



PROJETO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL PARA SISTEMA DE TRITURAÇÃO DE PNEUS

Gabriel Cabral Ferreira, Rogério Luiz Nascimento, Brayan Costa da Silva

Instituto Federal de Santa Catarina

Câmpus Jaraguá do Sul – Rau – Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica

e-mail: gabrielcf1002@gmail.com, rogerio.nascimento@ifsc.edu.br, brayan@sdsautomacao.com.br

Trabalho de Conclusão de Curso – 01/07/2026

Resumo – Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um projeto de automação industrial aplicado a um sistema de trituração de pneus, composto por trituradores, granulador, esteiras transportadoras, peneiras vibratórias e sistemas auxiliares. Os principais desafios do projeto envolveram a integração de cargas de diferentes potências e características de operação em um único painel elétrico, com necessidade de acionamento coordenado, proteção dos circuitos, supervisão operacional, intertravamentos e recursos de segurança. Para isso, foram dimensionados os circuitos de potência e comando, selecionados os dispositivos de proteção e acionamento, definidas as estratégias de acionamento dos motores e estruturada a arquitetura de automação baseada em CLP e IHM. As soluções adotadas incluem o uso de *soft-starters* para os motores de maior potência, inversores de frequência para as peneiras vibratórias, partida direta para cargas auxiliares e esteiras, além de circuito de parada de emergência com relé de segurança. Como resultado, foram elaborados os diagramas elétricos, o *layout* mecânico do painel, a lista de materiais, o mapeamento de entradas e saídas e a lógica de sequência de operação do sistema. O escopo do trabalho limita-se ao desenvolvimento do projeto e da documentação técnica, não abrangendo as etapas de montagem, programação e validação em campo.

Palavras-chave – Automação Industrial, Acionamentos Industriais, Sistema de Trituração de Pneus, Quadro Elétrico.

INDUSTRIAL AUTOMATION DESIGN FOR A TIRE SHREDDING SYSTEM

Abstract – This work presents the development of an industrial automation project applied to a tire shredding system, composed of shredders, a granulator, conveyor belts, vibrating screens, and auxiliary systems. The main challenges of the project involved integrating loads with different power ratings and operating characteristics into a single electrical panel, with the need for coordinated drive control, circuit protection, operational supervision, interlocks, and safety resources. For this purpose, the power and control circuits were sized, the protection and

drive devices were selected, the motor drive strategies were defined, and the automation architecture based on PLC and HMI was structured. The adopted solutions include the use of *soft-starters* for the higher-power motors, frequency inverters for the vibrating screens, direct starting for auxiliary loads and conveyor belts, as well as an emergency stop circuit with a safety relay. As a result, the electrical diagrams, the mechanical *layout* of the panel, the bill of materials, the input and output mapping, and the operating sequence logic of the system were prepared. The scope of this work is limited to the development of the project and technical documentation, not covering the assembly, programming, and field validation stages.

Keywords – Industrial Automation, Industrial Drives, Tire Shredding System, Electrical Panel.

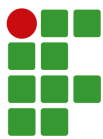
I. INTRODUÇÃO

Pneus descartados de forma inadequada representam um problema ambiental devido ao volume ocupado, à composição do material e à baixa degradação natural. Quando armazenados incorretamente, esses resíduos favorecem o acúmulo de água, criando condições para a proliferação de mosquitos vetores de doenças, como o *Aedes aegypti* [1].

Uma alternativa para a destinação desse resíduo é o processamento mecânico, que permite transformar o pneu em frações menores e reaproveitáveis. No sistema estudado, esse processamento ocorre inicialmente por trituração e, posteriormente, por granulação, etapas nas quais o material passa por redução mecânica até resultar em granulado de borracha.

O granulado de borracha pode ser utilizado, por exemplo, em pisos emborrachados para academias, quadras e playgrounds, campos com grama sintética, mantas de borracha e pavimentação de vias com asfalto modificado por borracha [2].

O caso estudado neste trabalho envolve uma máquina nova da Ferramentaria 3D destinada ao processamento de pneus, desenvolvida para integrar etapas de trituração, granulação, transporte, separação metálica e classificação do material. Por se tratar de um sistema industrial, o projeto elétrico e de automação precisa atender às condições reais de funcionamento do sistema, exigindo acionamentos adequados às cargas principais,



sequência definida de operação, intertravamentos, supervisão da corrente do granulador e recursos de segurança.

A Figura 1 apresenta o desenho geral utilizado como referência para a descrição do funcionamento do sistema.

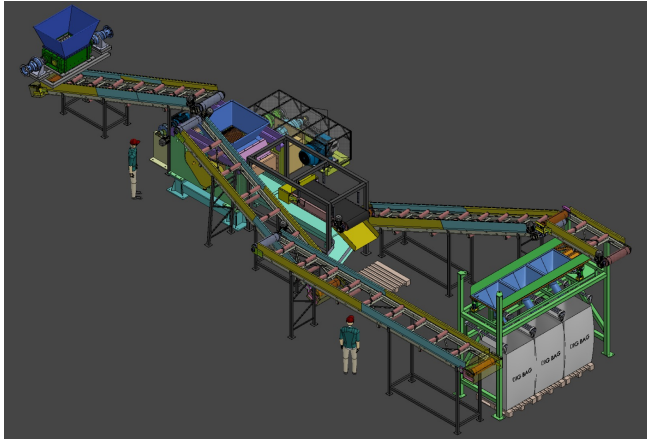


Fig. 1. Desenho do sistema fornecido pela empresa Ferramentaria 3D.

Conforme apresentado na Figura 1, o funcionamento do sistema inicia com a alimentação manual dos pneus no triturador. Essa primeira etapa é necessária para rasgar o pneu e reduzir suas dimensões, evitando que o material inteiro seja submetido diretamente à etapa de granulação. Após esse rasgamento inicial, os pedaços de borracha são conduzidos por esteira transportadora até o granulador. O granulador realiza uma redução mecânica mais intensa, transformando a borracha em granulado de borracha. Na saída do granulador, o eletroímã remove elementos metálicos remanescentes do pneu ou impurezas metálicas associadas ao material processado, direcionando esse material para uma esteira específica. O granulado de borracha segue então pelas esteiras do sistema. Durante a operação, a corrente do motor do granulador é utilizada como indicativo do esforço aplicado ao processo: valores elevados de corrente indicam maior carga mecânica e podem estar associados a pedaços de borracha ainda acima da dimensão desejada. Nessa condição, o sistema altera o direcionamento pelas esteiras para que o material passe novamente pelo granulador. Quando a corrente permanece em níveis adequados, o granulado segue para as peneiras vibratórias. Essas peneiras funcionam como superfícies perfuradas submetidas à vibração, permitindo que o material seja separado conforme o tamanho dos granulados. Por fim, o granulado de borracha classificado é direcionado para *big bags*, ficando separado por faixa granulométrica para posterior reaproveitamento.

A SDS Automação foi a empresa responsável por estruturar a solução elétrica e de automação para o sistema. Nesse contexto, este trabalho aborda a etapa de projeto do painel elétrico e de automação, com foco na documentação técnica necessária para a fabricação do painel e continuidade das etapas posteriores pela empresa. O objetivo do trabalho é desenvolver o projeto

de automação industrial para o sistema de trituração de pneus, contemplando os diagramas elétricos de potência, comando, automação e segurança, o dimensionamento dos dispositivos, a definição da lógica de operação, o *layout* mecânico do painel, a lista de materiais e a documentação técnica necessária para sua fabricação.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta a fundamentação teórica; a Seção III descreve a metodologia adotada no desenvolvimento do projeto; a Seção IV apresenta os resultados obtidos; e a Seção V reúne as conclusões e considerações finais.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Chaves de Partida *Soft- Starter*

A chave de partida suave, conhecida como *Soft-Starter*, é um dispositivo eletrônico utilizado no acionamento de motores de indução trifásicos de corrente alternada, destinado ao controle da tensão aplicada ao motor durante a partida [3], [4].

O equipamento caracteriza-se por possuir um conjunto de tiristores associados a um circuito eletrônico de controle responsável pelo disparo desses dispositivos.

Os tiristores são dispositivos semicondutores que possuem três terminais: ânodo, cátodo e *gate*. Seu funcionamento é semelhante ao de um diodo, permitindo a condução de corrente em um único sentido. No entanto, diferentemente do diodo, o tiristor possui um terceiro terminal denominado *gate*, responsável por controlar o instante em que o dispositivo entra em condução [5].

O controle da tensão aplicada ao motor é realizado por meio da variação do ângulo de disparo dos tiristores. Esse processo é realizado por um circuito eletrônico que envia sinais ao terminal *gate*, permitindo ajustar o instante em que o dispositivo inicia a condução. Dessa forma, os valores de tensão e corrente aplicados ao motor variam de forma controlada [5].

A Figura 2 apresenta um exemplo do circuito de potência utilizado em chaves de partida suaves baseadas em tiristores.

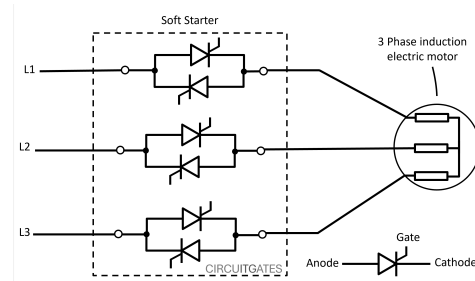


Fig. 2. Circuito de potência de uma chave de partida suave baseada em tiristores

Fonte: Adaptado de *CircuitGates* (2024) [6].

A Figura 3 apresenta o comportamento da tensão aplicada ao motor em função do ângulo de disparo dos tiristores. Observa-se que esse comportamento está diretamente relacionado ao

instante de condução do dispositivo. Quanto menor o ângulo de disparo, maior é o valor eficaz da tensão aplicada ao motor. Por outro lado, à medida que o ângulo aumenta, o valor da tensão aplicada ao motor diminui [5].

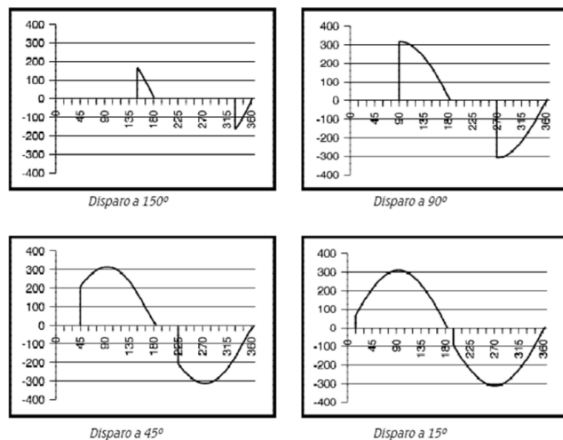


Fig. 3. Forma de onda da tensão aplicada ao motor em função do ângulo de disparo

Fonte: Adaptado de Amaral (2013) [7].

Em partidas diretas, motores de indução trifásicos apresentam correntes de partida significativamente superiores à corrente nominal, podendo atingir valores entre 5 e 8 vezes a corrente nominal [8], [9]. Esses elevados valores de corrente podem provocar esforços elétricos e mecânicos no motor e nos componentes do sistema.

Nesse contexto, as chaves *Soft-Starter* têm como principal função controlar o valor eficaz da tensão aplicada ao motor durante a partida por meio da variação do ângulo de disparo dos tiristores. Dessa forma, a tensão aplicada ao motor aumenta gradualmente, reduzindo a corrente de partida [3], [4]. Como resultado, obtém-se uma aceleração progressiva do motor e uma redução dos impactos no sistema elétrico e mecânico.

No sistema estudado, as chaves *Soft-Starter* estão associadas aos acionamentos das etapas de trituração e granulação, responsáveis pela redução mecânica inicial e intensiva dos pneus. Como essas etapas concentram as cargas de maior potência e maior solicitação mecânica, a partida suave contribui para limitar a corrente inicial, suavizar a aceleração dos motores e reduzir esforços elétricos e mecânicos no conjunto.

B. Inversores de Frequência

Os inversores de frequência são dispositivos eletrônicos capazes de gerar tensões trifásicas com frequência e amplitude ajustáveis, permitindo o controle da velocidade de motores de indução trifásicos. A velocidade desses motores está diretamente relacionada à frequência da alimentação elétrica, ao número de polos e ao escorregamento. A alteração do número de polos ou do escorregamento exige modificações nas características construtivas ou nas condições de operação do motor. Por outro lado, a variação da frequência pode ser

realizada eletronicamente por meio de inversores de frequência, sendo, por esse motivo, o método mais utilizado para o controle de velocidade em aplicações industriais [5], [8], [9].

A relação entre a frequência da alimentação e a velocidade síncrona do campo magnético girante é dada pela Equação 1:

$$n_s = \frac{120f}{p} \quad (1)$$

Na Equação 1, n_s é a velocidade síncrona do campo magnético, em rotações por minuto (rpm), f é a frequência da alimentação, em hertz (Hz), e p é o número de polos do motor [9].

A velocidade real do rotor é ligeiramente inferior à velocidade síncrona, sendo essa diferença definida pelo escorregamento, conforme a Equação 2:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \quad (2)$$

em que s é o escorregamento, n_s é a velocidade síncrona e n_r é a velocidade mecânica do rotor [9]. Assim, a variação da frequência da alimentação resulta diretamente na variação da velocidade síncrona e, conseqüentemente, na velocidade de rotação do motor.

Nos inversores de frequência, o controle da velocidade do motor é normalmente realizado mantendo-se aproximadamente constante a relação entre a tensão e a frequência de alimentação (relação V/f). Essa estratégia permite manter o fluxo magnético do motor aproximadamente constante, garantindo o desenvolvimento adequado de torque ao longo da faixa de operação.

O funcionamento dos inversores de frequência pode ser dividido basicamente em seção retificadora e a seção inversora, conforme ilustrado na Figura 4.

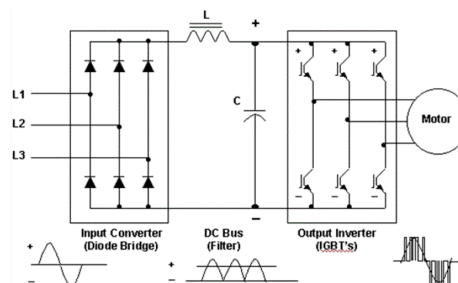
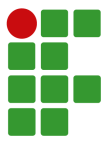


Fig. 4. Estrutura básica de um inversor de frequência com retificador, barramento CC e inversor PWM

Fonte: Adaptado de Godoi (2018) [10].

Na seção retificadora, a tensão alternada da rede é convertida em tensão contínua por meio de diodos retificadores localizados no circuito de entrada, os quais convertem a tensão trifásica da rede (L1, L2 e L3) em tensão contínua no barramento CC do inversor.

Posteriormente, na seção inversora, a tensão contínua é



novamente convertida em tensão alternada trifásica por meio de transistores do tipo IGBT, que realizam o chaveamento em alta frequência. Esse chaveamento gera um sinal modulado por largura de pulso (PWM), cuja forma de onda apresenta valor eficaz equivalente ao de uma tensão senoidal, permitindo o controle da frequência e da amplitude da tensão aplicada ao motor [5].

No sistema estudado, os inversores de frequência estão associados aos acionamentos das peneiras vibratórias, utilizadas na etapa de classificação granulométrica do granulado de borracha. Como a vibração das peneiras depende do acionamento dos motores, a variação da frequência permite ajustar as condições de operação dessa etapa, adequando o movimento vibratório ao processo de separação do material. Assim, os inversores contribuem para maior flexibilidade operacional na classificação do granulado.

C. Controladores Lógicos Programáveis

Um controlador lógico programável, ou CLP, é um tipo especial de computador baseado em microprocessador, capaz de executar instruções lógicas, de sequenciamento, temporização, contagem e aritmética armazenadas em memória programável, com a finalidade de implementar algoritmos de controle utilizados no acionamento de máquinas e processos industriais. Esses dispositivos são projetados para serem utilizados por engenheiros e técnicos, mesmo por aqueles que não possuem conhecimento aprofundado em arquitetura ou linguagens de programação de computadores [11].

Os CLPs são amplamente empregados na implementação de operações lógicas e de comutação em sistemas automatizados. Como exemplo, podem executar funções como desligar um equipamento quando determinadas condições forem atendidas ou acionar um dispositivo quando dois ou mais sinais estiverem presentes simultaneamente.

