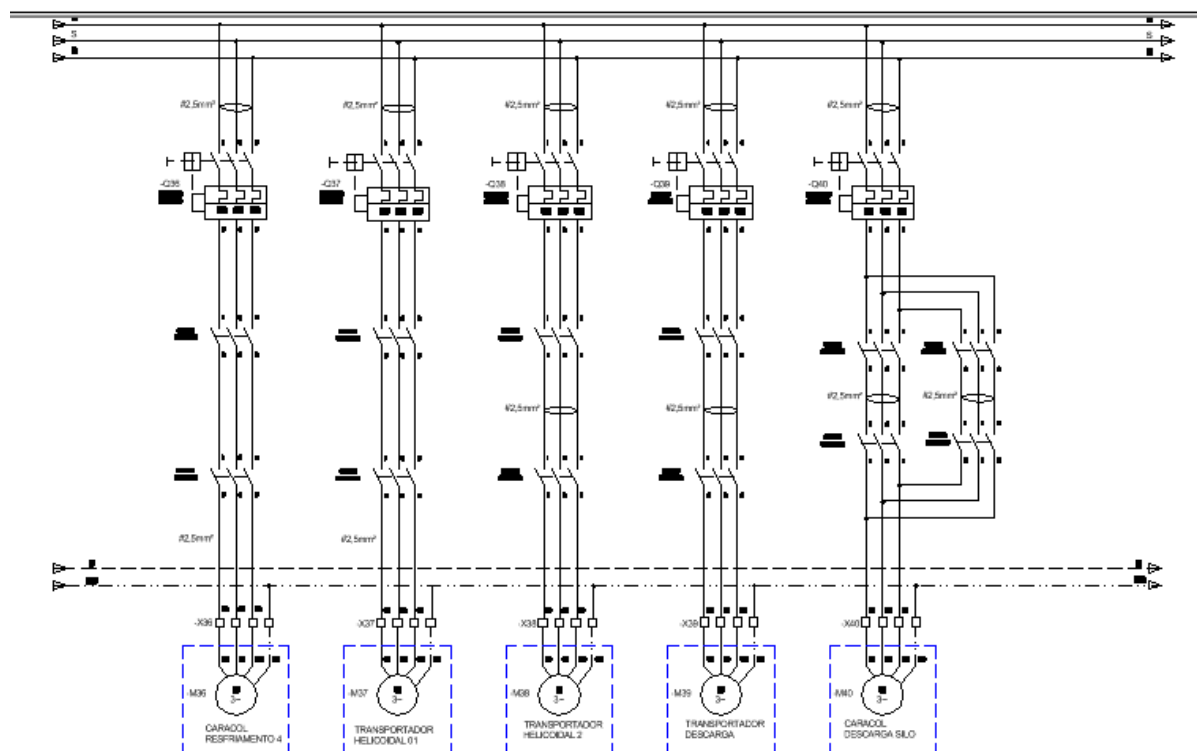


APÊNDICE 11

- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5

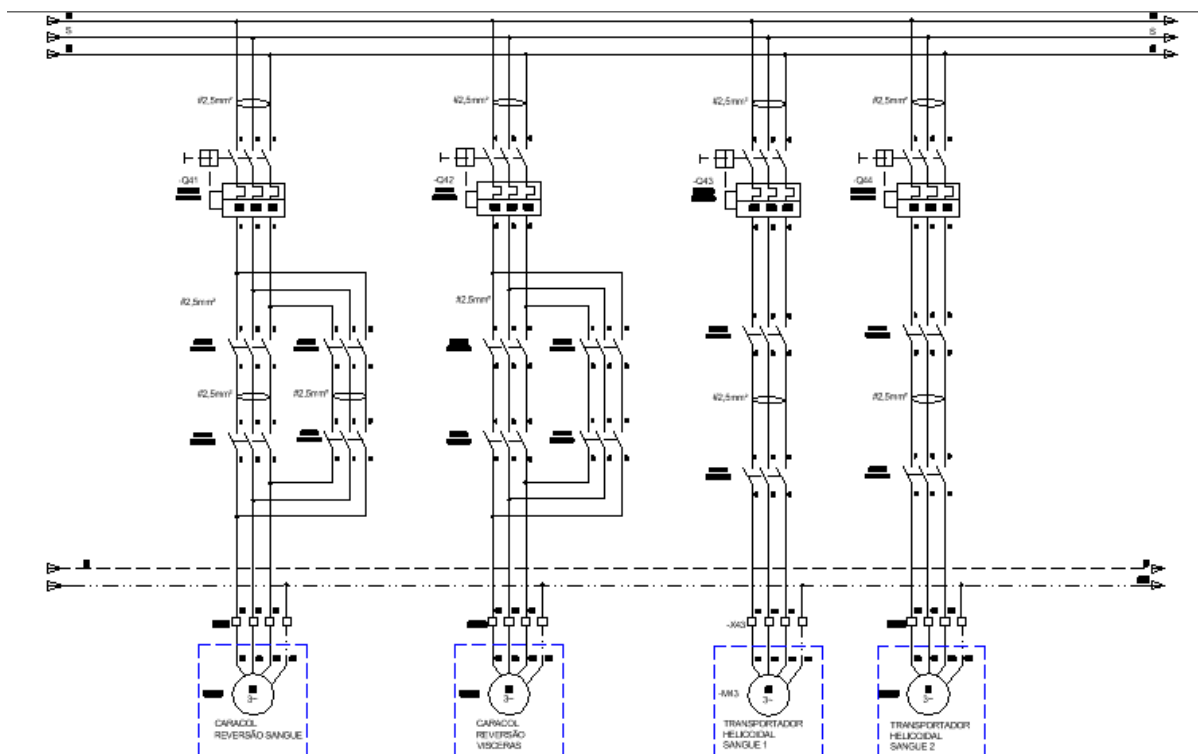


- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5

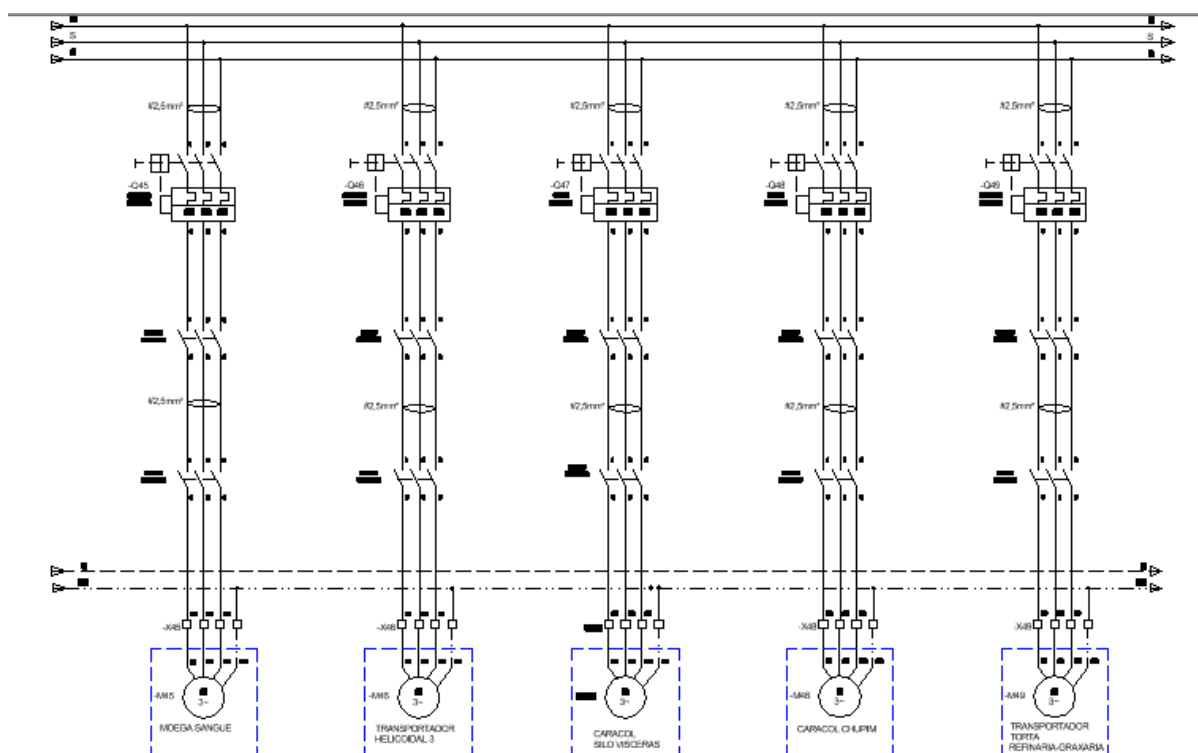


APÊNDICE 12

- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5

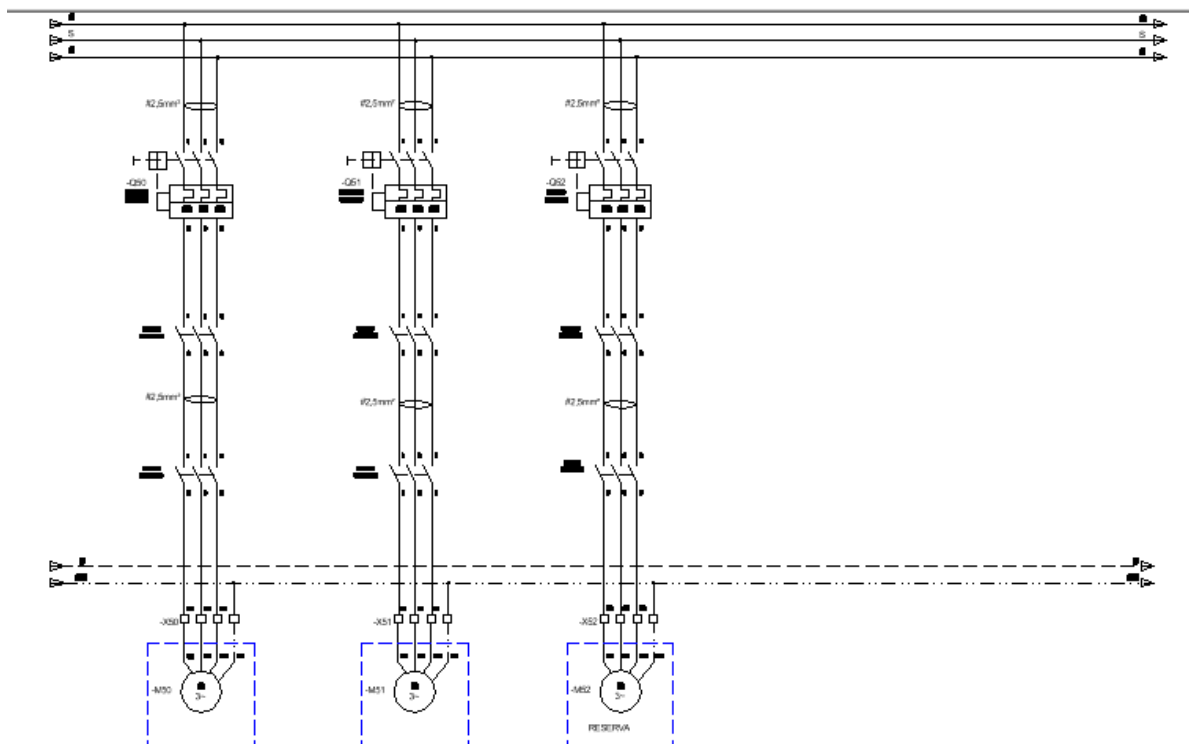


- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5

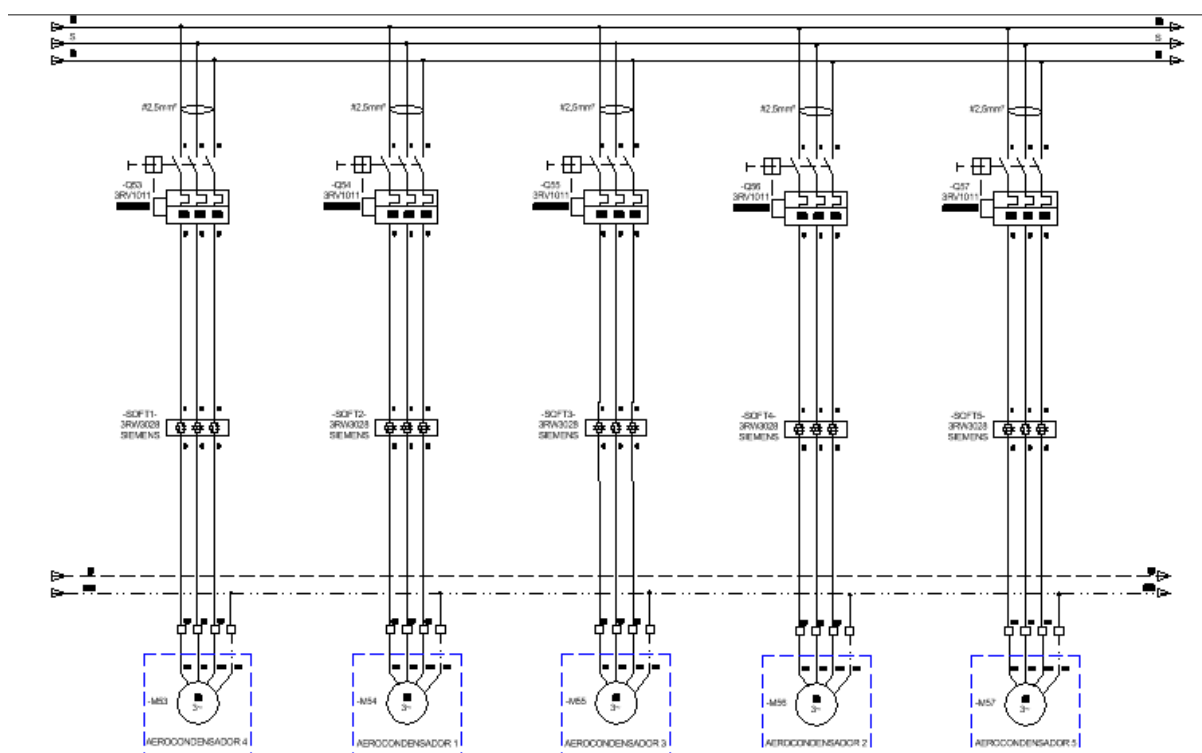


APÊNDICE 13

- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5

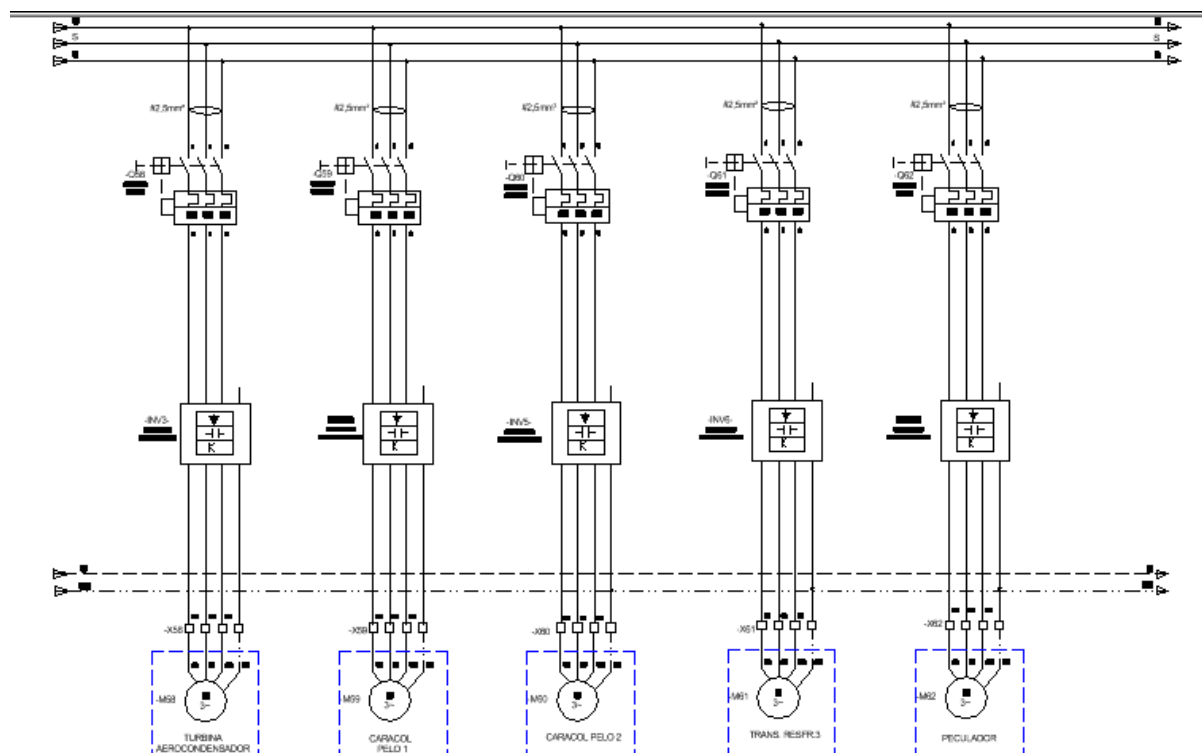


- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5



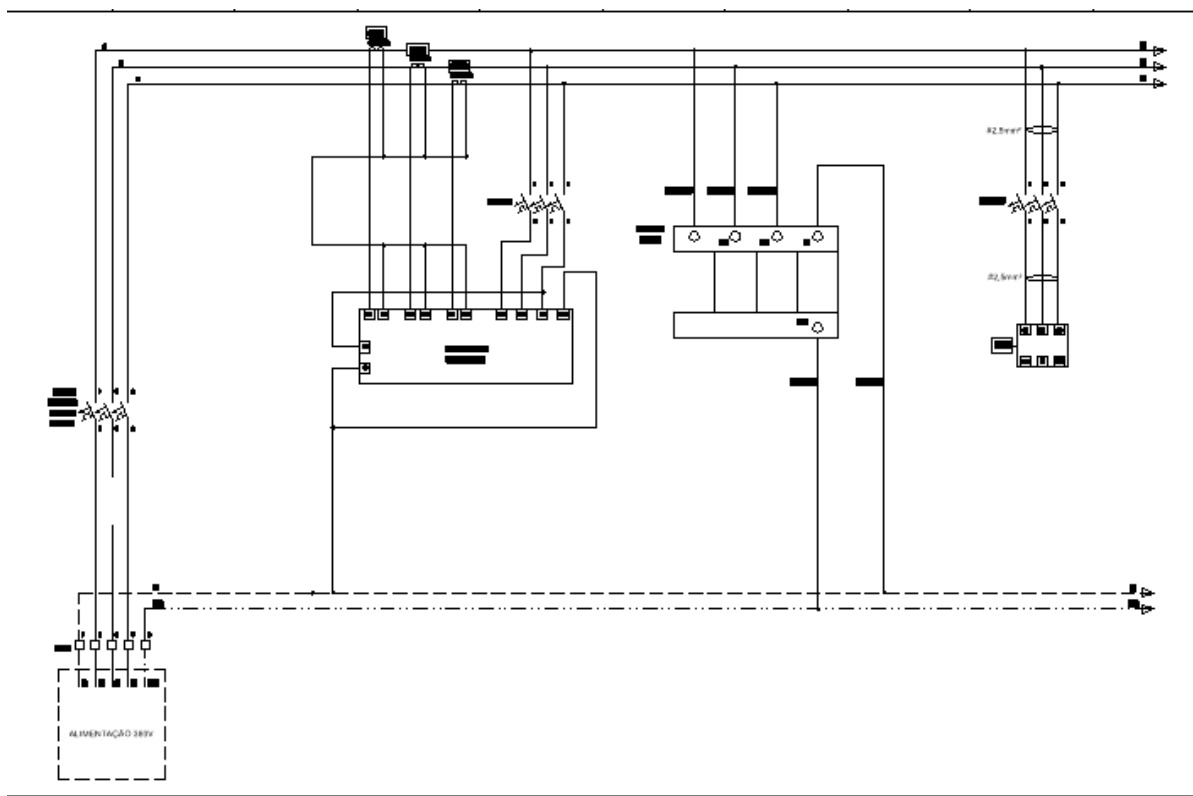
APÊNDICE 14

- DIAGRAMAS PARTIDAS DIRETAS PAINEL 5



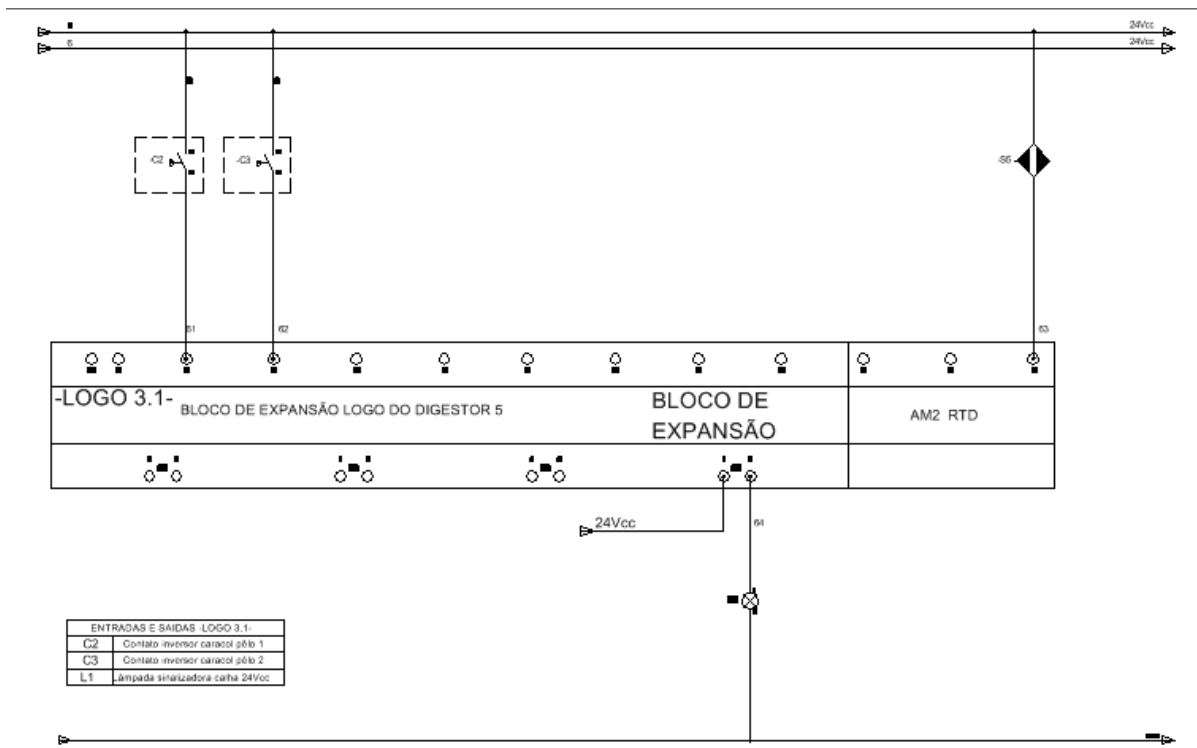
APÊNDICE 15

- DIAGRAMAS DE FORÇA ENTRADA PAINEL 2

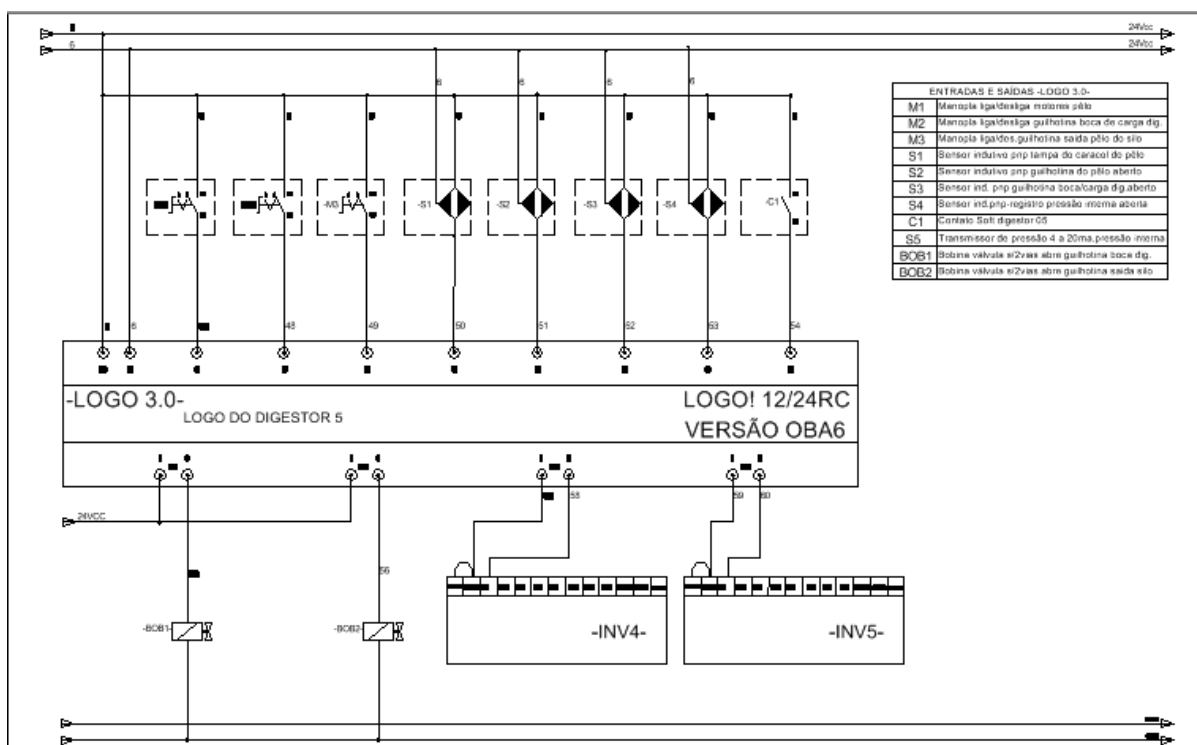


APÊNDICE 16

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO BLOCO DE EXPANSÃO DIGESTOR 5 PAINEL 2

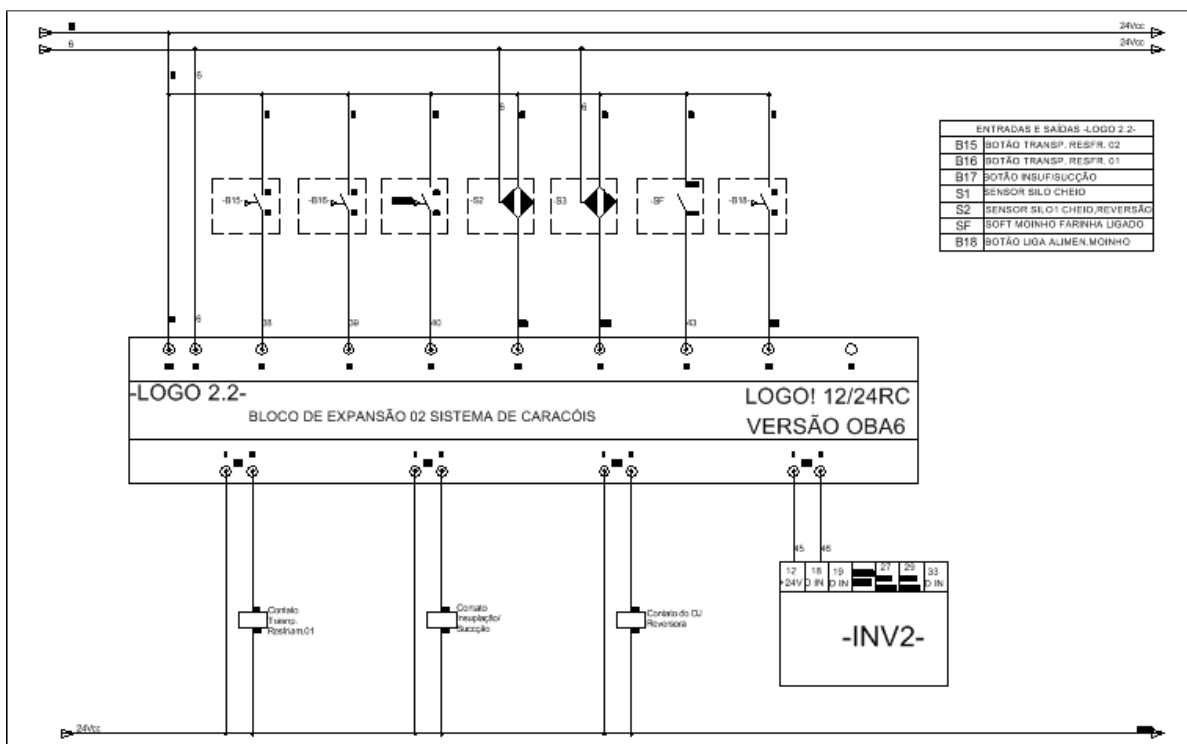


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO LOGO (CLP) DIGESTOR 5 PAINEL 2

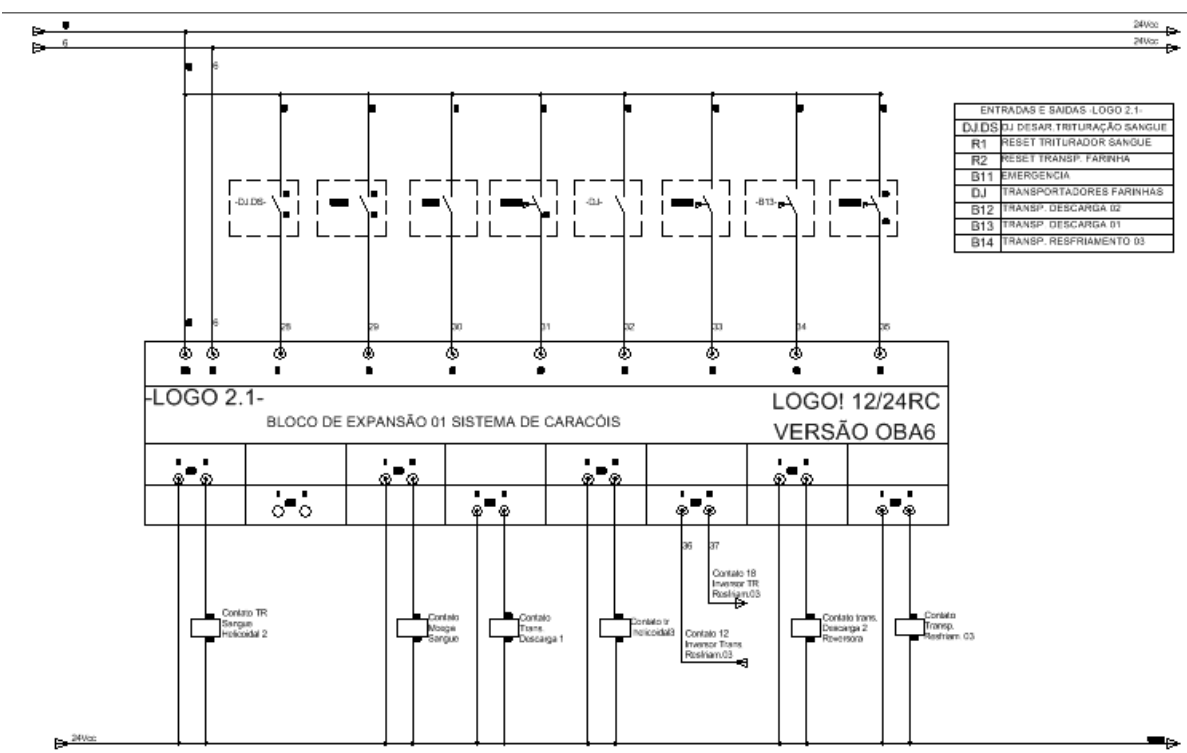


APÊNDICE 17

- DIAGRAMA LIGAÇÃO BLOCO EXPANSÃO SISTEMAS CARACÓIS PAINEL 2

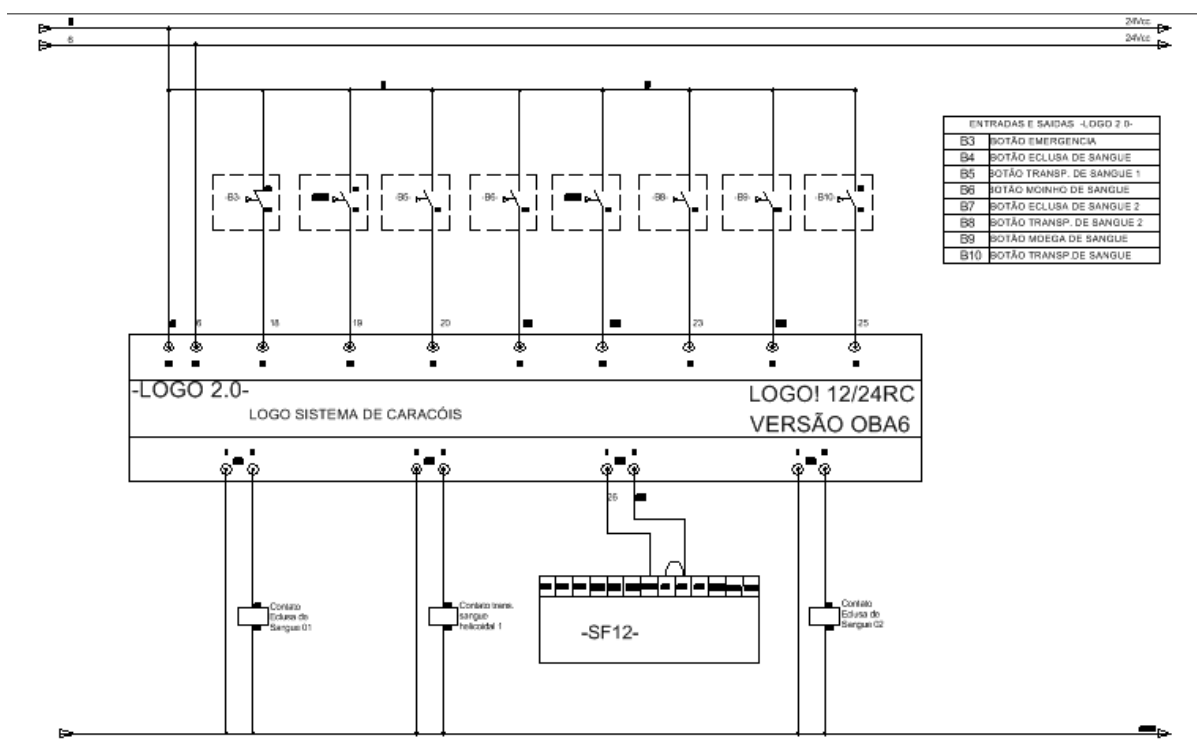


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO BLOCO EXPANSÃO SISTEMAS DE CARACÓIS PAINEL 2

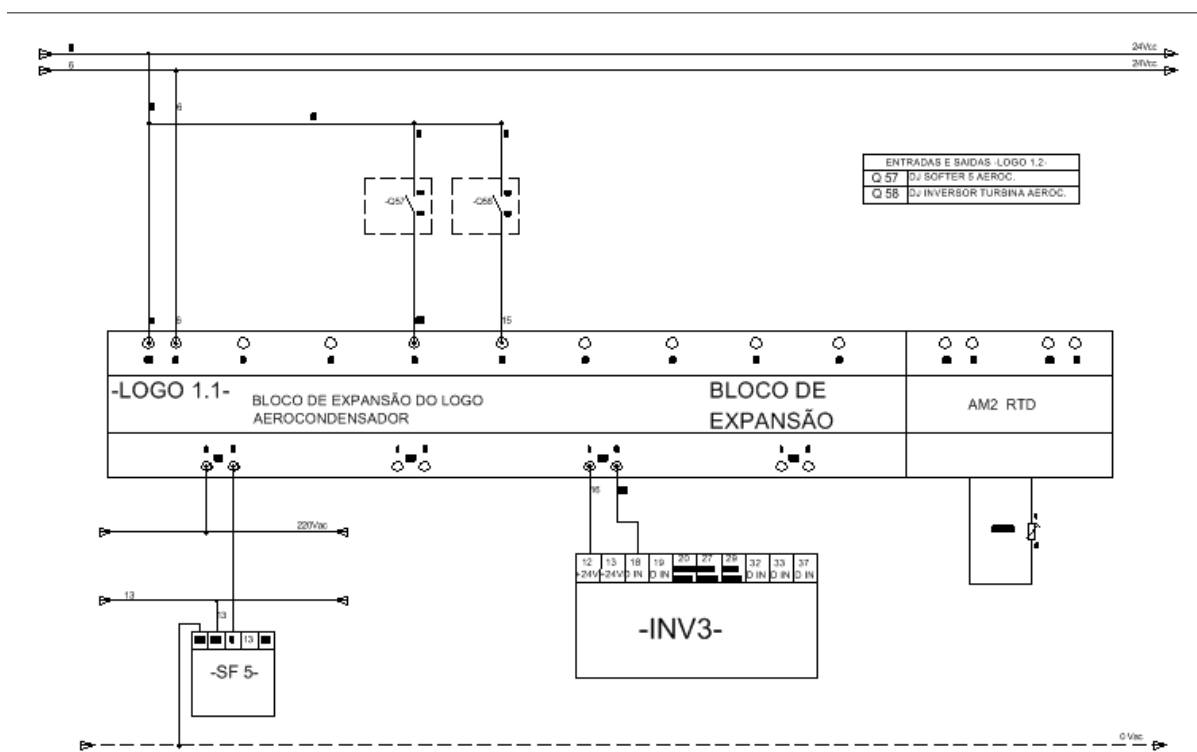


APÊNDICE 18

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO LOGO (CLP) SISTEMAS DE CARACÓIS PAINEL 2