Para que o CLP possa controlar o processo ou a máquina ao qual está conectado, é necessário que o operador insira em sua memória uma sequência de instruções que constitui o algoritmo de controle. A partir desse programa armazenado, o controlador passa a monitorar continuamente os sinais provenientes dos dispositivos de entrada e a atuar sobre as saídas de acordo com a lógica estabelecida.

Diferentemente dos computadores convencionais, os CLPs são projetados especificamente para ambientes industriais. Dessa forma, apresentam elevada robustez, sendo capazes de operar em condições adversas, como presença de vibrações, temperaturas elevadas, poeira, umidade e interferências eletromagnéticas. Além disso, possuem recursos específicos para conexão com dispositivos de campo, como sensores, atuadores e outros equipamentos de controle, e disponibilizam linguagens de programação de fácil compreensão, como a linguagem *Ladder*, amplamente utilizada em aplicações de controle discreto [11].

O funcionamento de um CLP ocorre por meio de um processo cíclico conhecido como ciclo de varredura (*scan cycle*).

Inicialmente, o estado lógico de todos os dispositivos de entrada é lido e armazenado em memória. Em seguida, o processador executa o algoritmo de controle previamente programado e armazena os resultados correspondentes ao estado das saídas. Por fim, as saídas físicas são atualizadas de acordo com esses resultados. Esse ciclo é executado continuamente em intervalos de tempo da ordem de milissegundos enquanto o CLP estiver em operação [11].

A Figura 5 ilustra o ciclo de varredura do CLP.

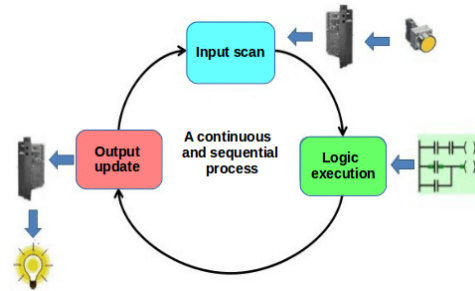


Fig. 5. Ciclo de varredura de um controlador lógico programável

Fonte: Adaptado de Chekole e Guo (2019) [12].

Os CLPs são amplamente utilizados em sistemas de automação industrial, onde atuam no controle e supervisão de máquinas e processos produtivos. Com o avanço dos dispositivos eletrônicos e das redes industriais, esses controladores passaram a integrar sistemas de automação mais complexos, atuando em conjunto com sensores, atuadores e sistemas supervisórios [11].

Em aplicações de maior porte, pode ser necessária a utilização de múltiplos CLPs interligados por redes de comunicação industrial. Nesses casos, cada controlador pode ser responsável pelo monitoramento e controle de um subsistema específico, permitindo a distribuição das funções de controle ao longo do processo automatizado [11].

No sistema estudado, o CLP é responsável por organizar a lógica de comando e supervisão da máquina, recebendo sinais de botoeiras, seletoras, sensores, retornos de acionamentos, falhas e medições analógicas. A partir desses sinais, o controlador permite estruturar a sequência de operação dos equipamentos, os intertravamentos, os permissivos de partida, a supervisão da corrente do granulador e o acionamento das saídas associadas aos motores, sinalizações e dispositivos auxiliares. Dessa forma, o CLP atua como elemento central da automação, relacionando os sinais de campo às ações necessárias para a operação coordenada do sistema de trituração de pneus.

III. METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto de automação industrial do sistema de trituração de pneus. O trabalho foi desenvolvido com base em procedimentos utilizados em projetos industriais de automação, envolvendo etapas de levantamento das



características do processo, definição dos requisitos elétricos e funcionais, dimensionamento dos componentes e elaboração da documentação técnica do sistema.

Inicialmente, foi realizada a caracterização do sistema e das cargas a serem controladas, considerando os equipamentos presentes na planta industrial, os métodos de acionamento dos motores, os dispositivos auxiliares e os requisitos operacionais do processo. Também foram analisadas as condições elétricas de alimentação do painel, os circuitos de comando e os requisitos de segurança aplicáveis ao sistema.

Com esse levantamento, procedeu-se ao dimensionamento dos componentes elétricos responsáveis pela proteção, acionamento e controle dos equipamentos, incluindo disjuntores, contadores, relés, *soft-starters*, inversores de frequência, fonte de alimentação, dispositivos de segurança e equipamentos de automação industrial.

Posteriormente, foi desenvolvido o diagrama elétrico do painel de automação, contemplando os circuitos de potência, comando, segurança e supervisão, além das interligações entre os dispositivos de campo, os acionamentos dos motores e o sistema de controle baseado em CLP e IHM.

Também foram elaborados o *layout* mecânico do painel, a organização física dos componentes, os diagramas auxiliares e a lista de materiais necessária para fabricação e montagem do quadro elétrico.

Os documentos completos resultantes do projeto, incluindo diagramas elétricos, *layout* do painel e lista de materiais, encontram-se apresentados nos anexos deste trabalho.

A. Caracterização do sistema

O sistema de trituração de pneus caracterizado neste trabalho é composto por trituradores, granulador, esteiras transportadoras, peneiras vibratórias e sistemas auxiliares de operação, constituindo um conjunto industrial destinado ao processamento de pneus.

O projeto contempla o desenvolvimento da automação industrial do sistema de trituração de pneus, tendo o painel elétrico como elemento responsável pela alimentação, proteção, acionamento e supervisão dos equipamentos que compõem o sistema. A arquitetura integra circuitos de potência, comando, automação e segurança industrial, utilizando controlador lógico programável (CLP), interface homem-máquina (IHM), dispositivos de proteção elétrica e acionamentos para motores elétricos.

Entre as cargas controladas pelo painel destacam-se dois motores de 30 cv utilizados nos trituradores principais, um motor de 150 cv destinado ao granulador, motores de esteiras transportadoras acionados em partida direta e motores de peneiras vibratórias controlados por inversores de frequência. O sistema também contempla dispositivos auxiliares, como bomba de água, ventiladores, válvulas solenoides, sensores de presença para confirmação das posições do rolo granulador e sensores de temperatura da água e do óleo utilizados no monitoramento operacional do sistema.

O sistema de automação foi desenvolvido utilizando CLP Siemens S7-1200 e interface homem-máquina (IHM), responsáveis pelo processamento lógico, supervisão operacional e monitoramento das condições de funcionamento do equipamento. A lógica operacional do sistema foi definida de acordo com os requisitos fornecidos pelo cliente, contemplando intertravamentos, sequência de acionamento dos equipamentos, monitoramento de falhas, supervisão de corrente elétrica dos motores e circuitos de parada de emergência, conforme os requisitos aplicáveis de segurança industrial.

A alimentação principal do sistema foi definida em 380 V trifásico, 60 Hz, com circuitos de comando em 24 Vcc e 220 Vca. O painel foi projetado conforme os critérios estabelecidos pelas normas NR-10, NR-12, ABNT NBR 5410 e ABNT NBR IEC 60204-1 [13] [14] [15] [16].

B. Requisitos do projeto

O levantamento dos requisitos do projeto foi realizado com base no descritivo técnico e na proposta comercial fornecida pela SDS Automação para o sistema de trituração de pneus, considerando o painel elétrico como elemento central de automação, acionamento e supervisão. A partir desses documentos, foram identificadas as condições que o projeto deveria atender quanto à alimentação elétrica, construção do painel, operação do processo, automação, supervisão e segurança.

Quanto aos requisitos construtivos do quadro elétrico, foram considerados grau de proteção IP54, entrada inferior de cabos, iluminação interna em LED, ventilação e exaustão com termostato, porta documentos, relé de falta e sequência de fases e disjuntor geral com manopla rotativa instalada na porta do painel.

O sistema a ser atendido pelo painel é composto por equipamentos destinados às etapas de trituração, granulação, transporte, peneiramento e apoio ao processo. Entre os principais equipamentos previstos estavam os trituradores, o granulador, as esteiras transportadoras, as peneiras vibratórias, a bomba d'água, os ventiladores, as válvulas solenoides, o trocador de calor do óleo e a bomba hidráulica.

Do ponto de vista operacional, o sistema deveria permitir o acionamento e a supervisão dos equipamentos por meio de CLP e IHM, possibilitando operação automática, intervenções manuais, sinalização de estados e monitoramento das condições de funcionamento. Conforme especificado pelo cliente, as esteiras transportadoras deveriam ser acionadas antes dos trituradores, garantindo que o transporte de material estivesse disponível antes da partida das cargas principais do processo.

Para o granulador, foi previsto um requisito funcional específico baseado no monitoramento da corrente elétrica do motor principal. A lógica de operação deveria utilizar essa informação em conjunto com sensores de presença para confirmação das posições do rolo granulador, permitindo a mudança e a validação das posições de operação do equipamento em condições de sobrecorrente.



Também deveriam ser considerados os requisitos de segurança industrial aplicáveis ao painel, incluindo parada de emergência, intertravamentos elétricos, circuito de segurança monitorado, rearme manual, sinalização e monitoramento de falhas operacionais. Esses aspectos foram tratados considerando os critérios estabelecidos pelas normas NR-10, NR-12, ABNT NBR 5410 e ABNT NBR IEC 60204-1 [13] [14] [15] [16].

Com base no levantamento realizado, o desenvolvimento do projeto elétrico foi conduzido de modo a atender às condições de alimentação, acionamento, comando, automação, segurança, organização física do painel e documentação técnica necessária para fabricação e montagem do quadro elétrico.

C. Circuitos de potência

O projeto dos circuitos de potência iniciou pela elaboração da estrutura gráfica do diagrama elétrico, definindo a alimentação de entrada do painel, a distribuição principal de energia e os circuitos de acionamento das cargas do sistema. A organização inicial dos circuitos foi realizada de forma estrutural, permitindo a definição da arquitetura elétrica antes do dimensionamento dos dispositivos.

1) Critério de cálculo das cargas:

Para o levantamento das cargas, inicialmente foi realizada a conversão das potências dos motores de cv para kW, utilizando a relação:

$$1 \text{ cv} = 0,736 \text{ kW}$$

Como exemplo, para o motor do granulador, com potência de 150 cv, tem-se:

$$P = 150 \cdot 0,736$$

$$P = 110,4 \text{ kW}$$

A partir da potência ativa do motor, a corrente nominal trifásica foi estimada pela Equação 3.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \eta \cdot FP} \quad (3)$$

em que P representa a potência ativa do motor, V a tensão de alimentação, η o rendimento e FP o fator de potência. Para o motor do granulador, foram adotados os seguintes valores:

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\eta = 0,92$$

$$FP = 0,90$$

Substituindo os valores:

$$I = \frac{110400}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,92 \cdot 0,90}$$

$$I \approx 202,6 \text{ A}$$

O valor obtido é compatível com a corrente nominal indicada no diagrama elétrico para o motor do granulador. O mesmo critério de cálculo foi utilizado como referência para o levantamento das demais cargas, sendo os valores finais organizados conforme os dados consolidados no diagrama elétrico e apresentados na Tabela I.

2) Levantamento das cargas:

TABELA I
Motores e potências do sistema.

Descrição	Tipo	Potência	kVA	Corrente (A)
M1 – Granulador	3~	150 cv	133,51	202,65
M2 – Triturador 1.1	3~	30 cv	29,02	44,12
M3 – Triturador 1.2	3~	30 cv	29,02	44,12
M4 – Peneira vibratória 1	3~	15 cv	12,15	21,80
M5 – Peneira vibratória 2	3~	7,5 cv	6,27	11,81
M6 – Vent. resfriador de água / chiller	3~	0,5 cv	0,68	1,02
M7 – Esteira saída do triturador	3~	2 cv	2,17	2,29
M8 – Esteira saída peneira 1	3~	2 cv	2,17	2,29
M9 – Esteira rolo magnético	3~	1,5 cv	1,64	2,49
M10 – Esteira retorno 1 / saída peneira 2	3~	2 cv	2,17	2,29
M11 – Bomba d'água	1~	1/2 cv	0,68	2,50
M12 – Esteira com fímã	3~	2 cv	2,17	2,29
M13 – Esteira retorno 2	3~	2 cv	2,17	2,29
M14 – Esteira retorno 3	3~	2 cv	2,17	2,29
M15 – Vent. trocador de calor óleo	3~	125 W	0,13	0,31
M16 – Bomba hidráulica	3~	1,5 cv	1,64	2,80
Total das cargas			227,76	

Os dados de potência e potência aparente apresentados na Tabela I subsidiaram o dimensionamento dos dispositivos de proteção, dos barramentos e dos condutores de alimentação.

3) Dimensionamento da Entrada de Energia:

a) Corrente total do sistema

A soma das cargas apresentadas na Tabela I resultou em potência aparente S de 227,76 kVA, equivalente a 227760 VA. Considerando a alimentação trifásica em 380 V, a corrente total foi obtida pela Equação 4.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (4)$$

$$I = \frac{227760}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I \approx 346,05 \text{ A}$$



Para a documentação final do painel, foi adotado o valor de 240 kVA como potência total instalada de referência, obtido pela aproximação superior do valor calculado. Com esse valor, a corrente de referência para conexão do painel passa a ser de aproximadamente 368 A, conforme indicado na ficha técnica do diagrama elétrico.

Cabe destacar que não foi aplicado fator de demanda ou fator de simultaneidade redutor sobre as cargas apresentadas na Tabela I. O painel foi dimensionado a partir da potência instalada, adotando-se uma condição conservadora de projeto. Essa escolha se justifica por se tratar da documentação técnica do painel elétrico e pela necessidade de atender à condição prevista de operação do sistema, na qual grande parte das cargas pode permanecer em funcionamento simultâneo durante o processo. Além disso, durante o processamento do material, podem ocorrer elevações transitórias de carga nas principais máquinas do sistema.

b) Disjuntor geral

Com base na corrente total calculada do sistema, foi especificado o disjuntor geral Q0 para proteção e seccionamento da alimentação principal do painel. No projeto, foi adotado disjuntor tripolar termomagnético WEG AGW400N-DX400-3, com corrente nominal de 400 A e capacidade de interrupção de 42 kA em 380 V, conforme catálogo técnico da linha AGW da WEG [17].

c) Barramentos principais

Para a distribuição principal de energia no interior do painel, foram especificados barramentos retangulares de cobre. O critério adotado foi que a corrente admissível do barramento fosse igual ou superior à corrente nominal do disjuntor geral, conforme a Equação 5.

$$I_{bar} \geq I_n \quad (5)$$

Nessa condição, I_{bar} representa a corrente admissível do barramento, enquanto I_n representa a corrente nominal do disjuntor geral.

Como o disjuntor geral Q0 possui corrente nominal de 400 A, foi selecionado o barramento de cobre com dimensões $1'' \times 3/8''$, cuja corrente admissível é de 516 A, conforme tabela de capacidade de condução de corrente para barramentos retangulares de cobre [18].

d) Condutores de entrada

Para os condutores de entrada, foi considerado o critério de coordenação entre a corrente de projeto, a corrente nominal do dispositivo de proteção e a capacidade de condução de corrente dos condutores, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410, pela Equação 6 [15]:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6)$$

Nessa condição, I_b representa a corrente de projeto do circuito, I_n representa a corrente nominal do dispositivo de proteção e I_z representa a capacidade de condução de corrente dos condutores.

Como verificação preliminar, foi consultada a Tabela 37 da ABNT NBR 5410:2004. Para condutores de cobre com isolamento EPR 90 °C, método de referência B1 e três condutores carregados, a seção de 185 mm² apresenta capacidade de condução de corrente de 408 A, atendendo à corrente nominal do disjuntor geral de 400 A [15].

Embora essa seção atenda ao critério elétrico, a utilização de um único condutor de 185 mm² por fase apresenta limitações construtivas para aplicação no painel, devido à rigidez mecânica, à dificuldade de passagem pela seção elevada e à dificuldade de conexão aos barramentos de entrada.

Com base nesse critério, a solução final utilizou dois condutores de 70 mm² em paralelo por fase. Para a seção de 70 mm², a Tabela 37 da ABNT NBR 5410:2004 indica capacidade de condução de corrente de 222 A, considerando condutor de cobre com isolamento EPR 90 °C, método de referência B1 e três condutores carregados [15]. Assim, a capacidade de condução de corrente equivalente por fase é dada por:

$$I_z = 2 \cdot 222 = 444 \text{ A}$$

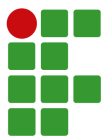
e) Condutor de proteção

Para o condutor de proteção de potência, a ABNT NBR 5410 estabelece a Tabela 58 como critério para definição da seção mínima em função da seção dos condutores de fase [15].