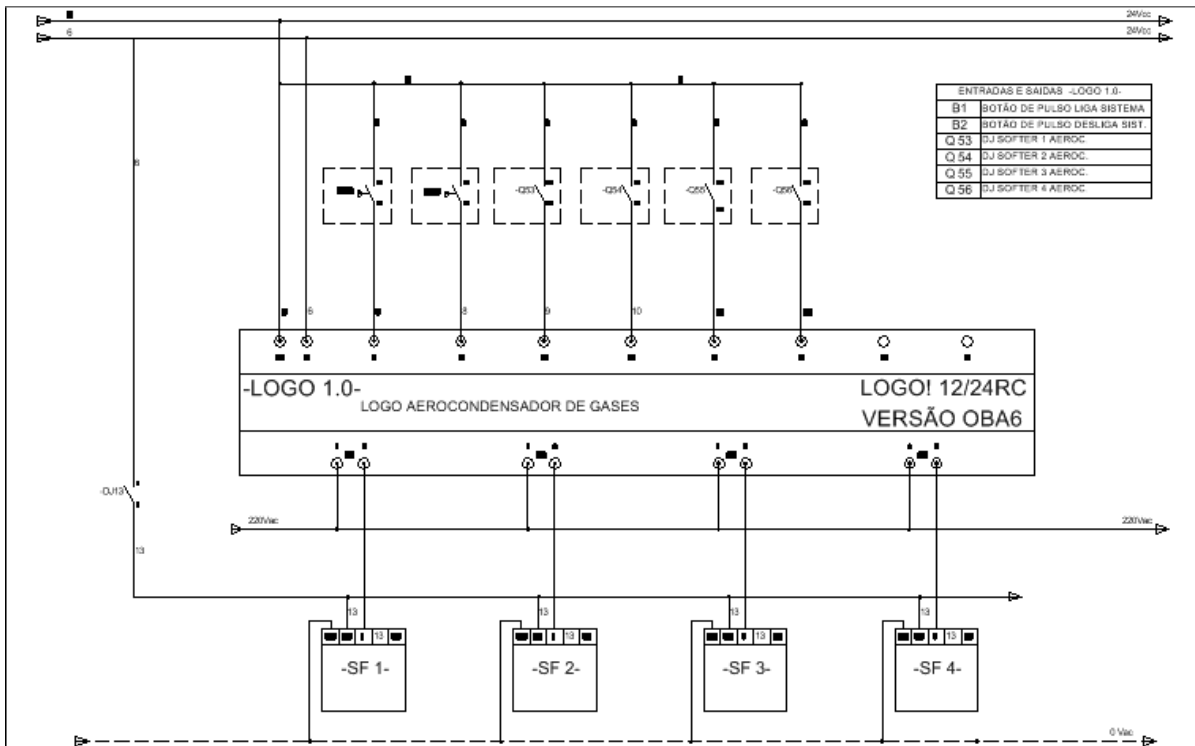


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO BLOCO DE EXPANSÃO AEROCONDENSADOR PAINEL 2

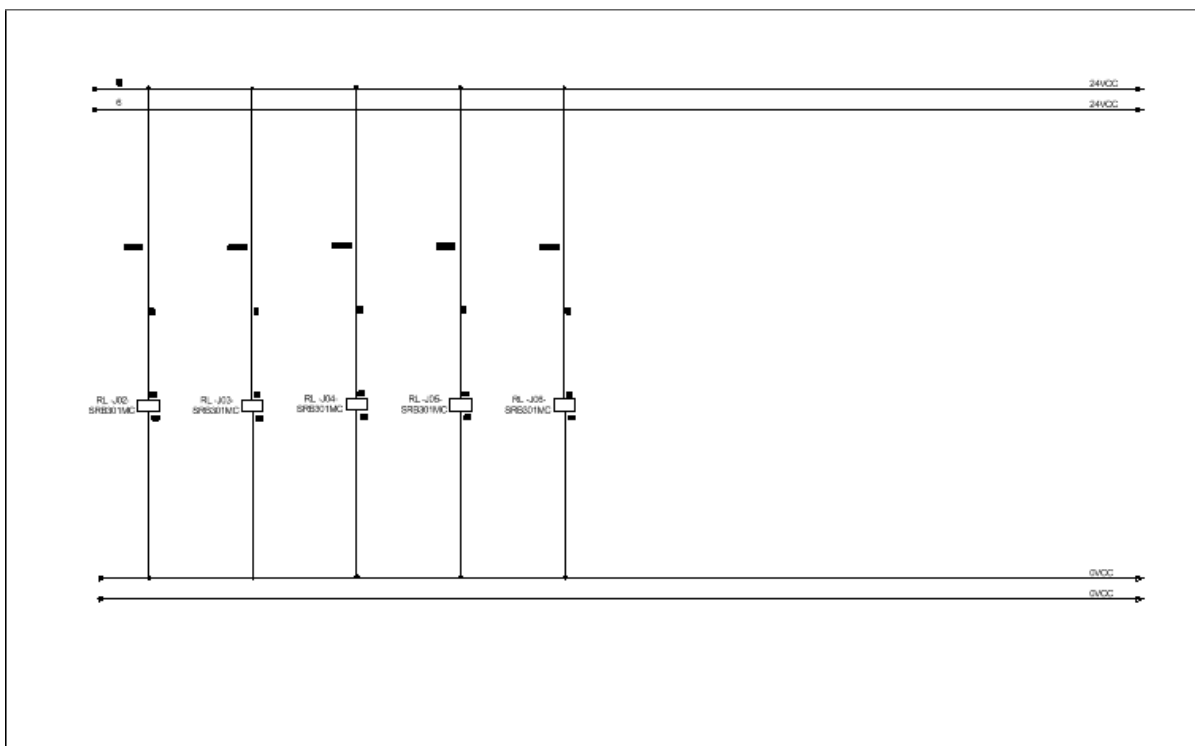


APÊNDICE 19

- DIAGRAMA LIGAÇÃO LOGO (CLP) AEROCONDENSADOR PAINEL 2

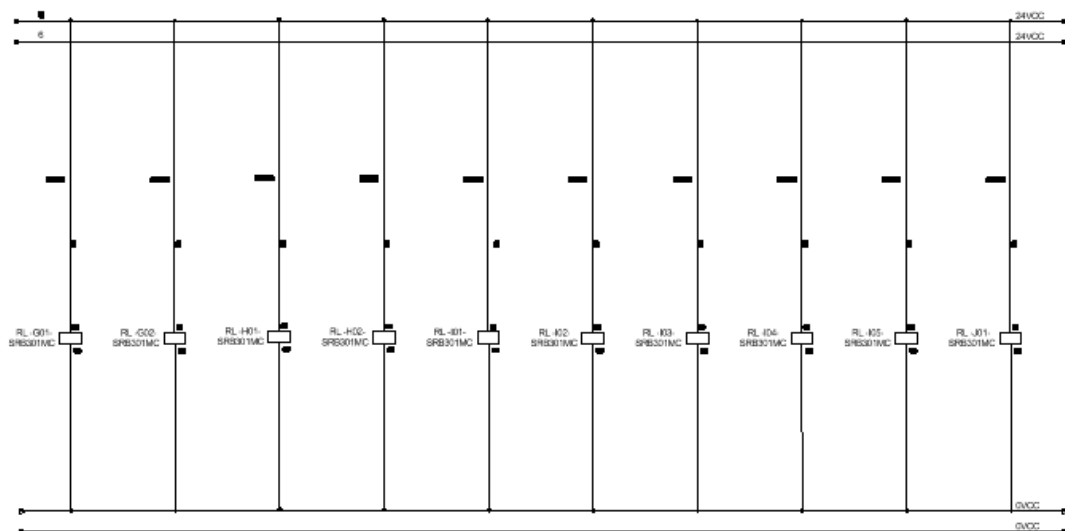


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO RELES PAINEL 2

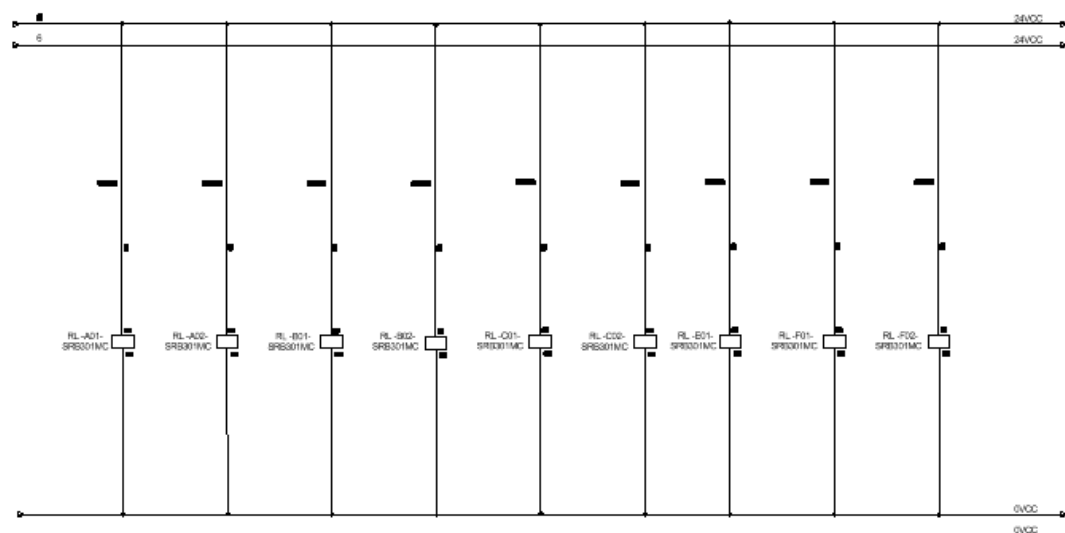


APÊNDICE 20

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO RELES PAINEL 2

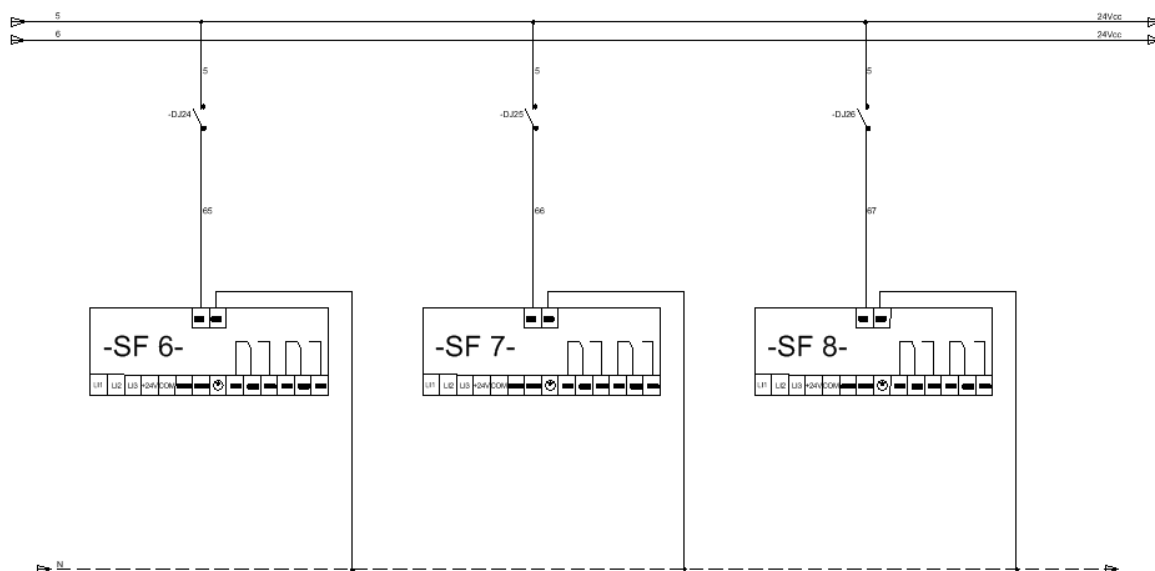


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO RELES PAINEL 2

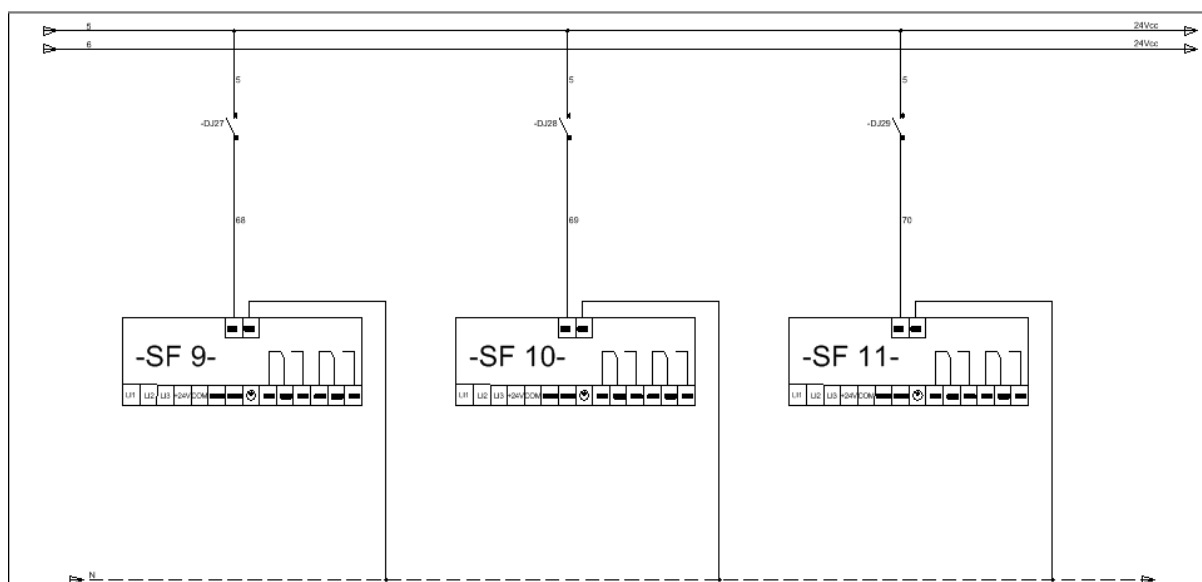


APÊNDICE 21

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

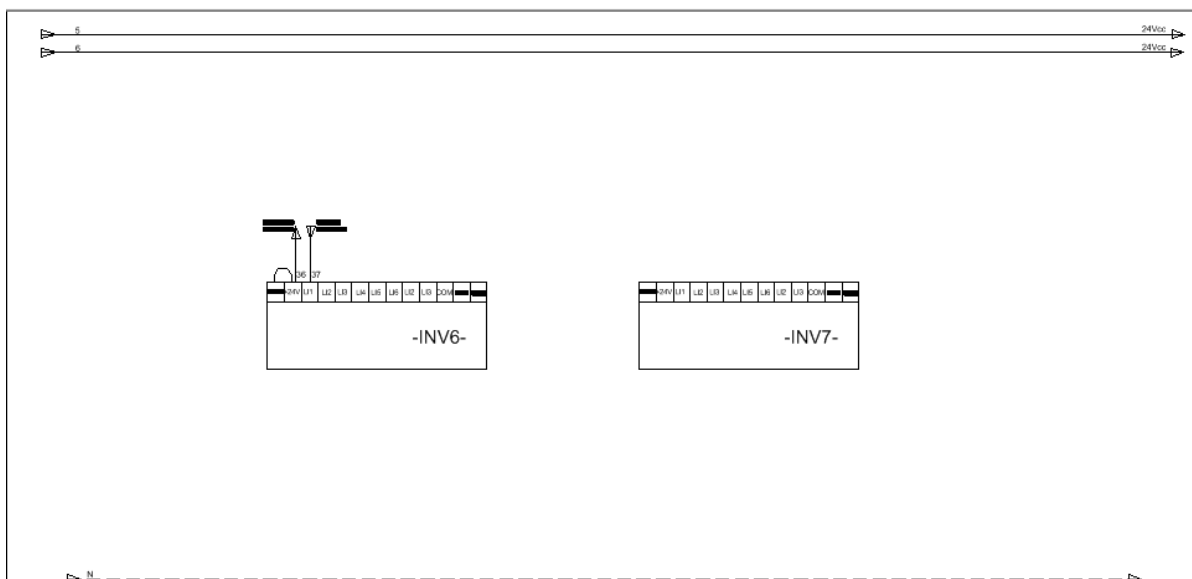


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

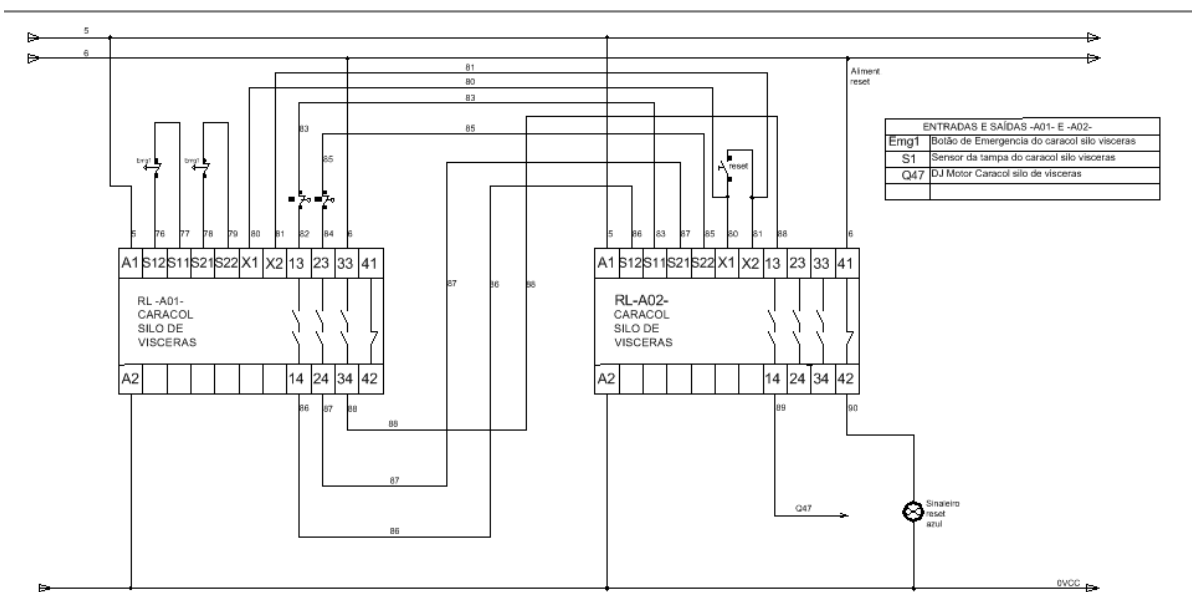


APÊNDICE 22

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

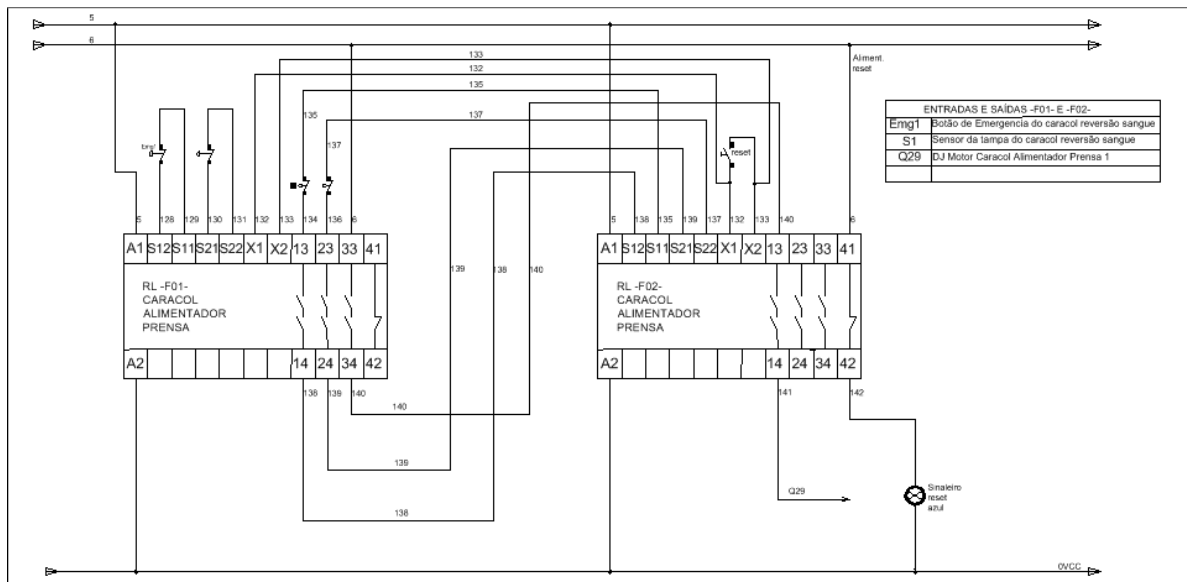


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

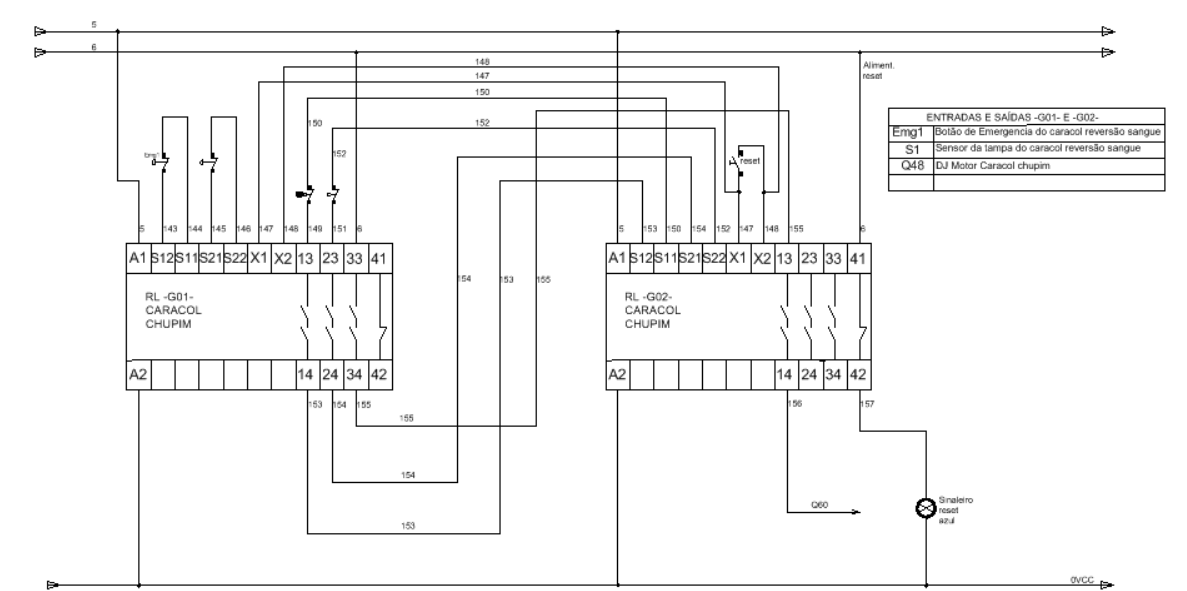