Considerando a verificação preliminar apresentada no item anterior, a seção de referência de 185 mm² resultaria em condutor de proteção de 95 mm². Entretanto, essa condição estava associada à alternativa preliminar com condutor único de 185 mm² por fase, que não foi adotada no projeto.

Após a definição da solução final dos condutores de entrada, o condutor de proteção foi verificado separadamente, considerando os dados técnicos do cabo utilizado especificamente para essa função. Como o condutor de proteção pertence a uma linha de cabos distinta daquela utilizada nos condutores de fase, a seção não foi definida por comparação direta com os dois condutores de 70 mm² em paralelo.

Com base nos dados do fabricante do cabo utilizado para o condutor de proteção, verificou-se que a seção de 140 mm² poderia ser utilizada como referência para o dimensionamento. Para seções superiores a 35 mm², a ABNT NBR 5410 estabelece que a seção mínima do condutor de proteção corresponde à metade da seção considerada:



$$S_{PE} = \frac{140}{2} = 70 \text{ mm}^2 \quad (7)$$

Dessa forma, foi adotado condutor de proteção de potência de 70 mm².

f) Condutor neutro

O condutor neutro foi dimensionado separadamente dos condutores de fase, pois sua corrente não corresponde à corrente total do painel. No projeto, o neutro está associado principalmente aos circuitos auxiliares e de comando. Assim, foi adotado condutor neutro de 16 mm².

D. Dimensionamento dos Circuitos de Potência

Nesta subseção são apresentados os critérios utilizados no dimensionamento dos circuitos de potência do sistema. A organização foi realizada a partir das principais cargas acionadas pelo painel, considerando suas características elétricas, formas de acionamento, dispositivos de proteção e condições de operação.

1) Granulador:

Como corresponde à maior potência instalada do painel, o circuito do granulador foi utilizado como referência principal para demonstrar os critérios de dimensionamento aplicados aos circuitos de potência, contemplando acionamento por *soft-starter*, proteção e seccionamento, contadores e sentido de giro, e monitoramento de corrente.

a) Acionamento por *Soft-Starter*

O acionamento do motor M1 foi realizado por meio da *Soft-Starter* SS1, modelo WEG SSW070255T5SH2, com o objetivo de reduzir a corrente de partida e os esforços mecânicos aplicados ao conjunto.

Os principais dados da *Soft-Starter* são apresentados na Tabela II, conforme catálogo técnico da linha SSW07 da WEG [19].

TABELA II
Dados técnicos da *Soft-Starter* do granulador.

Item	Valor
Identificação no projeto	SS1
Modelo	WEG SSW070255T5SH2
Corrente nominal da <i>Soft-Starter</i>	255 A
Potência máxima aplicável em 380 V	175 cv
Motor aplicado	M1 – Granulador, 150 cv
Corrente nominal do motor	202,65 A

A seleção da *Soft-Starter* justifica-se pela corrente nominal do equipamento, de 255 A, superior à corrente nominal do motor M1, de 202,65 A. Além disso, o modelo selecionado é indicado em catálogo para motores de até 175 cv em 380 V, em regime de sobrecarga pesada.

b) Proteção e seccionamento

Para a proteção e o seccionamento do circuito de potência do granulador, foram considerados a corrente do motor, a corrente nominal da *Soft-Starter* e a proteção por fusíveis ultrarrápidos. A Tabela III apresenta os principais dispositivos definidos para essa função, conforme catálogos técnicos da WEG [20], [21].

TABELA III
Dispositivos de proteção e seccionamento do granulador.

Item	Modelo e especificação
Chave seccionadora	FSW400, 400 A, NH2, 3 polos
Fusível ultrarrápido	FNH2-500K-A, 500 A, tipo aR, contato faca

O fusível ultrarrápido do tipo aR foi adotado para a proteção dos semicondutores de potência do acionamento. Para o modelo SSW07 de 255 A, o catálogo indica a utilização do fusível FNH2-500K-A. A chave seccionadora FSW400 foi selecionada por permitir o seccionamento tripolar do circuito de alimentação do granulador e por ser compatível com fusíveis NH2, categoria física do fusível utilizado [19] [20] [21].

c) Contadores e sentido de giro

A manobra do motor do granulador foi realizada pelos contadores K1.1 e K1.2, modelo CWM215-22-30E65, associados à seleção do sentido de giro do motor. A inversão do sentido de rotação ocorre pela comutação das fases na saída dos contadores, com inversão entre as fases R e T.

Como o motor do granulador possui corrente nominal de 202,65 A, foram especificados contadores com corrente nominal de 215 A.

A mudança do sentido de giro é definida pela lógica do CLP, que aciona os relés intermediários RL1 e RL2, cujos contatos enviam comandos às entradas digitais da *Soft-Starter* SS1. A partir do acionamento desses relés, a *Soft-Starter* recebe os comandos de operação e o circuito de potência realiza a manobra dos contadores K1.1 e K1.2 associados ao sentido de giro do motor.

d) Monitoramento de corrente

O monitoramento da corrente do motor M1 foi realizado por meio do transformador de corrente TC1, com relação 250/5 A.

O sinal proveniente do transformador de corrente é encaminhado ao transdutor de corrente TSC1, modelo MCR-SLP-1/5-UI-0, responsável por converter a medição em sinal compatível com o CLP Siemens S7-1200.

A corrente do motor é utilizada como indicativo do esforço mecânico aplicado ao granulador. Durante o processamento, o aumento da corrente está relacionado ao aumento da carga mecânica sobre o motor, podendo indicar que o material ainda apresenta dimensões ou resistência elevadas para a etapa de granulação.

O sinal de corrente do granulador é utilizado pelo CLP como informação de supervisão da carga mecânica do



processo. Conforme a lógica definida para o equipamento, caso uma posição permaneça em condição de sobrecorrente por determinado tempo, o sistema altera para a posição seguinte e valida a nova condição por meio dos sensores de presença para confirmação das posições do rolo granulador.

2) Trituradores principais:

Os motores M2 e M3 correspondem aos trituradores principais 1.1 e 1.2, respectivamente.

Cada motor é trifásico, possui potência de 30 cv, potência ativa de 22 kW, alimentação em 380 V, corrente nominal de 44,12 A e potência aparente de 29,02 kVA.

O acionamento desses motores foi realizado por meio das *Soft-Starter* SS2 e SS3, modelo WEG SSW070061T5SZ, com corrente nominal de 61 A [19].

Para a proteção individual dos circuitos, foram utilizados os disjuntores-motores Q2 e Q3, modelo WEG MPW80-3-U050, com faixa de ajuste de 40 a 50 A, compatível com a corrente nominal de 44,12 A dos motores [22].

A manobra e a seleção do sentido de giro foram realizadas pelos contatores K2.1 e K2.2 para o motor M2, e K3.1 e K3.2 para o motor M3, todos do modelo WEG CWL50-00-30-D23, com corrente nominal de 50 A em categoria AC-3, valor superior à corrente nominal dos motores [23].

A mudança do sentido de giro é definida pela lógica do CLP, que aciona os relés intermediários RL3 e RL4 para o triturador 1.1, e RL5 e RL6 para o triturador 1.2, enviando os comandos às entradas digitais das *Soft-Starter* correspondentes.

No circuito do motor M2, também foi previsto o transformador de corrente TC2, com relação 100/5 A, conectado ao transdutor de corrente TSC2, responsável por converter o sinal de medição em sinal compatível com a entrada analógica do CLP para supervisão da corrente do triturador.

3) Peneiras vibratórias:

Os motores M4 e M5 correspondem às peneiras vibratórias 1 e 2, respectivamente.

O motor M4 é trifásico, possui potência de 15 cv, alimentação em 380 V, corrente nominal de 21,8 A e potência aparente de 12,15 kVA. O motor M5 também é trifásico, possui potência de 7,5 cv, alimentação em 380 V, corrente nominal de 11,81 A e potência aparente de 6,27 kVA.

O acionamento desses motores foi realizado por meio dos inversores de frequência INV4 e INV5. Para o motor M4, foi utilizado o inversor WEG CFW500D24P0T4DB20G2, com corrente nominal de saída de 24 A. Para o motor M5, foi utilizado o inversor WEG CFW300C12P0T4NB20, com corrente nominal de saída de 12 A [24].

A proteção dos circuitos de alimentação dos inversores foi realizada pelos disjuntores tripolares Q4 e Q5, sendo Q4 o modelo WEG MDW-C63-3, com corrente nominal de 63 A e curva C, e Q5 o modelo WEG MDW-C25-3, com corrente nominal de 25 A e curva C [25].

A energização dos inversores foi realizada pelos contatores

K4 e K0, associados ao circuito de segurança do painel. O contator K4 é do modelo WEG CWL25-01, com corrente nominal de 25 A em categoria AC-3, enquanto o contator K0 é do modelo WEG CWL65-00-30-D23, com corrente nominal de 65 A em categoria AC-3 [23].

O comando de operação das peneiras vibratórias é definido pela lógica do CLP, que aciona os relés intermediários RL7 e RL8, enviando os comandos às entradas digitais dos inversores correspondentes, configuradas para a função gira/para.

4) Esteiras transportadoras:

As esteiras transportadoras são compostas pelos motores M7 a M14, exceto M11, responsáveis pelo transporte do material entre as etapas do sistema de trituração. Como essas cargas apresentam baixa potência e não exigem controle de velocidade, foi adotado acionamento por partida direta.

O dimensionamento dos circuitos foi realizado considerando as correntes nominais dos motores das esteiras, apresentadas na Tabela I. Para a proteção individual, foram utilizados disjuntores-motores Q7 a Q14, exceto Q11, todos com faixa de ajuste de 2,5 a 4 A, compatível com as correntes dos motores acionados [23].

A manobra foi realizada pelos contatores K7 a K14, exceto K11, modelo WEG CWL9-10, com corrente nominal de 9 A em categoria AC-3, valor superior às correntes nominais das cargas [23].

O comando de operação é realizado pelo CLP, que aciona os relés intermediários correspondentes e energiza os contatores de cada circuito.

5) Sistemas auxiliares:

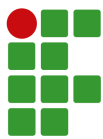
Os sistemas auxiliares correspondem às cargas de apoio térmico, hidráulico e operacional do sistema, incluindo o ventilador do resfriador de água, a bomba d'água, o ventilador do trocador de calor do óleo e a bomba hidráulica. Devido à baixa potência dessas cargas, foi adotado acionamento por partida direta.

A proteção individual foi definida conforme a corrente nominal de cada carga. Foram utilizados os disjuntores-motores Q6, Q11, Q15 e Q20, com faixas de ajuste de 1,0 a 1,6 A, 2,5 a 4 A, 0,25 a 0,40 A e 2,5 a 4 A, respectivamente, compatíveis com os motores M6, M11, M15 e M16 [23].

A manobra foi realizada pelos contatores K6, K11, K15 e K16, modelo WEG CWL9-10, com corrente nominal de 9 A em categoria AC-3, valor superior às correntes nominais das cargas acionadas [23]. O comando de operação é realizado pelo CLP, que aciona os relés intermediários correspondentes e energiza os contatores de cada circuito.

E. Segurança

A segurança do projeto foi tratada no âmbito do painel elétrico, considerando os requisitos aplicáveis da NR-10, da NR-12, da ABNT NBR IEC 60204-1 e da ABNT NBR 5410, além dos requisitos definidos na proposta comercial, como alimentação em 3~60Hz 380V+N+PE, disjuntor geral com



manopla rotativa e relé de falta e sequência de fases [13] [14] [16] [15].

No desenvolvimento do painel, foram previstos recursos de parada de emergência, intertravamentos elétricos, proteção contra falhas elétricas, sinalização operacional e supervisão de estados pelo CLP, permitindo o bloqueio dos acionamentos em condições inadequadas de operação.

Este trabalho não contempla o projeto de proteções mecânicas, proteções físicas por grades, sistemas hidráulicos ou pneumáticos de segurança, nem a validação completa da segurança da máquina. Esses elementos dependem da construção final do equipamento, da instalação em campo e das soluções mecânicas adotadas pela contratante. Portanto, a análise apresentada nesta seção limita-se à segurança elétrica do painel, ao circuito de parada de emergência e à supervisão das condições de emergência pelo CLP.

1) Circuito de parada de emergência:

O circuito de parada de emergência foi implementado considerando os requisitos aplicáveis da NR-12, principalmente quanto à atuação dedicada da parada de emergência e à necessidade de rearme manual após a eliminação da condição que originou a parada [14].

A composição do circuito incluiu as botoeiras de emergência EM1, EM2, EM3 e EM4, o relé de segurança A1 (modelo CP-D) e o botão de rearme BH1 [26].

A Figura 6 apresenta o trecho do diagrama correspondente às botoeiras de emergência e aos dois canais elétricos utilizados na função de parada.

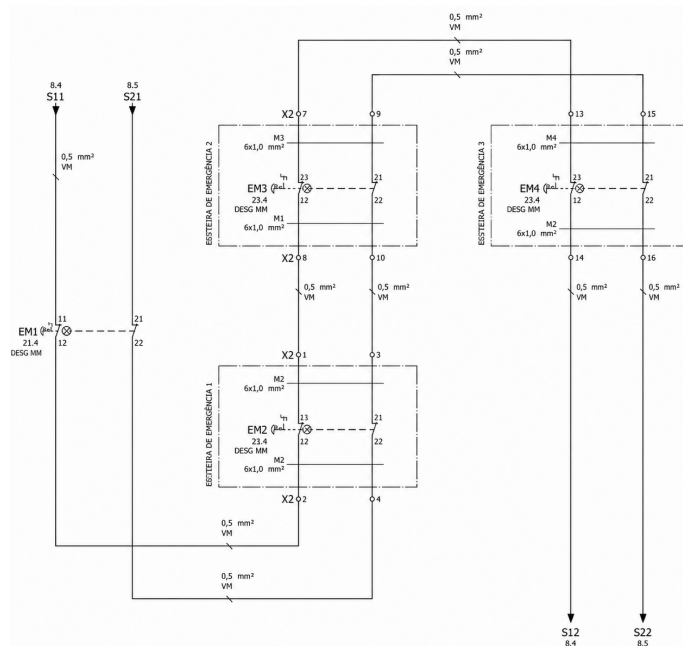


Fig. 6. Botoeiras de emergência e canais do circuito de parada

Conforme apresentado na Figura 6, cada botoeira de emergência possui dois contatos normalmente fechados, distribuídos em dois caminhos elétricos independentes. Esses caminhos são identificados no diagrama pelas referências S11/S12 e S21/S22. Em condições normais de operação, com todas as botoeiras liberadas, os contatos permanecem fechados e mantêm a continuidade elétrica dos dois canais monitorados pelo relé de segurança.

Quando uma botoeira de emergência é acionada, seus contatos normalmente fechados abrem e interrompem os caminhos monitorados pelo relé CP-D. Com a perda dessa condição elétrica, o relé deixa de manter suas saídas habilitadas e remove a condição de liberação do circuito.

A Figura 7 apresenta o trecho do diagrama correspondente ao relé de segurança CP-D, ao rearme manual por BH1 e aos contatos utilizados para liberação do circuito.

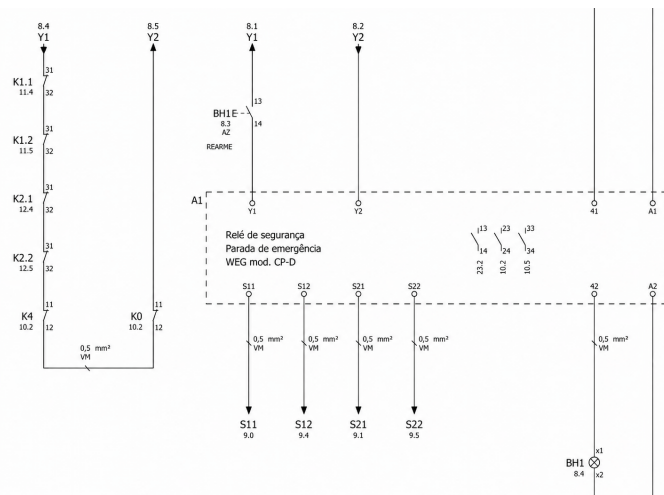
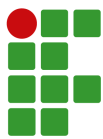


Fig. 7. Relé de segurança CP-D, rearme e contatos de liberação

No trecho apresentado na Figura 7, os contatos de saída do relé CP-D são utilizados para condicionar circuitos de comando associados aos acionamentos de potência. Pela continuidade do diagrama elétrico, o contato A1 23-24 atua na liberação dos contadores de segurança K4 e K0, enquanto o contato A1 33-34 condiciona a alimentação 220V1 utilizada nos circuitos de comando subsequentes.