APÊNDICE 24

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

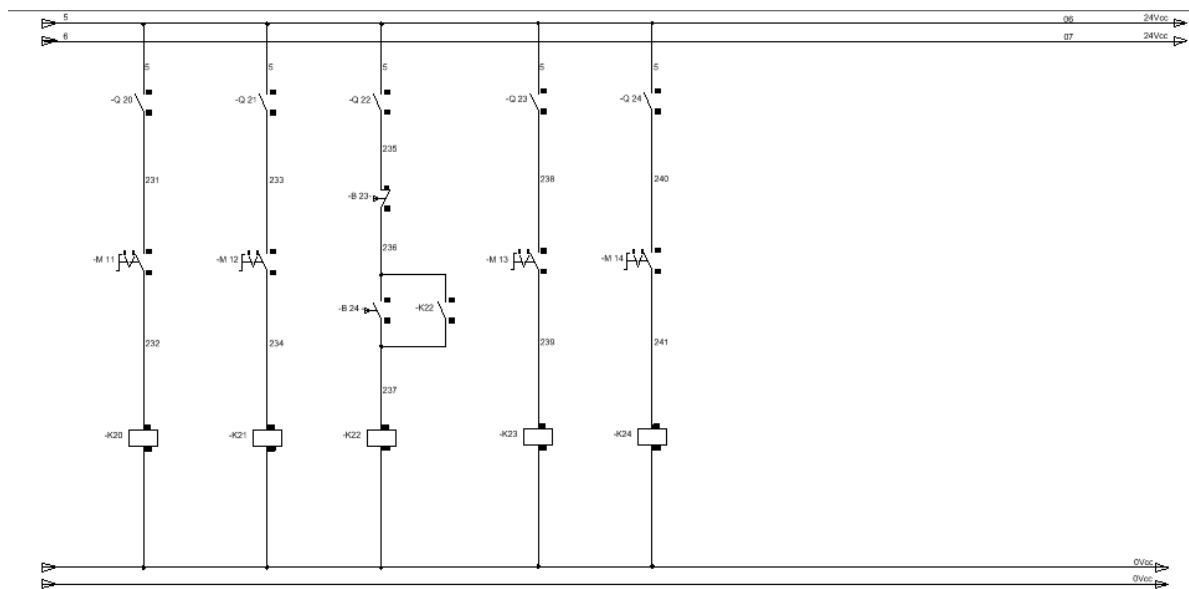


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

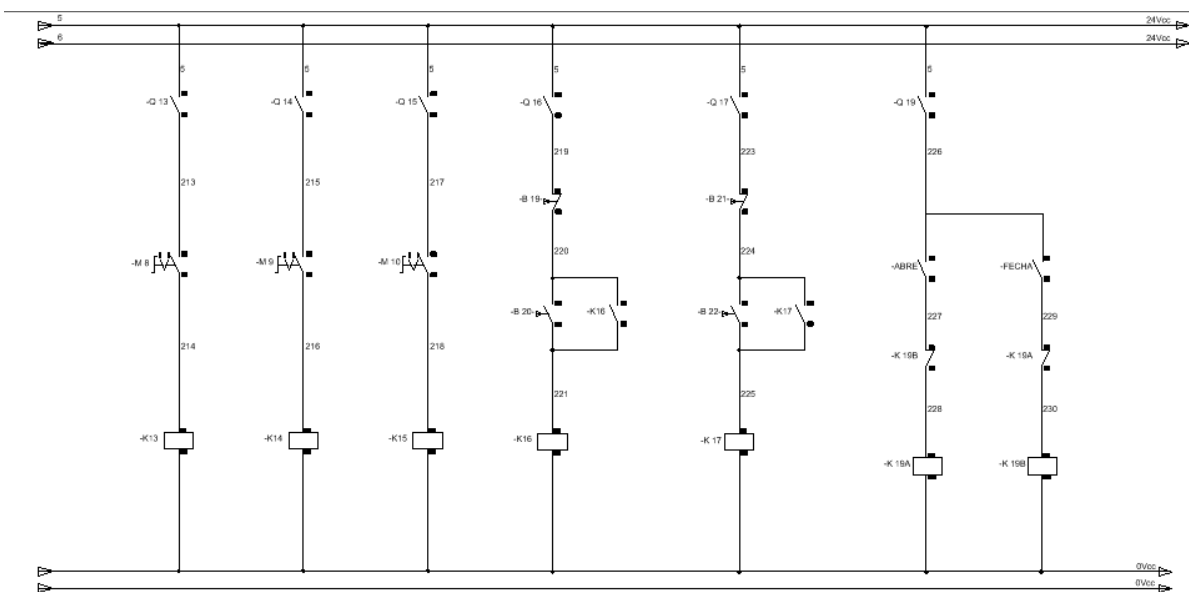


APÊNDICE 26

- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 1

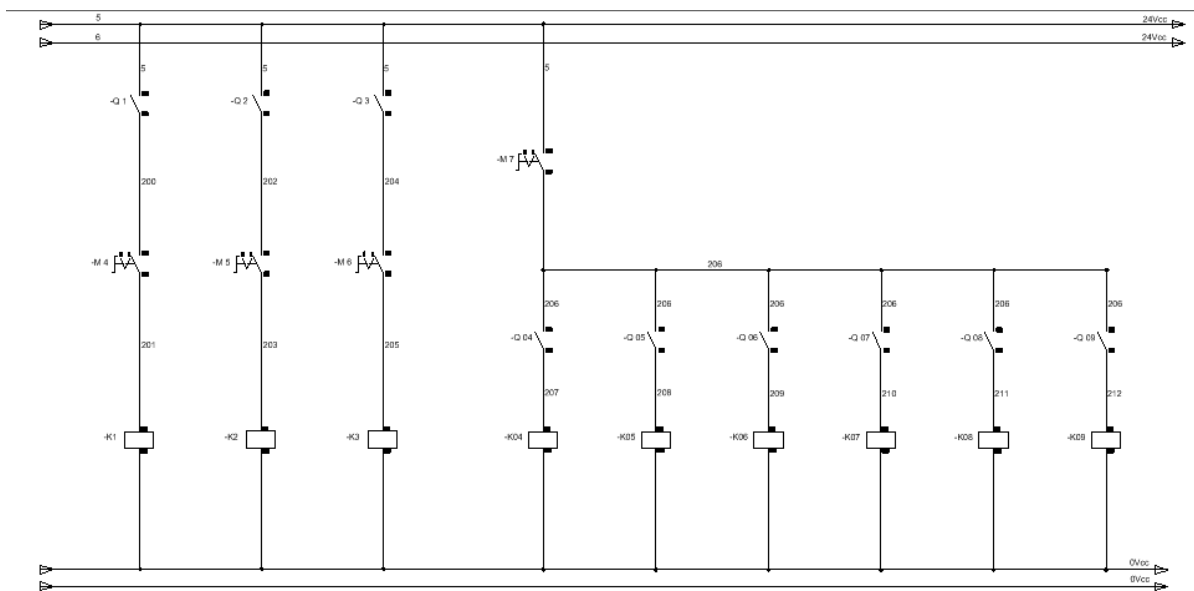


- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 1

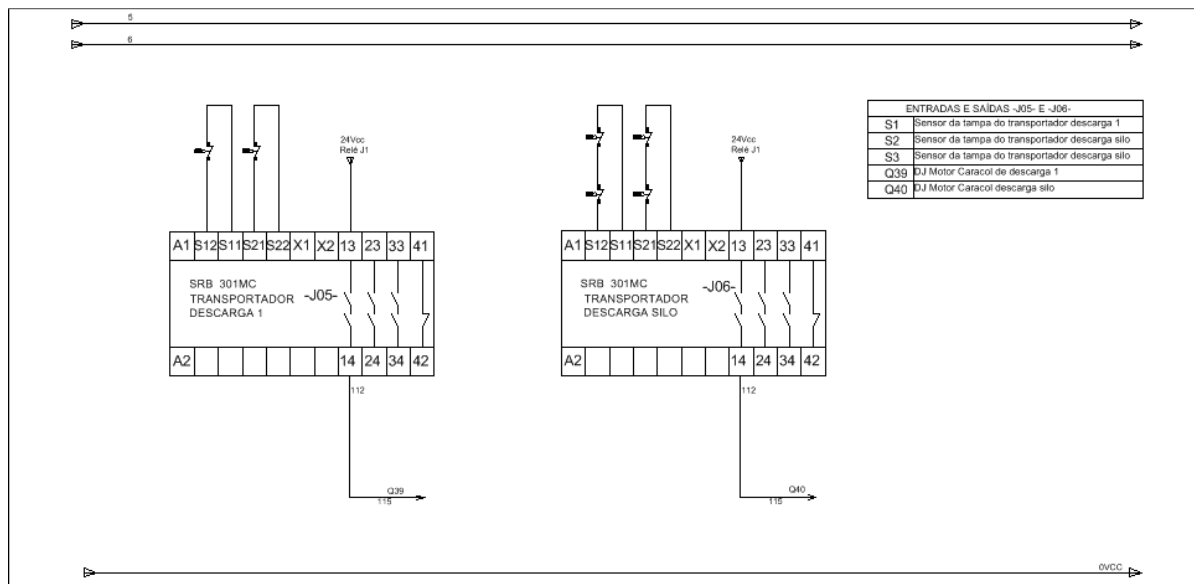


APÊNDICE 27

- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 1

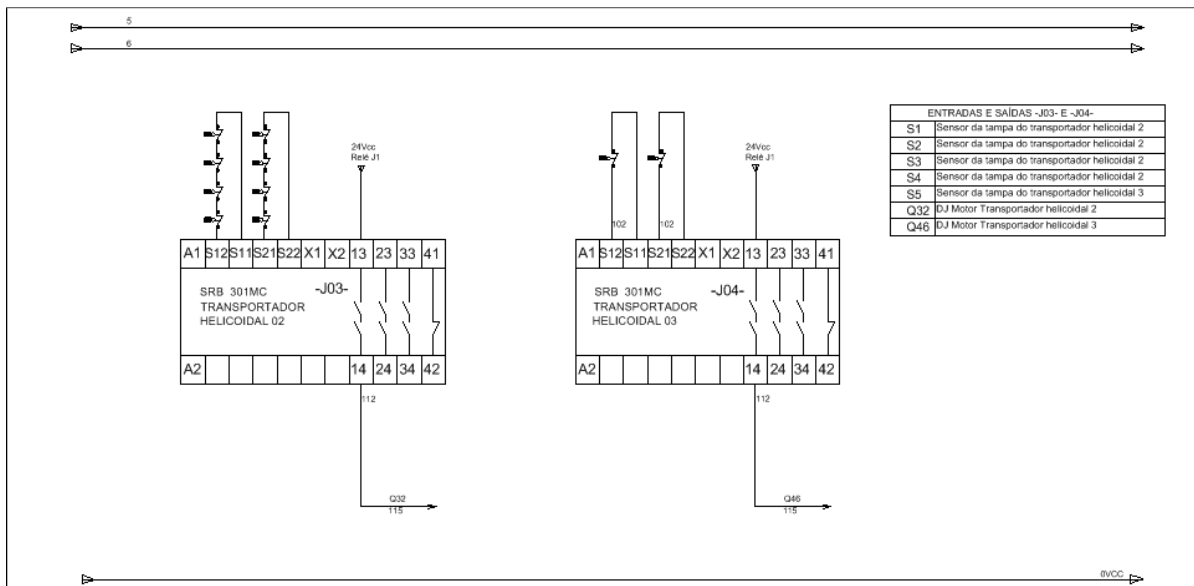


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

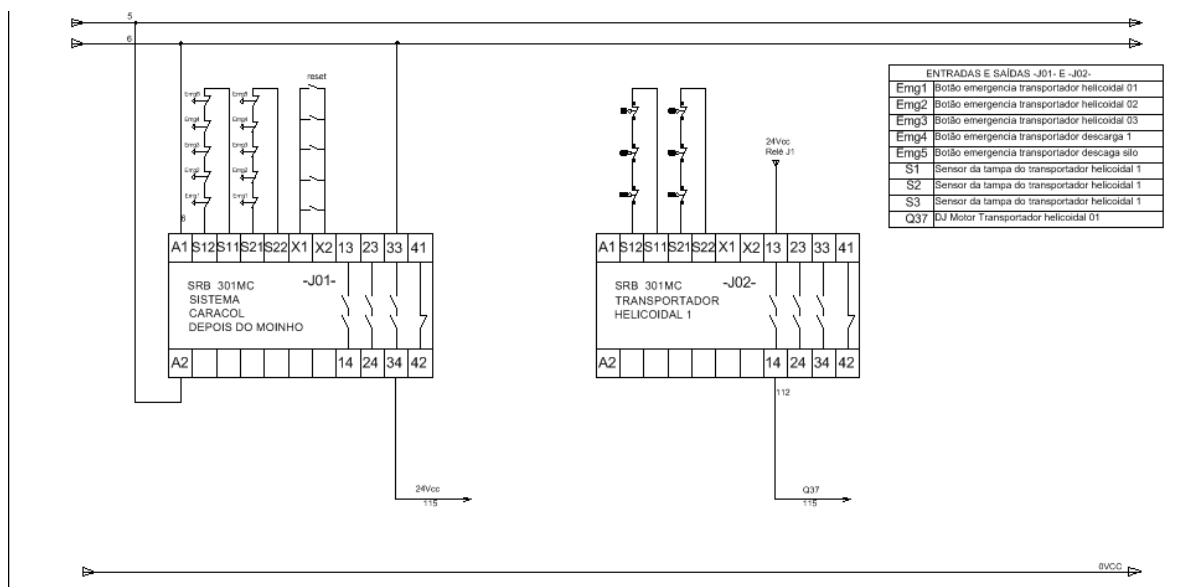


APÊNDICE 28

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

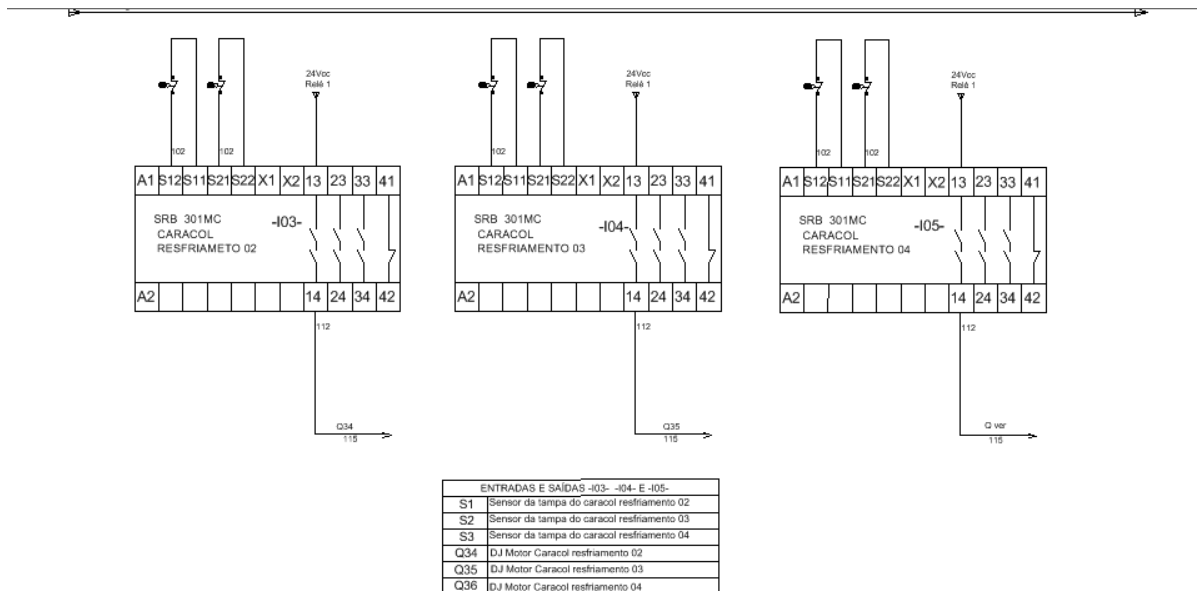


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

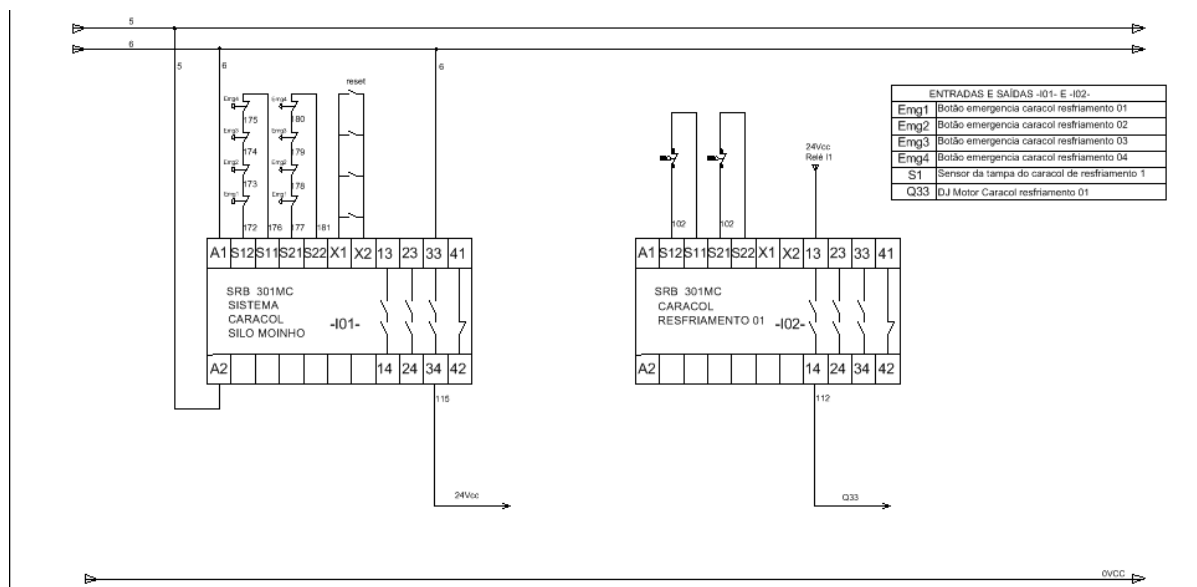


APÊNDICE 29

- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

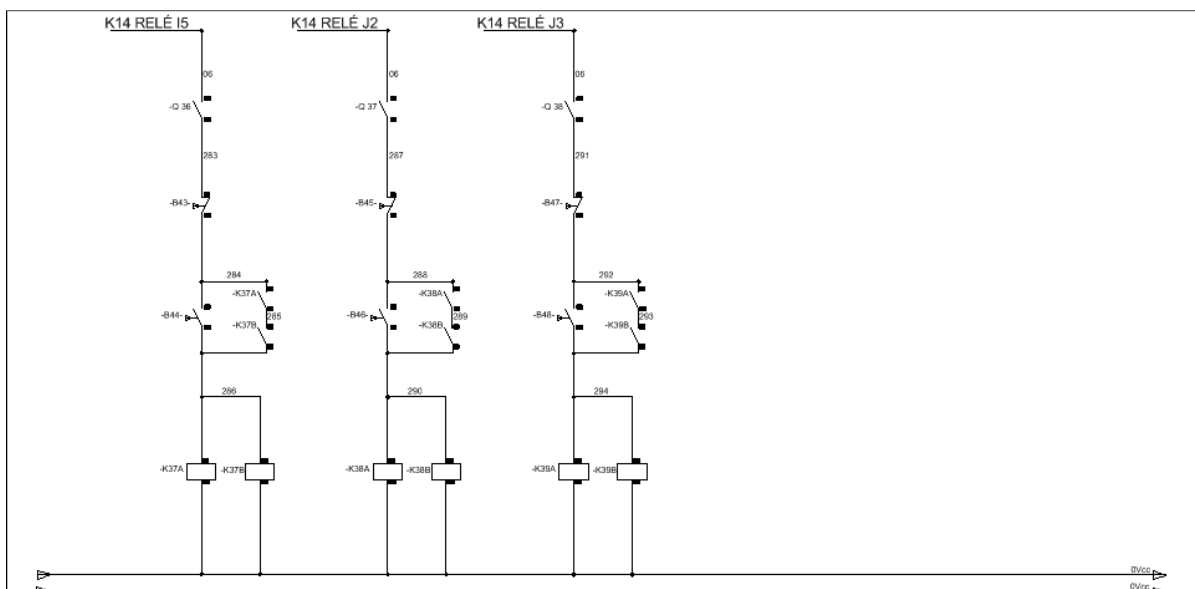


- DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SENSOR DE SEGURANÇA CARACÓIS PAINEL 5