Os contadores K4 e K0 estão inseridos nos circuitos de potência dos acionamentos das peneiras vibratórias controladas por inversores de frequência. A alimentação 220V1, por sua vez, é utilizada nos circuitos de comando associados ao granulador, aos trituradores, às esteiras transportadoras e aos sistemas auxiliares comandados por contadores e relés intermediários.

Em resumo, quando o CP-D atua, seus contatos de saída deixam de manter essas condições elétricas. Com isso, os contadores K4 e K0 perdem a condição de acionamento e a alimentação 220V1 dos circuitos de comando é interrompida, impedindo a continuidade dos comandos que sustentam os acionamentos de potência.



Além dos contatos de saída, o circuito apresenta uma malha de realimentação associada ao relé de segurança. Essa malha é formada por contatos auxiliares dos contatores K1.1, K1.2, K2.1, K2.2, K4 e K0, relacionados aos circuitos do granulador, do triturador 1.1 e das peneiras vibratórias.

Com a realimentação, o rearme do circuito depende do retorno dos contatos auxiliares à condição elétrica esperada, evitando a liberação do sistema caso algum contato permaneça retido ou em estado incompatível com a condição de retorno.

O botão BH1 foi utilizado para o rearme manual do circuito. Após o acionamento de uma emergência, a simples liberação física da botoeira não restabelece automaticamente a operação. Para que o circuito volte à condição operacional, é necessário que os dois canais monitorados estejam novamente fechados, que a malha de realimentação esteja em condição válida e que o operador acione o botão de rearme.

Com essa configuração, a parada de emergência foi constituída por um circuito dedicado de segurança, com dois canais monitorados pelo relé CP-D, rearme manual por BH1, realimentação por contatos auxiliares dos contatores, bloqueio dos permissivos elétricos associados aos contatores de segurança e interrupção da alimentação 220V1 dos circuitos de comando.

2) Supervisão pelo CLP:

Além da atuação direta do circuito de parada de emergência pelo relé CP-D, foram previstos sinais de supervisão enviados ao CLP Siemens S7-1200. A supervisão pelo CLP não substitui o circuito dedicado de segurança, mas permite que o sistema de automação identifique condições de emergência, registre estados operacionais e disponibilize informações ao operador por meio da IHM.

A Figura 8 apresenta o trecho do diagrama correspondente às entradas digitais do CLP utilizadas para supervisão das condições de emergência e do retorno associado ao granulador.

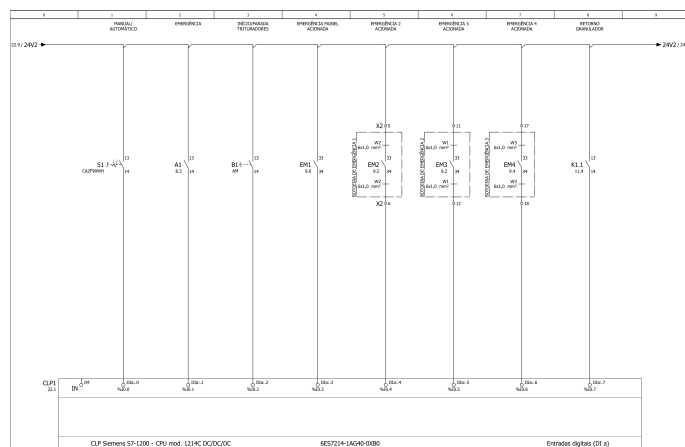


Fig. 8. Supervisão das condições de emergência nas entradas digitais do CLP

Conforme apresentado na Figura 8, as entradas digitais do CLP recebem sinais relacionados à emergência do painel, às

emergências 2 e 3, às botoeiras de emergência EM1, EM2 e EM3, à emergência 4 e ao retorno do granulador. No diagrama, a representação desses estados ocorre por meio de contatos auxiliares associados aos dispositivos de emergência, ao relé de segurança A1 e ao contator K1.1.

A função do CLP nesse trecho é de supervisão e diagnóstico. Quando uma dessas entradas é acionada, a lógica de automação pode registrar a condição correspondente, gerar indicação de falha ou alarme na IHM e impedir a continuidade das sequências automáticas enquanto a condição anormal permanecer ativa.

Com essa configuração, a supervisão pelo CLP complementa o circuito físico de parada de emergência, fornecendo informações operacionais ao sistema de controle e ao operador. A função principal de bloqueio permanece no circuito dedicado com relé de segurança, enquanto o CLP atua no monitoramento, diagnóstico e tratamento lógico das condições sinalizadas.

F. Circuitos de Comando e Automação

A elaboração dos circuitos de comando e automação teve como finalidade definir os circuitos auxiliares responsáveis pela operação, supervisão, sinalização e intertravamento dos acionamentos do sistema de trituração de pneus.

O desenvolvimento desses diagramas foi conduzido a partir dos requisitos funcionais definidos para o sistema, abrangendo a alimentação dos circuitos de comando, a organização do CLP, da IHM e das comunicações, o mapeamento dos sinais de entrada e saída, a utilização de relés intermediários, a integração com os acionamentos de potência e a definição da lógica operacional do sistema.

A estrutura dos diagramas de comando foi definida para organizar a operação supervisionada do painel e estabelecer a base técnica para a futura implementação da lógica de programação do CLP.

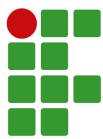
1) Alimentação dos Circuitos de Comando:

A alimentação dos circuitos de comando foi organizada a partir das tensões auxiliares do painel, definindo os pontos de derivação, proteção e distribuição em 220 Vca e 24 Vcc.

A partir da alimentação entre fase e neutro, foi derivado o potencial 220V do comando por meio do disjuntor Q16. Na sequência, foi inserido o contato comutador do relé de falta e sequência de fases RFF1, representado no diagrama pelos terminais 15, 16 e 18, de modo que a alimentação auxiliar em corrente alternada somente seja disponibilizada quando a alimentação principal do painel estiver em condição adequada.

Para os circuitos em corrente contínua, foi utilizada a fonte de alimentação G1, com entrada em 90–264 Vca e saída em 24 Vcc. A saída positiva da fonte foi dividida em dois circuitos protegidos: o fusível F2 alimenta a régua de bornes X24V1, enquanto o fusível F1 alimenta a régua de bornes X24V2. O retorno comum da fonte foi distribuído pela régua de bornes X0V.

A indicação de comando energizado foi vinculada ao sinal



H1, ligado entre o potencial 24V2 e o retorno 0V, após a proteção pelo fusível F1. A distribuição adotada definiu as referências 220V, 24V1, 24V2 e 0V utilizadas nos circuitos de comando e automação, mantendo identificada a origem das tensões auxiliares do painel.

2) Organização do CLP, IHM e Comunicações:

A organização dos dispositivos de automação e supervisão foi definida a partir da quantidade de sinais digitais, sinais analógicos e recursos de comunicação exigidos pelo sistema. A arquitetura adotada foi representada no diagrama elétrico pela definição do CLP, da IHM, dos módulos adicionais e dos meios de comunicação do painel.

O processamento dos sinais foi atribuído ao CLP Siemens S7-1200, identificado no projeto pela CPU CLP1, modelo 1214C DC/DC/DC, código 6ES7214-1AG40-0XB0. Para atender à quantidade de pontos digitais do projeto, foi acrescentado o módulo de expansão CLP2, modelo SM1223 16DI/16DO, código 6ES7223-1BL32-0XB0. As medições analógicas foram concentradas no módulo CLP3, modelo SM1231 4AI, código 6ES7231-4HD32-0XB0, destinado aos sinais provenientes dos transdutores de corrente [27] [28] [29].

A interface de operação foi definida pela IHM WEG CMT1106X, alimentada em 24 Vcc e interligada ao CLP por rede Ethernet. Essa comunicação foi organizada por meio do equipamento SW1, modelo Murr ME.58811, e cabeamento UTP com padrão T-568B, conforme representado no diagrama. A linha cMTx da WEG possui modelos com interface *touchscreen* e portas de comunicação *Ethernet* e RS232/RS485, compatíveis com a aplicação de operação e supervisão do painel [30].

A comunicação RS485 foi definida para a integração com os inversores de frequência das peneiras vibratórias, sendo realizada por meio do módulo de comunicação CB 1241 RS485, código 6ES7241-1CH30-1XB0, associado ao CLP1 como interface serial do conjunto S7-1200. No inversor INV4, modelo WEG CFW500D24P0T4DB20G2, foram utilizados os sinais A, B e GND associados à interface serial. No inversor INV5, modelo WEG CFW300C12P0T4NB20, foi previsto o módulo de comunicação CFW300-CRS485, com os sinais A(-), B(+) e GND destinados à comunicação serial [31] [32], [33].

A definição desses dispositivos estabeleceu os equipamentos responsáveis pelo processamento dos sinais, pela expansão dos pontos de entrada e saída, pela leitura das medições analógicas e pela integração da IHM e dos inversores de frequência ao sistema de automação. A partir dessa estrutura, foram elaborados os circuitos de entradas digitais, saídas digitais e entradas analógicas do CLP.

3) Mapeamento das Entradas do CLP:

O mapeamento das entradas do CLP foi definido como critério para relacionar os sinais de campo, retornos de acionamentos, falhas e medições analógicas aos pontos físicos disponíveis no CLP Siemens S7-1200. Essa organização teve como finalidade separar os sinais por função e disponibilizar ao sistema de

automação as informações necessárias à supervisão operacional, aos permissivos de partida e ao diagnóstico de falhas.

As entradas digitais foram distribuídas entre a CPU CLP1 e o módulo de expansão CLP2. Na CPU CLP1, foram concentrados os sinais de comando do operador, supervisão de emergência e retornos dos acionamentos principais. Entre esses sinais estão a chave seletora S1, o botão B1, os sinais associados às emergências EM1, EM2, EM3 e EM4, além dos retornos dos contadores K1.1, K1.2, K2.1 e K2.2 e do disjuntor-motor Q2.

Os sinais associados às emergências foram considerados como entradas de supervisão do CLP, e não como elementos responsáveis pela função de segurança. A atuação segura da parada de emergência foi definida no circuito específico de segurança, enquanto o CLP recebeu os estados correspondentes para indicação, diagnóstico e bloqueios lógicos complementares.

Ainda na CPU CLP1, foram previstos os sinais de falha de temperatura da água e do óleo, identificados no diagrama como SSTA e SSTO, além do retorno associado à bomba hidráulica, por meio dos contatos de Q20 e K16. Com essa distribuição, os sinais mais diretamente relacionados aos comandos principais, falhas iniciais e condições de operação foram mantidos nas entradas da CPU.

No módulo de expansão CLP2, foram distribuídos os retornos dos demais acionamentos do sistema. Nas entradas digitais desse módulo foram alocados os sinais do triturador 1.2, por meio dos contatos de K3.1, K3.2 e Q3, os retornos dos inversores INV4 e INV5, e os retornos das cargas acionadas por partida direta, como ventilador, esteiras, bomba d'água, esteira com ímã, esteiras de retorno e trocador de calor, associados aos conjuntos Q6/K6 até Q15/K15.

Também foram alocados no CLP2 os sensores de presença para confirmação das posições do rolo granulador SSL1, SSL2 e SSL3, utilizados para identificação das posições do rolo granulador. Esses sinais foram considerados no mapeamento de entradas para permitir que a lógica operacional utilize a posição mecânica do conjunto como condição de supervisão e validação das etapas de operação.

As entradas analógicas internas da CPU CLP1 foram mantidas como reserva. As medições analógicas utilizadas no processo foram direcionadas ao módulo CLP3, modelo SM1231 4AI. Nesse módulo, foram previstos os sinais de corrente do granulador e do triturador 1.1, identificados como IT1 e IT2, provenientes dos transdutores de corrente TSC1 e TSC2. Os demais canais analógicos do módulo foram mantidos como reserva.

A correspondência entre os dispositivos de campo e os pontos físicos do CLP foi organizada no diagrama elétrico a partir da separação dos sinais de comando do operador, supervisão de emergência, retornos de acionamentos, falhas térmicas, posições mecânicas e medições de corrente. Essa separação definiu quais estados do sistema deveriam estar disponíveis para a futura programação do CLP e para a apresentação das condições operacionais na IHM.



A Tabela IV resume os sinais associados às entradas digitais e analógicas do CLP.

TABELA IV
Entradas do CLP.

Módulo	Entrada	Sinal monitorado	Disp.
CLP1	I0.0	Manual/automático	S1
CLP1	I0.1	Emergência	A1
CLP1	I0.2	Início/parada trituradores	B1
CLP1	I0.3	Emergência painel acionada	EM1
CLP1	I0.4	Emergência 2 acionada	EM2
CLP1	I0.5	Emergência 3 acionada	EM3
CLP1	I0.6	Emergência 4 acionada	EM4
CLP1	I0.7	Retorno granulador	K1.1
CLP1	I1.0	Retorno granulador	K1.2
CLP1	I1.1	Retorno triturador 1	Q2/K2.1
CLP1	I1.2	Retorno sent. giro triturador 1	Q2/K2.2
CLP1	I1.3	Falha temperatura água	SSTA
CLP1	I1.4	Falha temperatura óleo	SSTO
CLP1	I1.5	Retorno bomba hidráulica	Q20/K16
CLP1	AI0	Reserva	–
CLP1	AI1	Reserva	–
CLP2	I2.0	Retorno triturador 1.2	Q3/K3.1
CLP2	I2.1	Retorno sent. giro triturador 1.2	Q3/K3.2
CLP2	I2.2	Retorno peneira vibratória 1	INV4
CLP2	I2.3	Retorno peneira vibratória 2	INV5
CLP2	I2.4	Retorno ventilador	Q6/K6
CLP2	I2.5	Retorno esteira saída triturador	Q7/K7
CLP2	I2.6	Retorno esteira saída peneira 1	Q8/K8
CLP2	I2.7	Retorno esteira rolo magnético	Q9/K9
CLP2	I3.0	Retorno esteira retorno 1	Q10/K10
CLP2	I3.1	Retorno bomba d'água	Q11/K11
CLP2	I3.2	Retorno esteira com ímã	Q12/K12
CLP2	I3.3	Retorno esteiras retorno 2/3	Q13/K13; Q14/K14
CLP2	I3.4	Retorno trocador de calor	Q15/K15
CLP2	I3.5	Posição 1 rolo granulador	SSL1
CLP2	I3.6	Posição 2 rolo granulador	SSL2
CLP2	I3.7	Posição 3 rolo granulador	SSL3
CLP3	AI0	Corrente granulador	TSC1
CLP3	AI1	Corrente triturador 1	TSC2
CLP3	AI2	Reserva	–
CLP3	AI3	Reserva	–

4) Mapeamento das Saídas e Relés Intermediários:

O mapeamento das saídas digitais do CLP foi elaborado para relacionar os comandos lógicos previstos para o sistema aos pontos físicos de saída disponíveis no CLP Siemens S7-1200. A definição das saídas considerou a separação entre as funções de sinalização do painel, comandos dos acionamentos principais, comandos das cargas auxiliares, comandos dos inversores de frequência e os dispositivos de interface necessários entre o CLP e os circuitos de acionamento.

A separação dos comandos por grupos funcionais permitiu organizar as saídas conforme a natureza de cada carga acionada. Com isso, os comandos de sinalização, partida, reversão, avanço e recuo foram tratados de forma distinta no diagrama elétrico, mantendo identificada a relação entre a saída digital do CLP, o dispositivo de interface e o circuito comandado.

Na CPU CLP1, foram concentradas as funções de sinalização

e os comandos dos acionamentos principais do granulador e dos trituradores. As saídas digitais DQa foram destinadas ao acionamento da sirene de anormalidade AL1, aos sinaleiros H2, H3 e H4, aos relés intermediários RL1 e RL2, associados aos comandos do granulador, e aos relés RL3 e RL4, associados aos comandos do triturador 1.1. As saídas digitais DQb foram destinadas aos comandos do triturador 1.2, por meio dos relés intermediários RL5 e RL6.