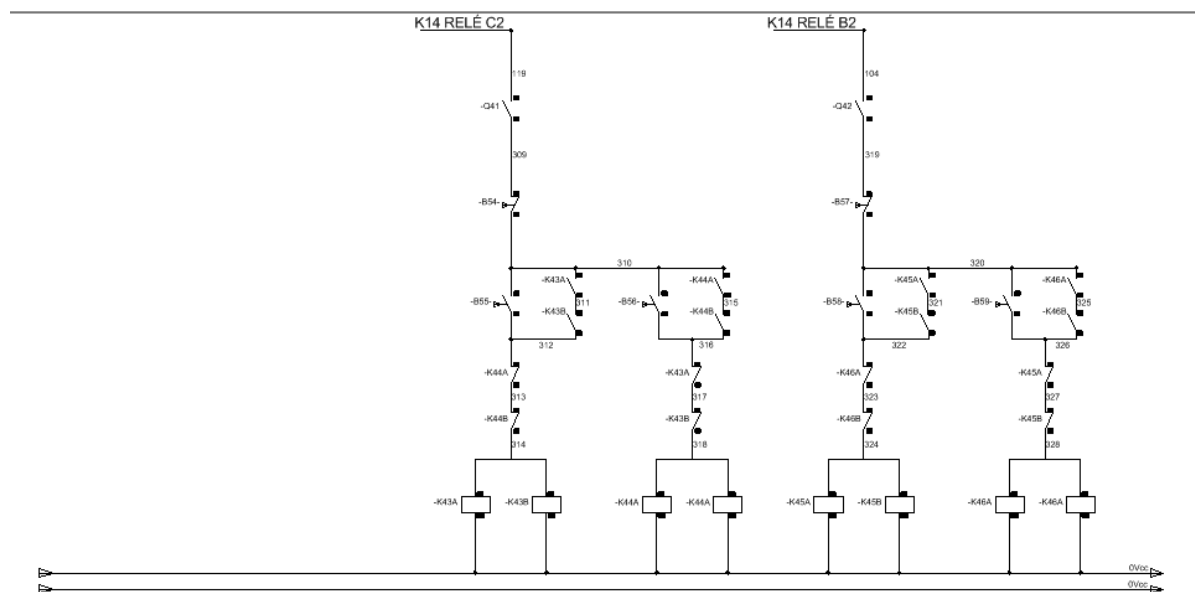


APÊNDICE 30

- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5

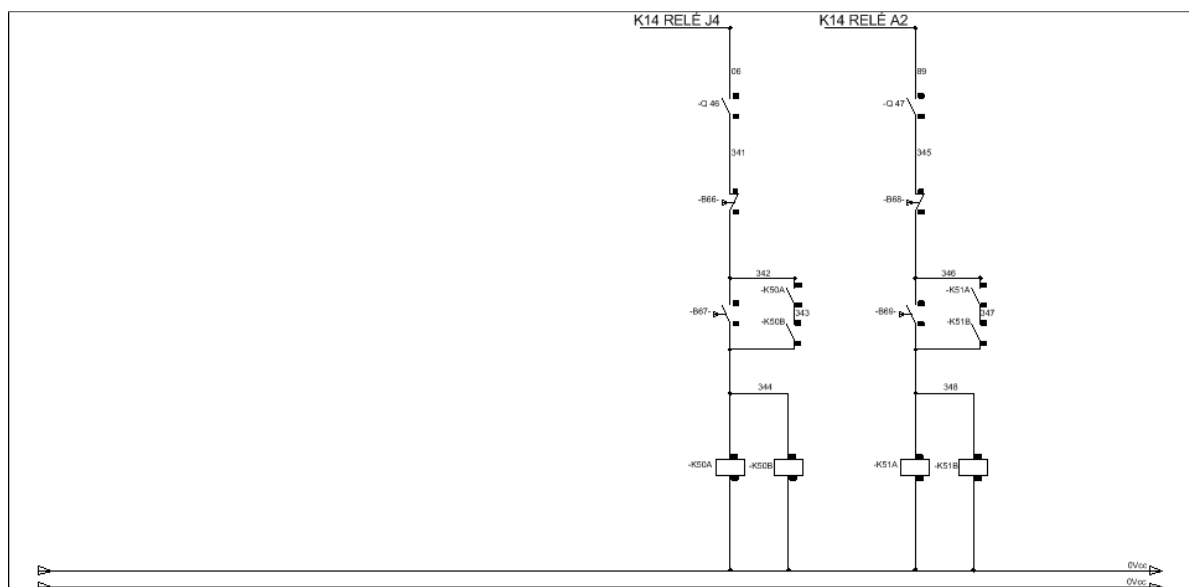


- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5

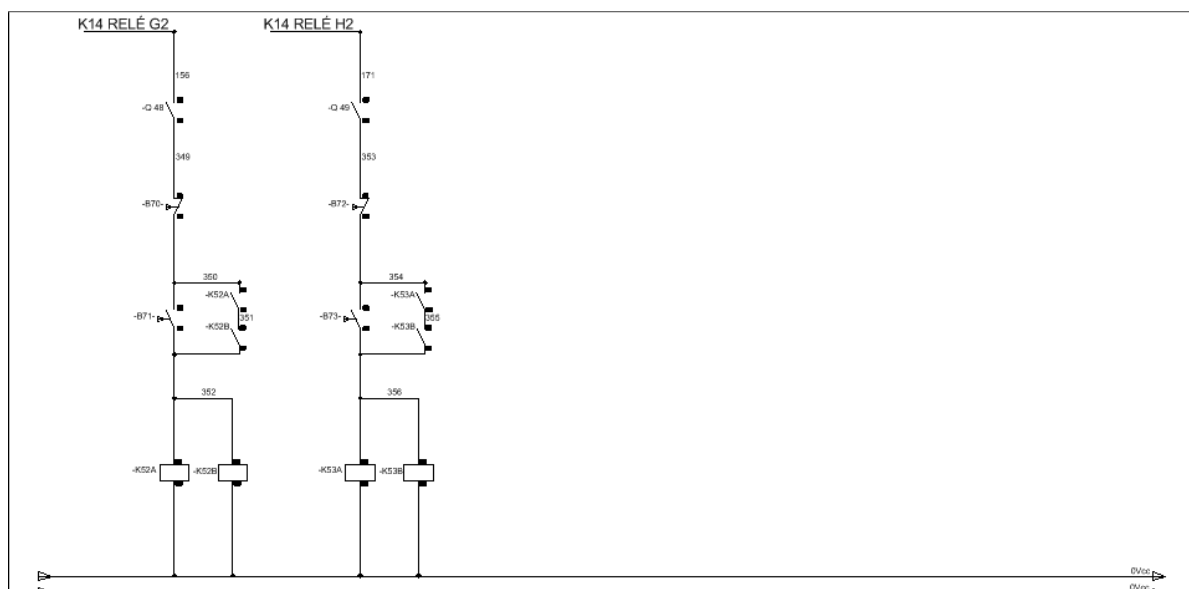


APÊNDICE 31

- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5



- DIAGRAMA DE COMANDO PAINEL 5



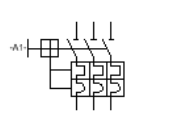
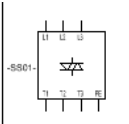

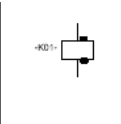
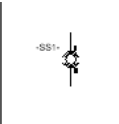
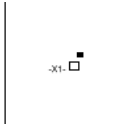
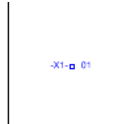
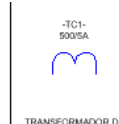
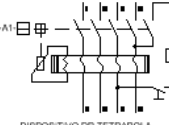
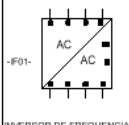
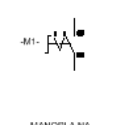

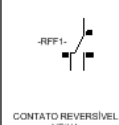
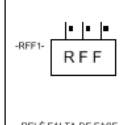
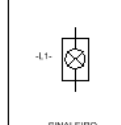
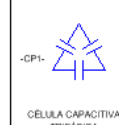

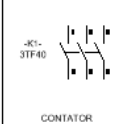


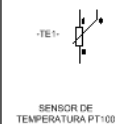
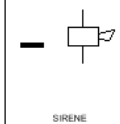
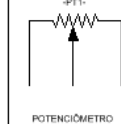

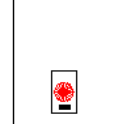
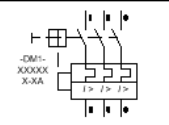




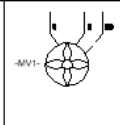
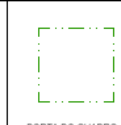
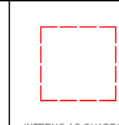

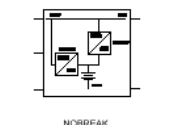


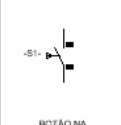
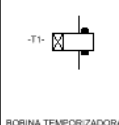
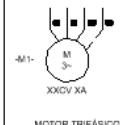
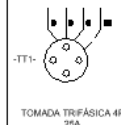
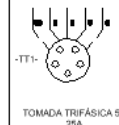

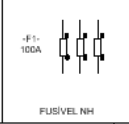

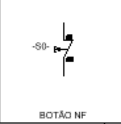
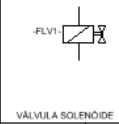
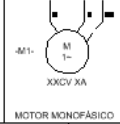
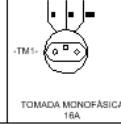
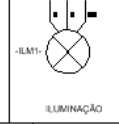
APENDICE 32

- LISTA DE SÍMBOLOS UTILIZADOS NOS DIAGRAMAS

 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOPOLAR	 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR	 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR	 BOTÃO EMERGENCIA COM RETENÇÃO	 BOTÃO EMERGENCIA SEM RETENÇÃO	 BOBINA CONTATOR	 CHAVE FIM DE CURSO	 SIRENE		
 MOTOR TRIFÁSICO	 MOTOR MONOFÁSICO	 SECCIONADORA FUSÍVEL TRIPOLAR	 BOTÃO NA	 CONTATO DISJUNTOR MOTOR	 VÁLVULA SOLENOIDE	 RELE FALTA DE FASE	 BOBINA PULSADORA	 DISPOSITIVO DR TETRAPOLA	
 CONTATOR	 DISJUNTOR MOTOR	 CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR COM BLOQUEIO	 BOTÃO NF	 BORNE FUSÍVEL	 BOBINA TEMPORIZADORA	 SOFT-START	 MANOPLA NA	 DISPOSITIVO DR BIPOLAR	
 TRANSFORMADOR DE CORRENTE	 CONTATOR	 FUSÍVEL NH	 CONTATO NA	 SINALEIRO	 SENSOR DE TEMPERATURA	 CONVERSOR DE FREQUÊNCIA	 MANOPLA NF	 LUMINÁRIA	

t1 | Layout2

 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOPOLAR	 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR	 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR	 BOTÃO EMERGENCIA COM RETENÇÃO	 BOTÃO EMERGENCIA SEM RETENÇÃO	 BOBINA CONTATOR	 CHAVE FIM DE CURSO	 SIRENE		
 MOTOR TRIFÁSICO	 MOTOR MONOFÁSICO	 SECCIONADORA FUSÍVEL TRIPOLAR	 BOTÃO NA	 CONTATO DISJUNTOR MOTOR	 VÁLVULA SOLENOIDE	 RELE FALTA DE FASE	 BOBINA PULSADORA	 DISPOSITIVO DR TETRAPOLA	
 CONTATOR	 DISJUNTOR MOTOR	 CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR COM BLOQUEIO	 BOTÃO NF	 BORNE FUSÍVEL	 BOBINA TEMPORIZADORA	 SOFT-START	 MANOPLA NA	 DISPOSITIVO DR BIPOLAR	
 TRANSFORMADOR DE CORRENTE	 CONTATOR	 FUSÍVEL NH	 CONTATO NA	 SINALEIRO	 SENSOR DE TEMPERATURA	 CONVERSOR DE FREQUÊNCIA	 MANOPLA NF	 LUMINÁRIA	
 TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA	 SOFT-START	 INVERSOR DE FREQUÊNCIA	 CONTATO NF	 CONTATO REVERSÍVEL NF-NA	 SENSOR DE TEMPERATURA PT100	 FONTE CHAVEADA 220Vdc/24Vcc	 SINAL SONORO		
 BORNE SAK FORÇA	 BORNE SAK COMANDO	 CHAVE VOLTMETRO	 CHAVE AMPERMETRO	 VOLTMETRO	 AMPERMETRO	 RESISTÊNCIA			

 -A1-	 -SB01-	 -M1-	 -K01-	 -SS1-	 -X1-	 -X1- 01	 -TC1- 5005A	
DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO	SOFT-START	MANOPLA NF	BOBINA CONTATOR	SINAL SONORO	BORNE SAK FORÇA	BORNE SAK COMANDO	TRANSFORMADOR DE CORRENTE	
 -A1-	 -F01-	 -M1-	 -H1-	 -RFF1-	 -RFF1-	 -L1-	 -CP1-	
DISPOSITIVO DR TETRAPOLA	INVERSOR DE FREQUENCIA	MANOPLA NA	SINALEIRO	CONTATO REVERSÍVEL NF/NA	RELÉ FALTA DE FASE	SINALEIRO	CÉLULA CAPACITIVA TRIFÁSICA	
 -A1-	 -K1- 3TF40	 -FC1-	 -SB- EMERGENCIA	 -TE1-		 -PT1-		
DISPOSITIVO DR BIPOLAR	CONTATOR	CHAVE FIM DE CURSO	BOTÃO EMERGENCIA SEM RETENÇÃO	SENSOR DE TEMPERATURA PT-100	SIRENE	POTENCIÔMETRO	EXTERNO AO QUADRO	
 -DM1- XXXXX X-XX	 -CS1-	 -K1-	 -SB- EMERGENCIA	 -TE1-	 -MV1-			
DISJUNTOR MOTOR	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR	CONTATO NA	BOTÃO EMERGENCIA COM RETENÇÃO	SENSOR DE TEMPERATURA	MICROVENTILADOR	PORTA DO QUADRO	INTERNO AO QUADRO	
	 -SF1- 100A	 -K1-	 -S1-	 -T1-	 -M1- M 3- XXCV XA	 -TT1- TT1	 -TT1- TT1	
NOBREAK	SECCIONADORA FUSÍVEL TRIPOLAR	CONTATO NF	BOTÃO NA	BOBINA TEMPORIZADORA	MOTOR TRIFÁSICO	TOMADA TRIFÁSICA 4P 25A	TOMADA TRIFÁSICA 5P 25A	
 -FT1-	 -F1- 100A	 -XF1- 1A	 -SB-	 -FLV1-	 -M1- M 1- XXCV XA	 -TM1- TM1	 -ILM1-	
FONTE CHAVEADA	FUSÍVEL NH	BORNE FUSÍVEL	BOTÃO NF	VÁLVULA SOLENÓIDE	MOTOR MONOFÁSICO	TOMADA MONOFÁSICA 16A	ILUMINAÇÃO	