No módulo de expansão CLP2, foram distribuídos os comandos das peneiras vibratórias, das cargas auxiliares acionadas por partida direta e dos demais movimentos auxiliares do sistema. As saídas digitais DQa foram destinadas aos relés RL7 e RL8, associados aos comandos dos inversores INV4 e INV5, e aos relés RL9, RL10, RL11, RL12, RL13 e RL14, utilizados para acionamento do ventilador, esteiras e bomba d'água. As saídas digitais DQb foram destinadas aos relés RL15, RL16, RL17 e RL20, associados aos comandos da esteira com ímã, das esteiras de retorno 2 e 3, do trocador de calor do óleo e da bomba hidráulica.

Foram previstos os relés RL18 e RL19 para os comandos de avanço e recuo da esteira com ímã, além dos dispositivos RS1 e RS2 para os comandos de avanço e recuo do rolo granulador.

Os relés intermediários foram utilizados para separar eletricamente as saídas do CLP dos circuitos de comando dos acionamentos. As saídas digitais atuam sobre as bobinas dos relés, enquanto os contatos desses relés são direcionados aos circuitos correspondentes das *soft-starters*, inversores, contadores e válvulas solenoides. No caso dos comandos do rolo granulador, os dispositivos RS1 e RS2 foram utilizados como optoacopladores entre as saídas digitais do CLP e os respectivos circuitos de avanço e recuo.

A definição das saídas digitais vinculou cada comando lógico do CLP ao elemento físico acionado, mantendo identificada a correspondência entre a automação, os dispositivos de interface e os circuitos comandados. O mapeamento estabelecido orientou a futura programação das saídas do CLP e a verificação da relação entre os comandos previstos e os acionamentos do sistema.

A Tabela V resume os sinais associados às saídas digitais do CLP.



TABELA V
Saídas do CLP.

Módulo	Saída	Sinal comandado	Dispositivo ligado
CLP1	Q0.0	Falha sistema	Sinaleiro H2
CLP1	Q0.1	Sirene anormalidade	Sirene AL1
CLP1	Q0.2	Granulador ligado	Sinaleiro H3
CLP1	Q0.3	Trituradores ligados	Sinaleiro H4
CLP1	Q0.4	Liga granulador	Relé RL1
CLP1	Q0.5	Liga sent. giro granulador	Relé RL2
CLP1	Q0.6	Liga triturador 1.1	Relé RL3
CLP1	Q0.7	Liga sent. giro triturador 1.1	Relé RL4
CLP1	Q1.0	Liga triturador 1.2	Relé RL5
CLP1	Q1.1	Liga sent. giro triturador 1.2	Relé RL6
CLP2	Q2.0	Liga peneira vibratória 1	Relé RL7
CLP2	Q2.1	Liga peneira vibratória 2	Relé RL8
CLP2	Q2.2	Liga ventilador resfr. água / chiller	Relé RL9
CLP2	Q2.3	Liga esteira saída triturador	Relé RL10
CLP2	Q2.4	Liga esteira saída peneira 1	Relé RL11
CLP2	Q2.5	Liga esteira rolo magnético	Relé RL12
CLP2	Q2.6	Liga esteira retorno 1 / saída peneira 2	Relé RL13
CLP2	Q2.7	Liga bomba d'água	Relé RL14
CLP2	Q3.0	Liga esteira com ímã	Relé RL15
CLP2	Q3.1	Liga esteiras retorno 2/3	Relé RL16
CLP2	Q3.2	Liga trocador de calor óleo	Relé RL17
CLP2	Q3.3	Avança esteira com ímã	Relé RL18
CLP2	Q3.4	Recua esteira com ímã	Relé RL19
CLP2	Q3.5	Liga bomba hidráulica	Relé RL20
CLP2	Q3.6	Avança rolo granulador	Optoacoplador RS1
CLP2	Q3.7	Recua rolo granulador	Optoacoplador RS2

5) Integração com os Acionamentos:

A integração entre os circuitos de comando e os circuitos de potência foi definida para vincular as saídas digitais do CLP aos dispositivos responsáveis pelo acionamento das cargas do sistema. O critério adotado considerou o tipo de carga, a forma de partida, a necessidade de reversão, os dispositivos de interface e os sinais de retorno necessários para supervisão operacional.

Os acionamentos foram organizados em grupos funcionais, separando os comandos associados às *soft-starters*, aos inversores de frequência, às partidas diretas e aos movimentos auxiliares de avanço e recuo. Essa separação permitiu estabelecer a relação entre o comando lógico do CLP, o relé intermediário ou dispositivo de interface, o circuito de comando do acionamento e o retorno de estado, quando aplicável.

Os acionamentos principais com reversão foram integrados por meio de *soft-starters*, contadores de seleção do sentido de giro e relés intermediários. O granulador M1 foi associado à *soft-starter* SS1, aos contadores K1.1 e K1.2 e aos relés RL1 e RL2. O triturador 1.1, correspondente ao motor M2, foi associado à *soft-starter* SS2, aos contadores K2.1 e K2.2 e aos relés RL3 e RL4. O triturador 1.2, correspondente ao motor M3, foi associado à *soft-starter* SS3, aos contadores K3.1 e K3.2 e aos relés RL5 e RL6. Nesses circuitos, os contadores foram utilizados na manobra de potência e também forneceram retornos de estado para supervisão pelo CLP.

Para as peneiras vibratórias, a integração foi realizada por meio dos inversores de frequência INV4 e INV5. O inversor INV4, associado ao motor M4, recebeu comando por meio do relé intermediário RL7, enquanto o inversor INV5, associado

ao motor M5, recebeu comando por meio do relé intermediário RL8. Também foram previstos os contatos de retorno dos inversores e os pontos de comunicação necessários à integração com o sistema de automação.

As cargas acionadas por partida direta foram integradas por meio dos contadores K6 a K16, associados aos respectivos disjuntores-motores e relés intermediários de comando. Esse critério foi aplicado aos motores auxiliares, esteiras, bomba d'água, ventilador do trocador de calor do óleo e bomba hidráulica, mantendo para cada carga a relação entre proteção, manobra, comando e retorno de estado.

Além dos acionamentos dos motores, foram tratados separadamente os comandos auxiliares de avanço e recuo. Os relés intermediários RL18 e RL19 foram associados aos comandos de avanço e recuo da esteira com ímã, enquanto os optoacopladores RS1 e RS2 foram utilizados nos comandos de avanço e recuo do rolo granulador. A separação desses comandos preservou a identificação funcional dos movimentos auxiliares e a distinção entre comandos convencionais por relés intermediários e comandos realizados por optoacopladores.

A integração dos acionamentos definiu a cadeia funcional entre comando lógico, dispositivo de interface, circuito de comando, acionamento e retorno de supervisão, fundamentando a lógica operacional do CLP e a validação da correspondência entre os comandos previstos e os acionamentos do sistema de trituração de pneus.

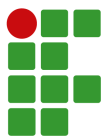
6) Lógica Operacional de Sequenciamento e Supervisão:

A lógica operacional do sistema foi estruturada no projeto elétrico a partir dos sinais necessários para sequenciamento, permissivos, bloqueios e supervisão dos acionamentos. A definição não corresponde à programação final do CLP, mas à organização dos pontos de entrada, saída, retorno e sinalização que deveriam estar disponíveis para a futura implementação da lógica de automação.

A organização dos permissivos considerou os comandos do operador, os sinais de emergência, os retornos dos acionamentos e as condições de falha monitoradas pelo painel. Foram considerados a chave seletora S1, o botão B1, os sinais associados às emergências EM1, EM2, EM3 e EM4, os retornos dos contadores e disjuntores-motores, os sinais dos inversores INV4 e INV5, as falhas de temperatura SSTA e SSTO e os sensores de presença para confirmação das posições do rolo granulador SSL1, SSL2 e SSL3.

A sequência operacional foi definida considerando o requisito de acionamento das esteiras antes dos trituradores. Esse critério teve como finalidade garantir que o transporte de material estivesse disponível antes da partida das cargas principais do processo. Para isso, os sinais de comando e retorno das esteiras foram incluídos no mapeamento de supervisão do CLP, permitindo que a futura lógica de automação verifique os estados necessários antes da liberação dos trituradores.

Para o granulador M1, foram definidos sinais específicos de



supervisão de corrente e posição. A corrente do motor foi monitorada por meio do transformador de corrente TC1 e do transdutor de corrente TSC1, cujo sinal foi encaminhado ao módulo analógico do CLP. As posições mecânicas do conjunto foram associadas aos sensores SSL1, SSL2 e SSL3, permitindo que a lógica operacional relacione a condição de carga do motor com a posição do rolo granulador.

As condições de anormalidade e os estados operacionais foram relacionados aos dispositivos de sinalização e à supervisão pela IHM. O acionamento da sirene AL1, o sinaleiro de falha H2 e os sinaleiros de estado H3 e H4 foram considerados em conjunto com os sinais de retorno enviados ao CLP, definindo os pontos necessários para indicação de falhas, acompanhamento dos estados de operação e diagnóstico do sistema pelo operador.

A estruturação da lógica operacional estabeleceu a relação entre comandos do operador, sinais de campo, permissivos, retornos, acionamentos e sinalizações. A relação estabelecida constituiu a base elétrica necessária para a futura programação do CLP e para a implementação do sequenciamento e da supervisão operacional do sistema de trituração de pneus.

G. Elaboração do Layout Mecânico do Painel

A elaboração do *layout* mecânico do painel foi conduzida a partir dos componentes definidos no projeto elétrico, considerando suas dimensões reais, os espaços de instalação, a disposição de canaletas e trilhos, as regiões de passagem dos cabos, as furações, os recortes e os detalhes construtivos necessários para fabricação e montagem do painel.

O desenvolvimento do *layout* limitou-se ao painel elétrico do sistema de trituração de pneus. O projeto estrutural da máquina, as proteções físicas, os sistemas hidráulicos e pneumáticos e demais alterações mecânicas do equipamento não foram contemplados, por estarem sob responsabilidade do cliente Ferramentaria 3D e dependerem da construção final do conjunto.

A Figura 9 apresenta a sequência adotada para elaboração do *layout* mecânico. O fluxograma resume o procedimento aplicado, partindo do projeto elétrico concluído e avançando até o desenho mecânico concluído, utilizado como referência para fabricação e montagem do painel.

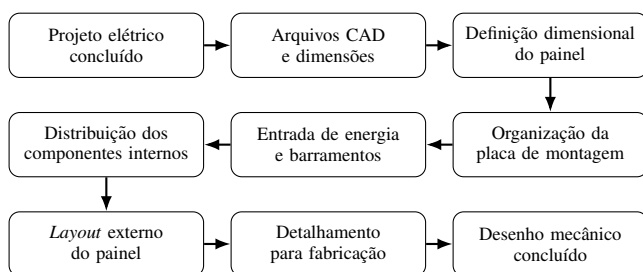


Fig. 9. Sequência adotada para elaboração do *layout* mecânico do painel.

1) Arquivos CAD e Dimensões:

Com a relação de componentes já estabelecida nos diagramas elétricos, foram levantados os arquivos CAD, blocos dimensionais e desenhos de catálogo necessários para a representação física dos dispositivos no painel. Esses dados foram obtidos em bibliotecas técnicas dos fabricantes e em blocos internos de projeto, utilizando como referência as bibliotecas CAD disponibilizadas pela WEG para produtos de automação e os dados CAD disponibilizados pela Siemens para dispositivos aplicados em sistemas CAD [34] [35].

Essas informações permitiram representar os componentes em escala no *layout* mecânico, servindo de base para a verificação da área ocupada, das folgas de montagem, do acesso aos pontos de conexão e da compatibilidade com canaletas, trilhos, furações e recortes do painel.

2) Definição Dimensional do Painel:

Com os componentes representados em escala, passou-se à definição dimensional do painel, relacionando a ocupação física dos dispositivos com os requisitos construtivos previstos no orçamento do painel para trituradores.

Para a definição dimensional, foram considerados o espaço útil da placa de montagem, a entrada inferior dos cabos, a instalação de barramentos, canaletas e trilhos, o sistema de ventilação e exaustão, a iluminação interna, o porta-documentos e as folgas necessárias para montagem, identificação e manutenção.

A definição dimensional levou à adoção de um painel modular com dimensões de 1900+100 mm × 1600 mm × 600 mm, grau de proteção IP54, pintura externa e interna em cinza RAL 7032, placa de montagem em laranja RAL 2003 e entrada inferior de cabos.

3) Organização da Placa de Montagem:

A organização da placa de montagem considerou a divisão funcional dos circuitos e os espaços necessários para fixação e interligação dos componentes. Foram definidas regiões para entrada e distribuição de energia, barramentos, circuitos de potência, comando, automação e bornes de interligação com o campo.

A disposição das canaletas, trilhos e áreas livres foi definida para orientar a instalação dos dispositivos, considerando a passagem dos condutores, o acesso aos terminais, a separação entre circuitos de potência e comando e as condições de montagem e manutenção. A placa de montagem foi definida como base física para a distribuição dos componentes internos do painel.



4) Entrada de Energia e Barramentos:

Na entrada de energia, o detalhamento mecânico dos barramentos partiu da disposição física do disjuntor geral Q0 e dos pontos de distribuição para os circuitos internos do painel. Como exemplo do método adotado, foi detalhado o conjunto de barramentos R, S e T conectado à saída superior do disjuntor geral Q0, pois esse conjunto reúne as principais operações aplicadas no detalhamento dos demais barramentos: definição da forma construtiva da barra, posicionamento dos pontos de conexão, furações, roscas e cotas de fabricação.

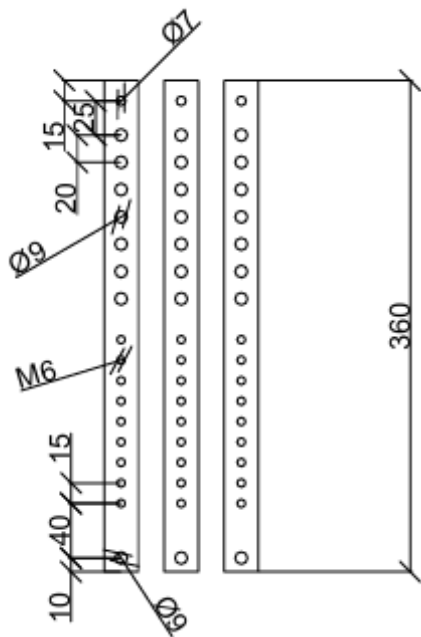


Fig. 10. Detalhamento das furações e cotas dos barramentos R, S e T da saída superior do disjuntor geral Q0.

No detalhamento dos barramentos R, S e T, a sequência de furação foi definida a partir do ponto de conexão com o disjuntor geral Q0. Inicialmente, posicionou-se o furo passante de 9 mm de diâmetro na região inferior da barra, correspondente à conexão com o terminal de saída do disjuntor.

A partir desse ponto, foram distribuídas as roscas M6 destinadas às derivações menores dos circuitos internos, adotando passo regular de 15 mm entre os pontos de conexão.

Na parte superior da barra foram posicionados furos passantes de 9 mm de diâmetro destinados aos terminais de maior seção, com espaçamento de 20 mm entre furos e afastamento de 25 mm em relação ao furo superior de fixação.

Por fim, foi previsto o furo passante de 7 mm de diâmetro na extremidade superior, para fixação no isolador de sustentação. Com a sequência de furações, roscas e afastamentos definida, foi determinado o comprimento final de 360 mm da barra e geradas as cotas necessárias para fabricação.

5) Distribuição dos Componentes Internos:

Com a placa de montagem organizada, os componentes internos foram posicionados conforme a função elétrica de cada conjunto. A região inferior esquerda foi destinada à entrada de energia, ao disjuntor geral, aos barramentos principais e ao neutro, mantendo esse conjunto próximo à entrada inferior dos cabos. Na região superior esquerda foram concentrados os elementos de comando e automação, como CLP, módulos de expansão, fonte, *switch*, fusíveis, bornes de alimentação em 24 Vcc e 0 Vcc, relés e dispositivos auxiliares. Os dispositivos de proteção e distribuição dos circuitos derivados foram agrupados na região intermediária da placa de montagem.

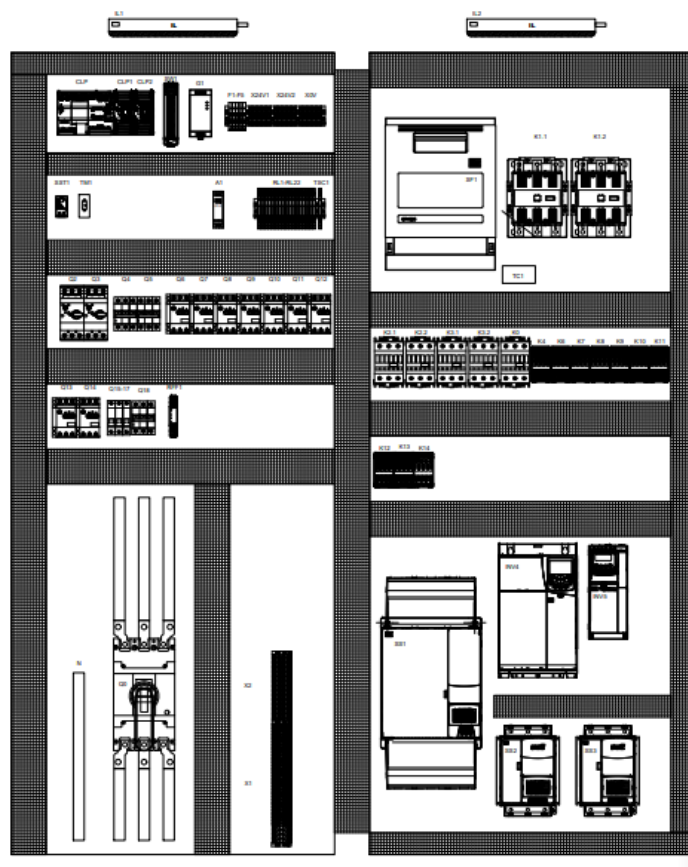


Fig. 11. Distribuição dos componentes internos no painel.

Na região direita foram posicionados os dispositivos relacionados aos acionamentos de potência, incluindo seccionadora, contadores, *Soft-Starters* e inversores de frequência. Os bornes de interligação com o campo foram posicionados na região inferior central, facilitando a saída dos cabos e a identificação dos circuitos. Essa distribuição buscou reduzir cruzamentos entre condutores, manter a separação entre potência, comando, segurança e automação, além de permitir acesso adequado para montagem, inspeção e manutenção.

6) Layout Externo do Painel:

O *layout* externo da porta foi organizado considerando os dispositivos de operação, sinalização, supervisão e acessórios que deveriam permanecer acessíveis ou visíveis ao operador. A definição das posições partiu da vista frontal do painel e considerou a função de cada elemento durante a operação do sistema.

Inicialmente, foram inseridos no desenho os blocos dimensionais dos componentes externos, como IHM, botoeiras, sinaleiros, chave seletora, botoeira de emergência, botão de rearme, botão de início/parada, manopla do disjuntor geral e elementos de ventilação e exaustão. A organização resultante é apresentada na Figura 12.

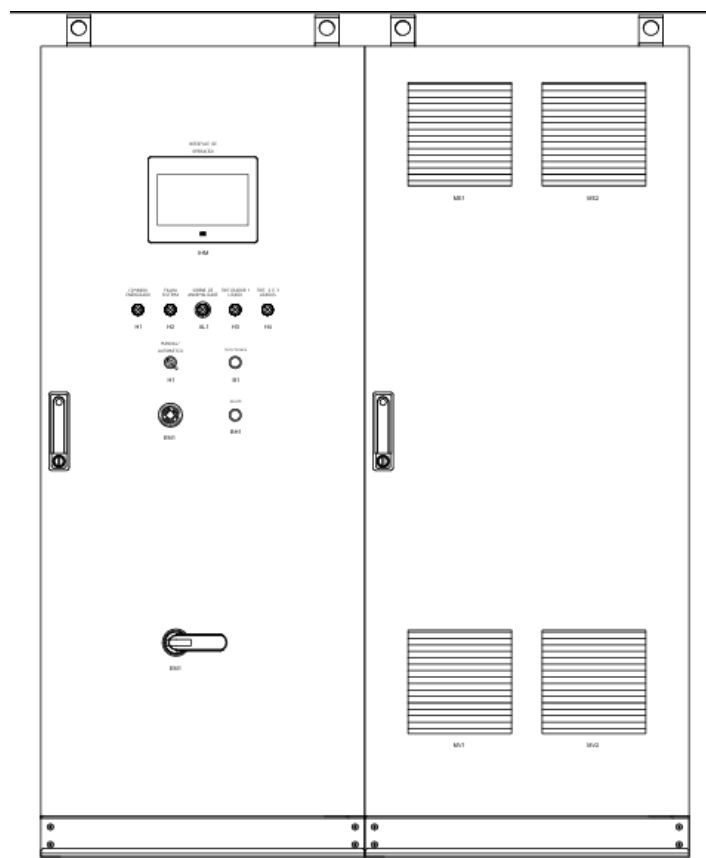


Fig. 12. *Layout* externo da porta do painel.

A disposição dos dispositivos foi definida por agrupamento funcional e pela relação de uso durante a operação. A IHM foi posicionada em região de fácil visualização, por ser o principal elemento de supervisão e interação com o sistema. Os comandos manuais e as sinalizações foram organizados em regiões próximas, permitindo associar visualmente os estados operacionais aos respectivos comandos. A botoeira de emergência foi mantida em posição de acesso direto ao operador, enquanto a manopla do disjuntor geral foi posicionada conforme o acoplamento mecânico ao disjuntor Q0 instalado internamente.

Os elementos de ventilação e exaustão foram posicionados na porta de modo a não interferir nas áreas de comando e sinalização. Essa compatibilização garantiu coerência entre o *layout* externo da porta e a disposição dos componentes internos do painel.

7) Detalhamento para Fabricação:

O detalhamento para fabricação foi organizado pela indicação, no desenho mecânico, das cotas e informações construtivas necessárias à fabricação e à montagem do painel. Foram indicadas as cotas gerais do conjunto, as dimensões da porta e da placa de montagem, as posições de furação, os recortes para instalação dos dispositivos externos, os pontos de fixação dos componentes, as dimensões das canaletas e trilhos, além dos detalhes construtivos dos barramentos.

As cotas foram definidas para transformar a disposição dos componentes em referências construtivas aplicáveis à execução física do painel. Na placa de montagem e na porta, essas referências dimensionais foram destinadas à localização dos componentes, à execução dos recortes, à realização das furações e à conferência do posicionamento dos elementos durante a montagem.

8) Listas Auxiliares de Identificação:

A organização das identificações necessárias à montagem e à instalação do painel foi realizada por meio de uma planilha eletrônica auxiliar. A planilha foi elaborada a partir dos endereços de conexão indicados no diagrama elétrico, separando as informações destinadas aos condutores internos, aos componentes, aos bornes e aos cabos de campo.

A estrutura da planilha foi definida em listas independentes, pois cada tipo de identificação possui aplicação específica durante a execução física do painel. As anilhas foram destinadas à identificação ponto a ponto dos condutores, as *tags* à identificação dos componentes, a identificação de bornes à localização das régua terminais e seus pontos de conexão, e a identificação de cabos aos cabos externos interligados aos dispositivos de campo.

As anilhas foram definidas pelo critério ponto a ponto, relacionando os terminais de origem e destino dos condutores conforme indicado no diagrama elétrico. Esse critério foi aplicado tanto aos fios internos do painel quanto aos condutores utilizados na instalação externa. Como exemplo, uma identificação como Q15:44/K15:13 representa a ligação entre o terminal 44 do dispositivo Q15 e o terminal 13 do dispositivo K15, enquanto uma identificação como X2:1/EM1:11 representa a ligação entre o borne X2:1 do painel e o terminal 11 da botoeira de emergência EM1.

As *tags* foram organizadas a partir das referências funcionais dos componentes utilizados no projeto elétrico e no *layout* mecânico. Essa lista reuniu identificações de dispositivos como inversores, contadores, relés, disjuntores, CLP, fonte e demais



elementos instalados no painel, com a finalidade de associar cada componente físico à sua representação no diagrama.

A identificação dos bornes foi organizada pela relação entre a régua terminal e o respectivo ponto de conexão. Essa relação adotou referências como X1:1 e X2:1 para localizar fisicamente os pontos de ligação do painel e relacioná-los às interligações internas ou aos cabos destinados aos dispositivos de campo.

A identificação de cabos foi tratada separadamente das anilhas, pois corresponde ao código do cabo externo, e não à identificação de cada condutor individual. Esses códigos, como W2, permitem reconhecer o cabo de interligação entre o painel e os equipamentos de campo, enquanto as anilhas indicam os pontos de conexão de cada condutor desse cabo.

A Tabela VI apresenta a estrutura utilizada na planilha auxiliar de identificação.

TABELA VI
Estrutura das listas auxiliares de identificação.

Lista	Critério	Exemplo
Anilhas	Ponto a ponto	Q15:44/K15:13
Tags	Referência do componente	INV5
Identificação de bornes	Régua e ponto do borne	X1:1, X2:1
Identificação de cabos	Código do cabo externo	W2

Para apoio à montagem, à instalação e à conferência do painel, as informações de identificação foram estruturadas em documentação auxiliar. A planilha foi organizada para relacionar os endereços de conexão do diagrama elétrico às listas de preparação das anilhas, identificação dos componentes, marcação dos bornes e identificação dos cabos externos.

IV. RESULTADOS

O desenvolvimento do trabalho resultou no projeto executivo de automação do sistema de trituração de pneus, tendo o painel elétrico como elemento central de implementação. O projeto foi materializado por meio da documentação técnica necessária para fabricação, montagem, interligação, conferência, testes e instalação do painel, abrangendo circuitos de potência, comando, automação, segurança, *layout* mecânico e identificação dos elementos do sistema.

O diagrama elétrico elaborado definiu a alimentação principal, a distribuição de energia, os dispositivos de proteção, os circuitos de acionamento dos motores, os circuitos auxiliares de comando, as interligações com o CLP, a IHM, os inversores de frequência, os relés intermediários, os bornes de campo e os dispositivos de segurança. O diagrama constituiu a principal referência técnica para a execução das ligações elétricas e para a verificação dos circuitos de potência, comando e automação.

O desenho mecânico complementou o diagrama elétrico ao estabelecer a disposição física dos componentes no interior e no exterior do painel, incluindo canaletas, trilhos, barramentos, bornes, dispositivos de operação, elementos de ventilação e pontos de furação e recorte. Juntamente com a lista de materiais e as listas auxiliares de identificação, esse conjunto

de documentos organizou os componentes especificados, as anilhas, as *tags*, os bornes e os cabos de campo necessários à montagem e à conferência do painel.

A documentação desenvolvida foi utilizada pela empresa nas etapas posteriores de montagem mecânica, montagem elétrica, testes e instalação no equipamento. Nessas etapas, o projeto orientou a execução das interligações internas e externas, a identificação dos pontos de conexão, a conferência dos bornes de campo e a localização dos sinais associados ao sistema de automação.

Em relação à programação, o trabalho não correspondeu ao desenvolvimento do código final do CLP e da IHM. Entretanto, o projeto definiu a arquitetura elétrica necessária para a programação, incluindo pontos físicos de entrada e saída, comandos, retornos, sinais analógicos, permissivos, intertravamentos, dispositivos de sinalização e pontos de comunicação. Assim, a programação pôde ser desenvolvida posteriormente a partir dos sinais e funções estabelecidos no projeto.

O resultado obtido correspondeu à aplicação prática da documentação técnica em um projeto real de automação industrial, reunindo as definições elétricas, funcionais, construtivas e de identificação necessárias para a execução física do painel e sua integração ao sistema de trituração de pneus.

V. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi atendido por meio do desenvolvimento do projeto de automação industrial para o sistema de trituração de pneus. A partir de uma demanda real de aplicação industrial, foi elaborada a documentação técnica necessária para representar a alimentação, a proteção, o acionamento, o comando, a automação, a segurança e a organização física do painel, mantendo o foco no projeto executivo e nas informações necessárias para sua fabricação e montagem.

O projeto desenvolvido consolidou os circuitos de potência, comando, automação e segurança em um conjunto documental coerente com os requisitos do sistema. A integração entre os dispositivos de proteção, acionamento, comando, supervisão e segurança permitiu estruturar um painel compatível com as necessidades operacionais do sistema, reunindo em uma mesma documentação as informações necessárias para execução, conferência e continuidade das etapas posteriores pela empresa.

O dimensionamento elétrico permitiu compatibilizar as cargas do sistema com a alimentação principal do painel. O levantamento das potências orientou a definição da entrada de energia, da potência instalada de referência de 240 kVA, da corrente máxima de conexão de 368 A, do dimensionamento do disjuntor geral, dos barramentos, dos condutores de entrada e dos dispositivos de proteção e acionamento. Esses elementos demonstram que o projeto não se limitou à representação gráfica dos circuitos, mas envolveu critérios de seleção e verificação



compatíveis com a aplicação industrial proposta.

A organização dos circuitos de comando e automação estabeleceu a estrutura elétrica necessária para a posterior implementação da lógica no CLP. O mapeamento das entradas, saídas, retornos dos acionamentos, sinais analógicos, permissivos, intertravamentos e sinalizações permitiu relacionar os comandos do operador, os estados dos equipamentos e as condições de supervisão do processo. Também foi definida a base funcional para o sequenciamento operacional, incluindo a partida das esteiras antes dos trituradores e a supervisão das condições associadas ao granulador e aos demais equipamentos do sistema.

Os recursos de segurança incorporados ao painel permitiram estruturar a parada de emergência, o rearme manual, os bloqueios elétricos dos acionamentos e a supervisão das condições de emergência pelo CLP. Entretanto, o escopo do trabalho permaneceu limitado à segurança elétrica do painel e aos circuitos representados no projeto, não abrangendo a validação completa da segurança da máquina, o projeto de proteções físicas, proteções mecânicas, sistemas hidráulicos ou pneumáticos de segurança, nem os testes finais em campo.

Conclui-se que o projeto desenvolvido constituiu uma base técnica organizada para a continuidade das etapas executivas do painel elétrico, incluindo fabricação, montagem, programação, testes de bancada, instalação e comissionamento pela empresa responsável. Mesmo com a continuidade executiva do projeto, a validação final do funcionamento do sistema não fez parte do escopo deste trabalho, pois depende da implementação da lógica no CLP e na IHM, dos testes funcionais dos acionamentos e intertravamentos e da verificação do comportamento do equipamento instalado em campo.

REFERÊNCIAS

- [1] Ministério da Saúde, “Ministério da Saúde alerta viajantes para eliminação dos criadouros”, 2015, URL: <https://bvsms.saude.gov.br/ministerio-da-saude-alerta-viajantes-para-eliminacao-dos-criadouros/>.
- [2] M. Polidoro, P. V. d. Santos, R. M. Gonçalves, “Alternativas de destinação para pneus inservíveis”, *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, vol. 20, no. 5, pp. 181–194, 2024, URL: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum-ambiental/article/download/5275/5255/11503>.
- [3] J. Mamede Filho, *Instalações Elétricas Industriais*, 9 ed., LTC, Rio de Janeiro, 2017.
- [4] F. Natale, *Automação Industrial*, 10 ed., Érica, São Paulo, 2018.
- [5] M. H. Rashid, *Power Electronics: Circuits, Devices and Applications*, 4 ed., Pearson, Boston, 2014.
- [6] CircuitGates, “How a Soft Starter Works”, Acesso em: 09 mar. 2026, 2024, URL: <https://circuitgates.com/articles/how-a-soft-starter-work.php>.
- [7] R. S. Amaral, “Aplicação da Soft-Starter para acionamento de motores de indução acoplados a diferentes tipos de cargas mecânicas”, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, acesso em: 09 mar. 2026, 2013, URL: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1849/1/CT_CEAUT.III.2013.02.pdf.
- [8] S. J. Chapman, *Electric Machinery Fundamentals*, 5 ed., McGraw-Hill, New York, 2012.
- [9] A. E. Fitzgerald, C. Kingsley Jr., S. D. Umans, *Electric Machinery*, 7 ed., McGraw-Hill, New York, 2013.
- [10] K. S. G. R. d. S. Godoi, L. A. Alves, “Inversor de Frequência com Acionamento de Motor”, UNIFAFIBE, 2018.
- [11] M. Georgini, *Automação Aplicada: Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs*, 9 ed., Érica, São Paulo, 2010.
- [12] E. Chekole, H. Guo, “ICS-SEA: Formally Modeling the Conflicting Design Constraints in ICS”, in *Proceedings of the International Conference*, pp. 60–69, 2019, doi: 10.1145/3372318.3372325.
- [13] BRASIL, “NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade”, Brasília: Ministério do Trabalho, 2014.
- [14] BRASIL, “NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos”, Brasília: Ministério do Trabalho, 2019.
- [15] Associação Brasileira de Normas Técnicas, “ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão”, Rio de Janeiro: ABNT, versão corrigida: 2008, 2004.
- [16] Associação Brasileira de Normas Técnicas, “ABNT NBR IEC 60204-1: Segurança de máquinas – Equipamento elétrico de máquinas”, Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- [17] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Disjuntores em Caixa Moldada AGW”, Catálogo técnico, acesso em: 24 maio 2026, 2024, URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h34/hef/WEG-disjuntor-em-caixa-molda-da-agw-50051732-catalogo-portugues-br-dc.pdf>.
- [18] Monter Elétrica, “Tabela de amperagem de barras retangulares de cobre”, Tabela técnica, acesso em: 28 maio 2026, s.d., URL: <https://www.montereletrica.com.br/pdf/TABELA-DE-AMPERAGEM-DE-BARRAS-RETANGULAR-DE-COBRE.pdf>.
- [19] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Soft-Starters SSW07 e SSW08”, Catálogo técnico, acesso em: 1 jun. 2026, s.d., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc1/hbf/WEG-soft-starters-10525004-catalogo-pt.pdf>.
- [20] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Fusíveis aR e gL/gG tipo NH contato faca e flush end”, Catálogo técnico, acesso em: 1 jun. 2026, s.d., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h0a/h63/WEG-fusiveis-s-ar-e-gl-gg-50009817-catalogo-portugues-br-dc.pdf>.
- [21] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Chaves seccionadoras de baixa tensão”, Catálogo técnico,



- acesso em: 1 jun. 2026, s.d., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb9/h69/WEG-chaves-seccionadoras-50022911-catalogo-portugues-br-dc.pdf>.
- [22] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Disjuntores-motores MPW”, Catálogo técnico, acesso em: 1 jun. 2026, s.d., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h1b/h43/WEG-disjuntores-motores-linha-mpw-50009822-catalogo-portugues-br-dc.pdf>.
- [23] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Partida e Proteção de Motores CWL, RWL e MWL”, Catálogo técnico, acesso em: 1 jun. 2026, 2025, URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb4/h46/WEG-partida-e-protecao-de-motores-CWL-RWL-MWL-50076917-pt.pdf>.
- [24] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Inversores de Frequência”, Catálogo técnico, acesso em: 1 jun. 2026, s.d., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h24/he1/WEG-inversores-de-frequencia-10525554-catalogo-pt.pdf>.
- [25] WEG Equipamentos Elétricos S.A., “Soluções Integradas para Instalações Elétricas”, Catálogo técnico, acesso em: 1 jun. 2026, 2025, URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hec/h5f/WEG-solucoes-integradas-para-instalacoes-eletricas-50009824-pt.pdf>.
- [26] WEG, *CP-D: guia de instalação*, WEG Drives & Controls – Automação, São Bernardo do Campo, Sep. 2015, URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h63/h53/WEG-CP-D-guia-de-instalacao-10002375131-pt.pdf>, código 10002375131, Rev. 09. Acesso em: 7 jun. 2026.
- [27] SIEMENS, *SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI: 6ES7214-1AG40-0XB0*, Siemens AG, URL: <https://sieportal.siemens.com/pt-pt/products-services/detail/6ES7214-1AG40-0XB0>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [28] SIEMENS, *SIMATIC S7-1200, Digital I/O SM 1223, 16DI/16DO: 6ES7223-1BL32-0XB0*, Siemens AG, URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6es7223-1bl32-0xb0/digital-i-o-sm-1223-16di-16do>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [29] SIEMENS, *SIMATIC S7-1200, Analog Input SM 1231, 4AI: 6ES7231-4HD32-0XB0*, Siemens AG, URL: <https://support.industry.siemens.com/teddatasheet/?caller=SIOS&format=pdf&language=en&mlfbs=6ES7231-4HD32-0XB0>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [30] WEG, *Interfaces de Operação: IHMs*, WEG Equipamentos Elétricos S.A., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h5f/h73/WEG-interfaces-de-operacao-ihms-50030388-catalogo-portugues-br-dc.pdf>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [31] SIEMENS, *SIMATIC S7-1200, Communication Board CB 1241, RS485: 6ES7241-1CH30-1XB0*, Siemens AG, URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6es7241-1ch30-1xb0/communication-board-cb-1241-rs485>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [32] WEG, *CFW500: Manual da Comunicação Modbus RTU*, WEG Equipamentos Elétricos S.A., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h3c/hc8/WEG-CFW500-manual-da-comunicacao-modbus-rtu-10001316347-pt.pdf>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [33] WEG, *CFW300: Manual do Usuário Modbus RTU*, WEG Equipamentos Elétricos S.A., URL: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc6/h5f/WEG-CFW300-modbus-rtu-manual-do-usuario-10003806147-pt.pdf>, acesso em: 7 jun. 2026.
- [34] WEG S.A., “Recursos e ferramentas: Biblioteca CAD para automação”, Página institucional, acesso em: 9 jun. 2026, 2026, URL: <https://www.weg.net/institutional/BR/pt/support/resources-and-tools>.
- [35] Siemens AG, “How do you download the 3D, CAX, EPLAN and product data?”, Página de suporte técnico, acesso em: 9 jun. 2026, 2026, URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/us/en/view/89671877>.

A ANEXOS

- A. Diagrama Elétrico*
- B. Desenhos Mecânicos*
- C. Desenho do Sistema*

ANEXO A

DIAGRAMA ELÉTRICO DO PAINEL



SDS Automação

Cliente Ferramentaria 3D
Descrição do projeto Quadro Elétrico para Trituradores
Número do projeto 150193/25
Ficha técnica EN125446
Alimentação de entrada 3N~60Hz 380V+PE

SDS Automação

Rua Sérgio Sabel, 247 - Ilha da Figueira
CEP: 89258-115
Jaraguá do Sul, SC
Fone: (47) 2106-3300 / FAX: (47) 2106-3301
Website: www.sdsautomacao.com.br
e-mail: projetos@sdsautomacao.com.br

Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.						Folha	1
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25					

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO (Project Especifications)													
QUADRO DE FORÇA E COMANDO (Power Electric Panel)	GRAU DE PROTEÇÃO: (Protection Degree)			☒ IP 54	☐ IP 65								
				☐ IP 55	☐ OUTRO: NEMA 4X								
	ENTRADA DE CABOS: (Cables Access)			☒ INFERIOR (Bottom)	☐ SUPERIOR (Top)								
				☒ CINZA RAL 7032 (Gray RAL 7032)	☐ CINZA MUNSELL N6,5 (Gray MUNSELL N6,5)								
				☐ OUTRA: (Other:)									
	PINTURA INTERNA: (Inside Painting)			☒ CINZA RAL 7032 (Gray RAL 7032)	☐ CINZA MUNSELL N6,5 (Gray MUNSELL N6,5)								
				☐ OUTRA: (Other:)									
PLACA DE MONTAGEM: (Plate Mounting)			☒ LARANJA RAL 2003 (Orange RAL 2003)	☐ LARANJA MUNSELL N2,5 YR (Orange MUNSELL N2,5 YR)									
			☐ GALVANIZADA (Galvanized)										
			☐ OUTRA: (Other:)										
INSTALAÇÃO: (Installation)			☐ EXPOSTA AO TEMPO (Exposed to Wheater)										
			☒ ABRIGADA (Sheltered)										
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:			(Additional Observation:)										
CABOS DE POTÊNCIA (Power Cables)	TIPO: (Type)		☒ COM CABOS (With Cable)	☐ COM BARRAS (With Busbars)									
			☐ RÍGIDO (Rigid)	☐ COBRE NU (Copper Crude)									
			☒ SEMI FLEXÍVEL (Semi-Flexible)	☐ COBRE ESTANHADO (Copper Tinned)									
			☒ FLEXÍVEL (Flexible)	☐ OUTRO: (Other:)									
	ISOLAÇÃO: (Isolation)		☒ PVC	☐ EPR	☐ XLPE								
		☒ 750V	☐ 0,6/1kV										
		☐ OUTRA: (Other:)											
COR: (Color)		POTÊNCIA (Power)	☒ PRETA (Black)	☐ OUTRA: (Other:)									
		NEUTRO (Neutral)	☒ AZUL (Blue)	☐ OUTRA: (Other:)									
		TERRA (Ground)	☒ VERDE/AMARELA (Green/Yellow)	☐ OUTRA: (Other:)									
SEÇÃO NOMINAL MÍNIMA: (Minimal Section)		- CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO DE MOTORES 2,5mm ² (Motors Circuit 2,5mm ²)											
		CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO DE LUMINÁRIAS 1,5mm ² (Lamps Circuit 1,5mm ²)											
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:		(Additional Observations:)											
		24											
CABOS DE COMANDO (Command Cables)			CLASSE DE ENCORDOAMENTO: (Cable Class)							☐ CLASSE 4 (Class 4)	☐ CLASSE 6 (Class 6)		
										☒ CLASSE 5 (Class 5)	☐ OUTRA: (Other:)		
ISOLAÇÃO: (Isolation)			☒ PVC							☐ EPR	☐ XLPE		
			☒ 750V							☐ 0,6/1kV			
			☐ OUTRA: (Other:)										
COR: (Color)			220Vca [F]:		☐ VERMELHA	☒ CINZA	☐ Azul Escuro	☐ OUTRA: -					
			110Vca [F]:		☐ VERMELHA	☒ CINZA	☐ Azul Escuro	☐ OUTRA: -					
			24Vca:		☐ VERMELHA	☒ CINZA	☐ Azul Escuro	☐ OUTRA: -					
			24Vcc:		☒ VERMELHA	☐ CINZA	☐ Azul Escuro	☐ OUTRA: -					
0Vcc:			☐ VERMELHA		☐ CINZA	☐ Azul Escuro	☒ OUTRA: Branco						
			NEUTRO: (Neutral)		☐ VERMELHA (Red)	☐ CINZA (Gray)	☒ Azul Claro (Light Blue)	☐ OUTRA: - (Other:)					
			TERRA: (Ground)		☒ VERDE/AMARELA (Green/Yellow)	☐ OUTRA: -							
			MEDICÃO DE CORRENTE: (Current Measurement)		☒ AMARELA (Yellow)	☐ OUTRA: - (Other:)							
SEÇÃO NOMINAL MÍNIMA: (Minimal Section)			- CIRCUITO DE COMANDO: 0,5mm ² (Command Circuit: 0,5mm ²)										
			- INSTRUMENTOS: 1,0mm ² (Instruments: 1,0mm ²)										
SINAIS ANALÓGICOS: (Analog Signals)			TODOS OS SINAIS LINEARES (ANALÓGICOS) DEVERÃO SER LIGADOS COM CABO BLINDADO (All Linear Signals (Analog) Should be Linked with Shield Cables)										
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:			(Additional Observations:)										
IDENTIFICAÇÃO DA FIAÇÃO (Cables Identification)			☐ SEM (Without)										
			☐ ANILHAS NA COR AMARELA, NUMERAÇÃO SEQUENCIAL (Yellow Cable Label, Sequential Numbering)										
IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES (Components Identification)			☒ IDENTIFICADOR BRANCO MAIS O PONTO DO CONTATO (White Cable Label with contacts name)										
			☐ OUTRA: (Other:)										
			CABOS DE INTERLIGAÇÃO: (Connection Cables)		☒ CRACHÁ BRANCO COM TEXTO NA COR PRETA (White Badge, Black Text)								
					☐ OUTRO: - (Other:)								
INTERNO AO PAINEL: (Inside the Panel)			☒ MATERIAL SINTÉTICO AUTO-ADESIVO AMARELO, TEXTO NA COR PRETA (Synthetic Material, Adhesive, Yellow, Black Text)										
			☐ OUTRO: - (Other:)										
BOTÕES: (Buttons)			☒ PLACAS ADESIVAS CINZAS, TEXTO NA COR PRETA (Gray Adhesive Plates, Black Text)										
			☐ OUTRO: - (Other:)										
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:			(Additional Observations:)										
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0	
				Projetado por	Gabriel C.							Folha	2
				Aprovado por	Paulo							de	44
				Ficha Técnica	EN125446				Cliente	Ferramentaria 3D			

DADOS PARA CONEXÃO DO PAINEL À REDE DE ENERGIA ELÉTRICA	
Alimentação de entrada	3N~60Hz 380V+PE
Potência total instalada	240 [kVA]
Corrente máxima consumida	368 [A]
Seção transversal dos condutores fase	2x 70 [mm²]
Seção transversal do condutor neutro	16 [mm²]
Seção transversal do condutor de proteção p/ potência (PEP)	70 [mm²]
Seção transversal do condutor de proteção p/ comando (PEC)	-
Fusível	400 [A]

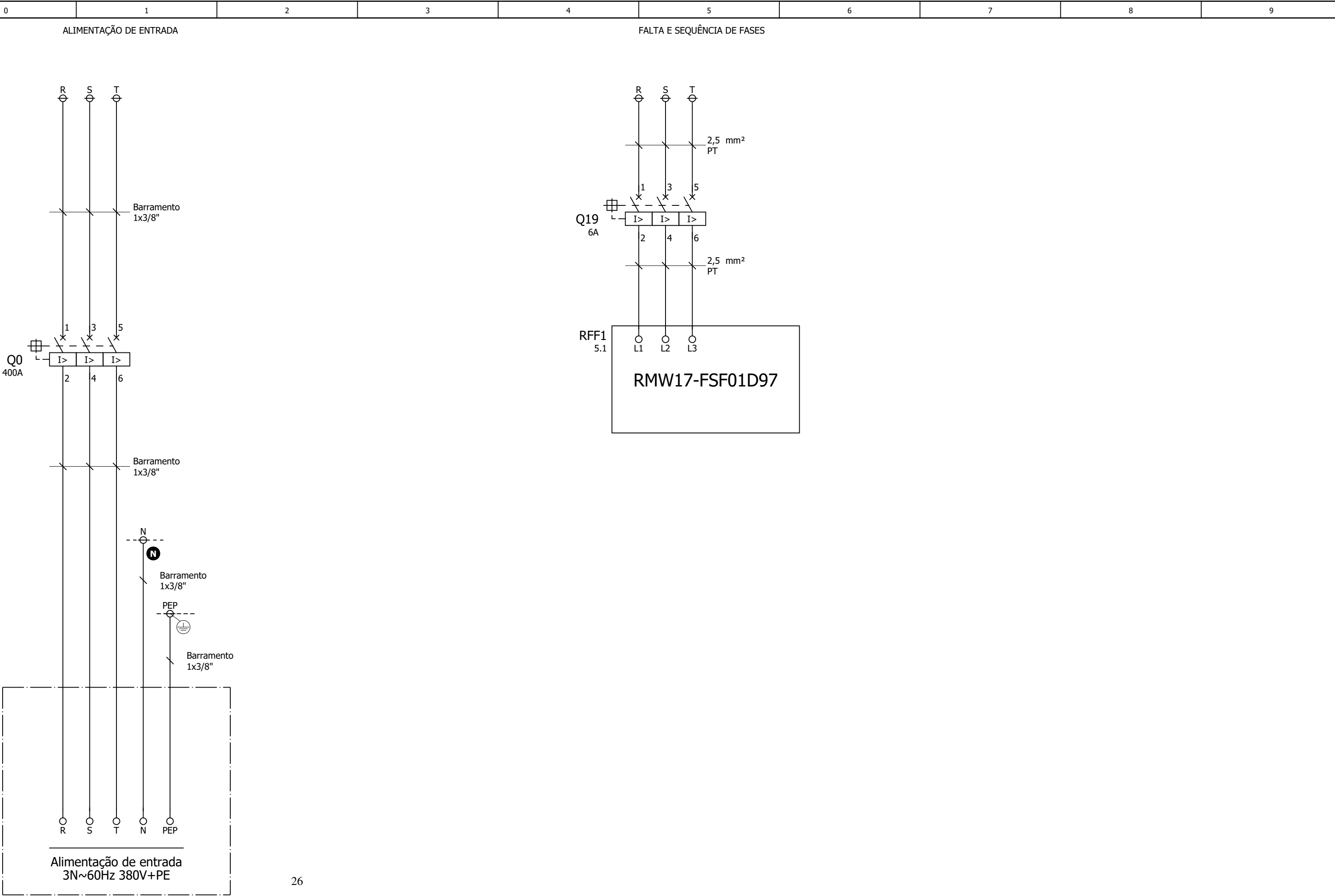
Obs.: calculado para cabos de cobre



ATENÇÃO: É OBRIGATÓRIA A LIGAÇÃO DE UM CONDUTOR DE ATERRAMENTO ELÉTRICO À BARRA DE PROTEÇÃO DO PAINEL (PE), CONFORME A NORMA NBR-5410.

Etiqueta de Identificação do Painel

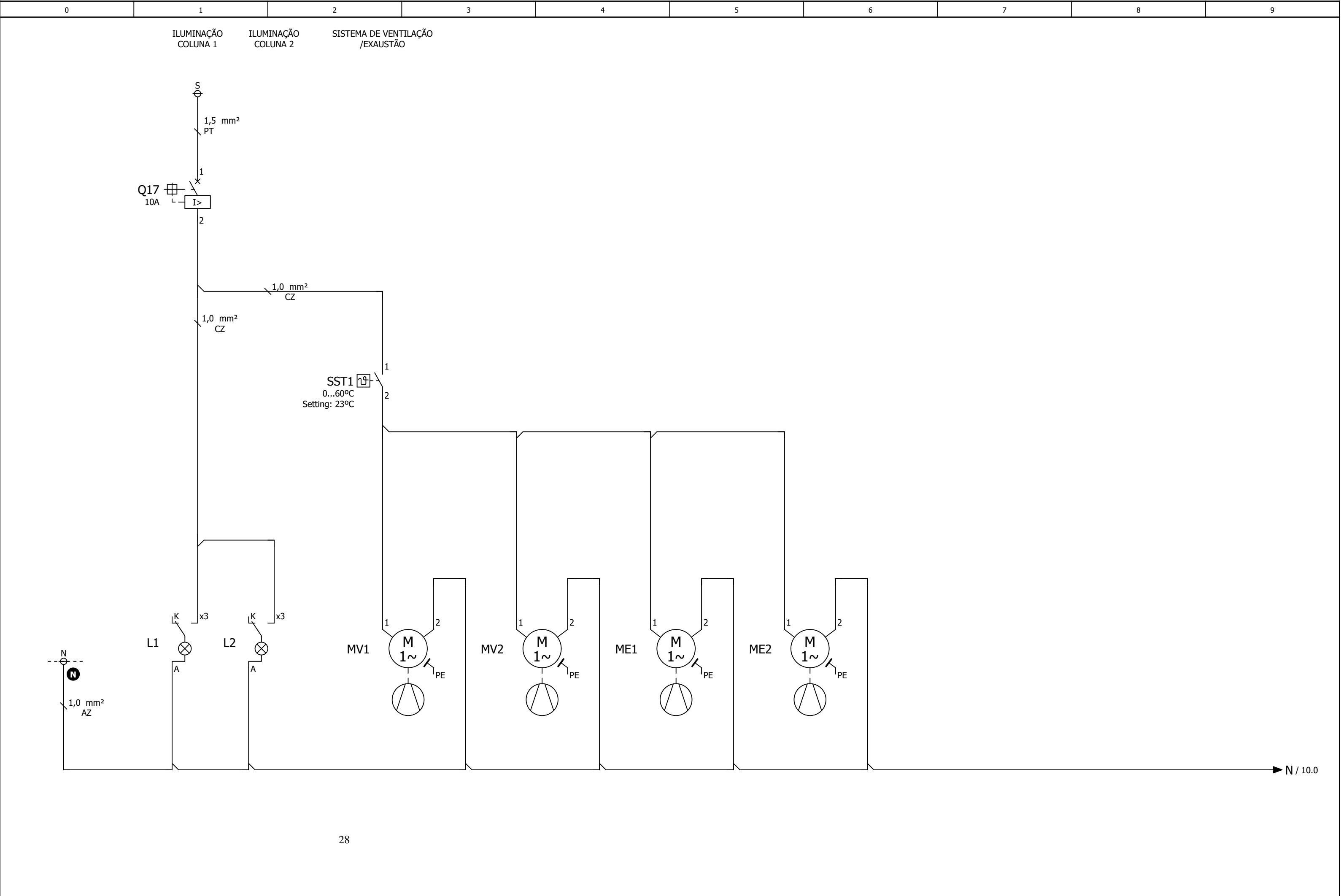
SISTEMA: Quadro Elétrico para Trituradores
OP: 150193/25
CÓDIGO: EN125446
DATA FAB.: Novembro/2025
ALIMENTAÇÃO: 3N~60Hz 380V+PE
TENSÃO COMANDO 1: 24Vcc
TENSÃO COMANDO 2: -
POTÊNCIA TOTAL: 240 [kVA]
GRAU DE PROTEÇÃO: IP-54
SDS Manutenção Eletrônica LTDA.
CNPJ: 01.274.060/0001-65
Nr. de Registro CREA-SC: 046030-9
Rua Sérgio Sabel, 247, Ilha da Figueira
Jaraguá do Sul - SC - Brasil - CEP: 89258-115
FONE: (47) 2106-3300 - FAX: (47) 2106-3301
Website: www.sdsautomacao.com.br



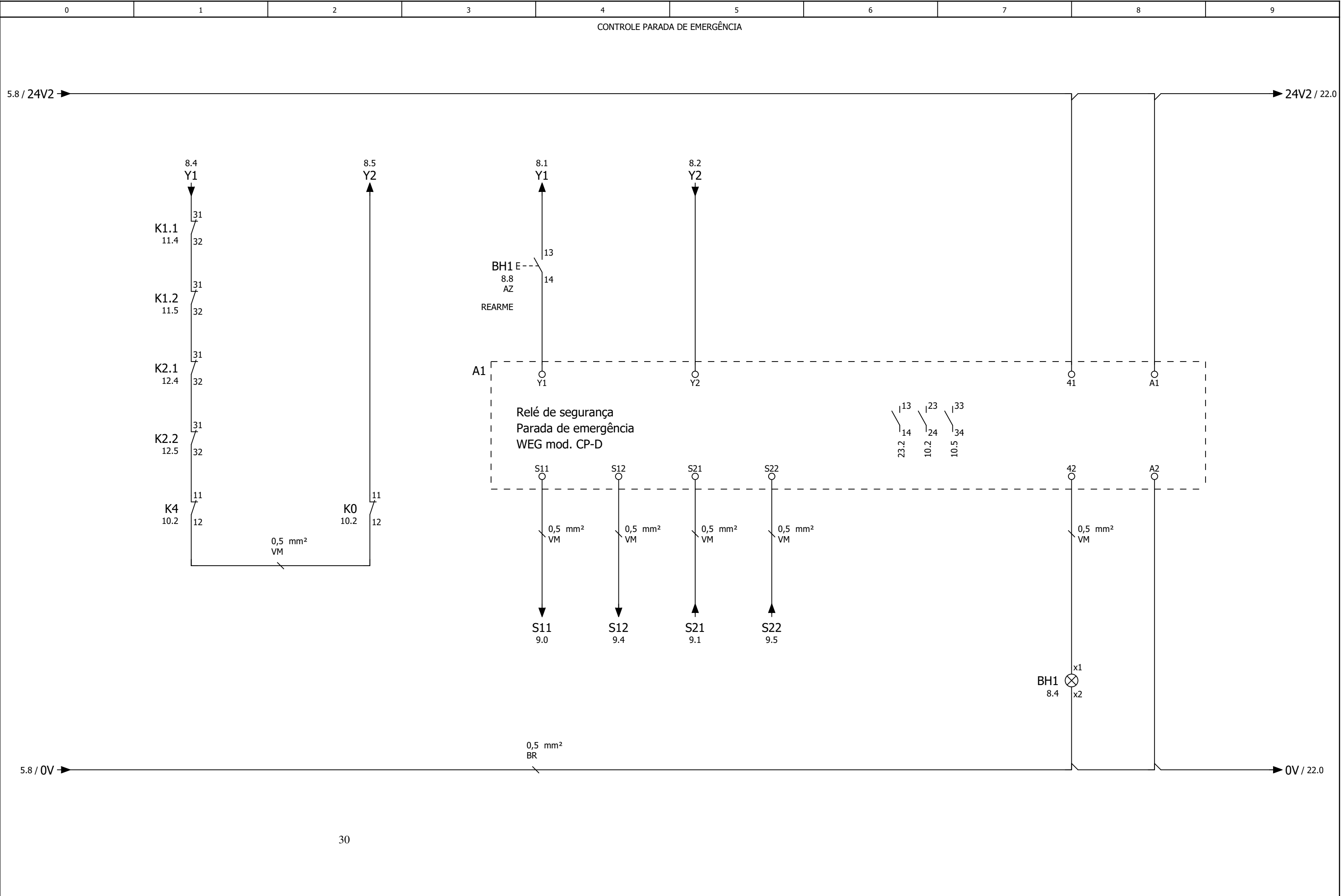
COMANDO ENERGIZADO



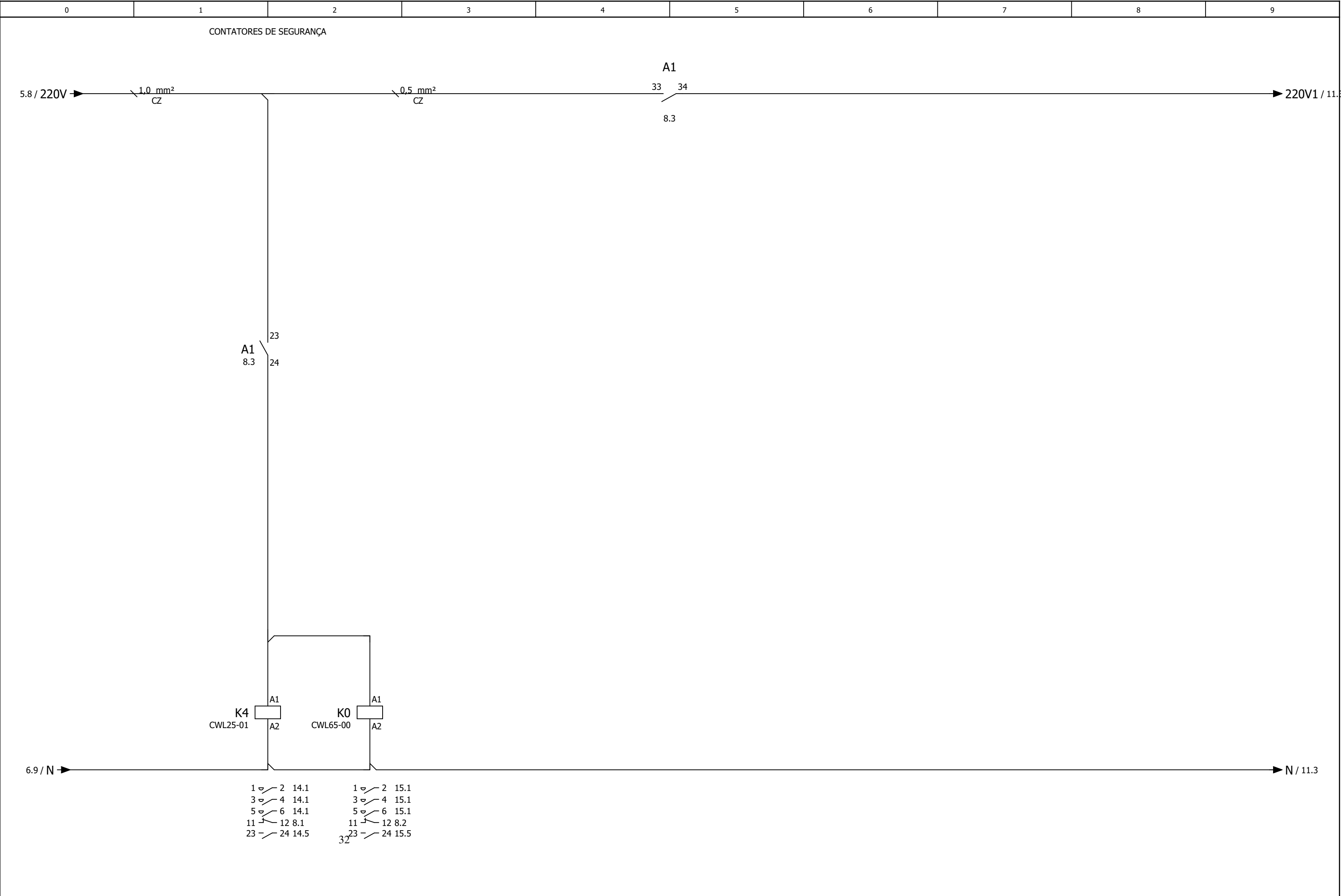
de	44
----	----



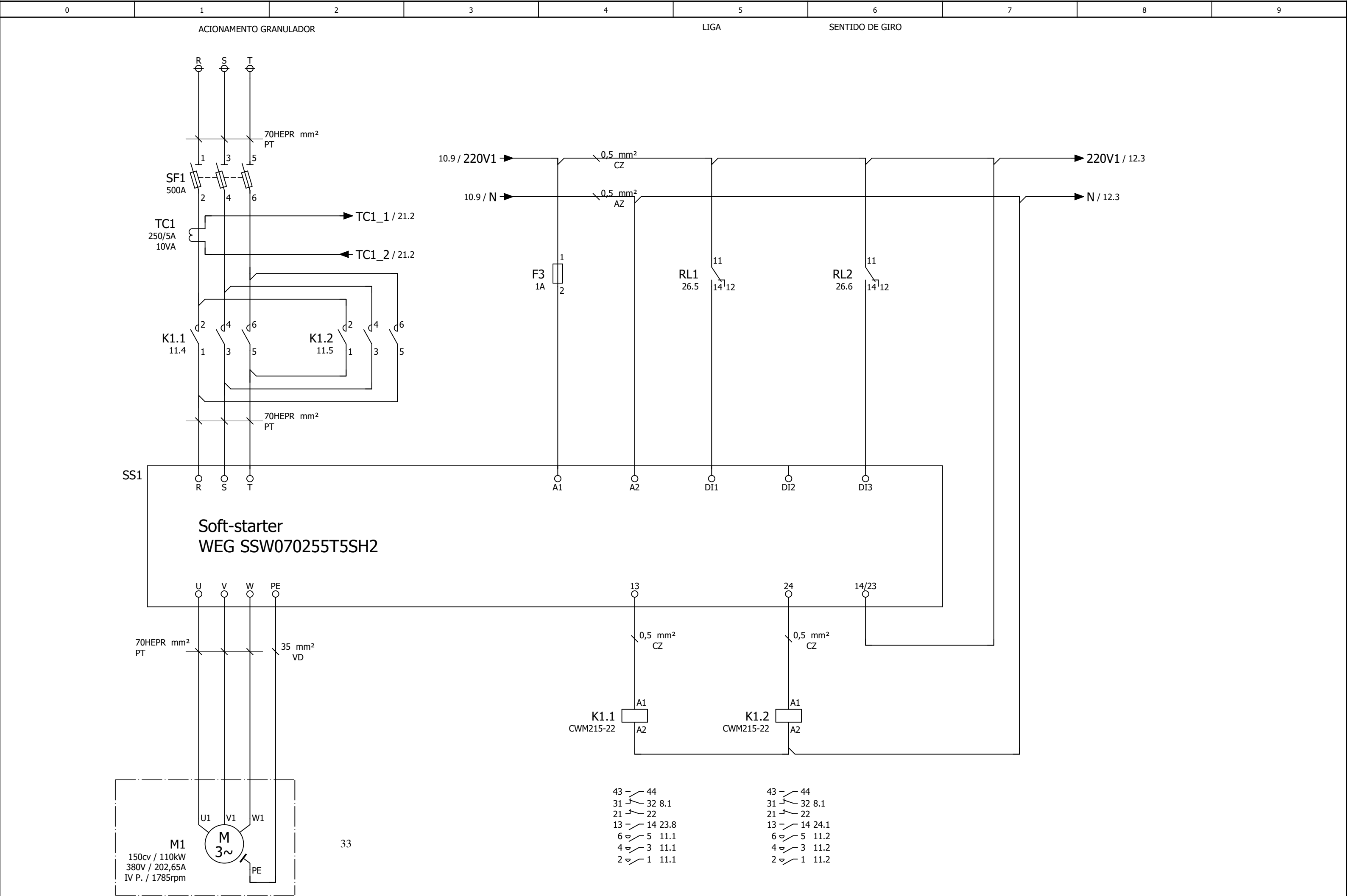
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.				Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	6
				Aprovado por	Paulo						de	44
				Ficha Técnica	EN125446							



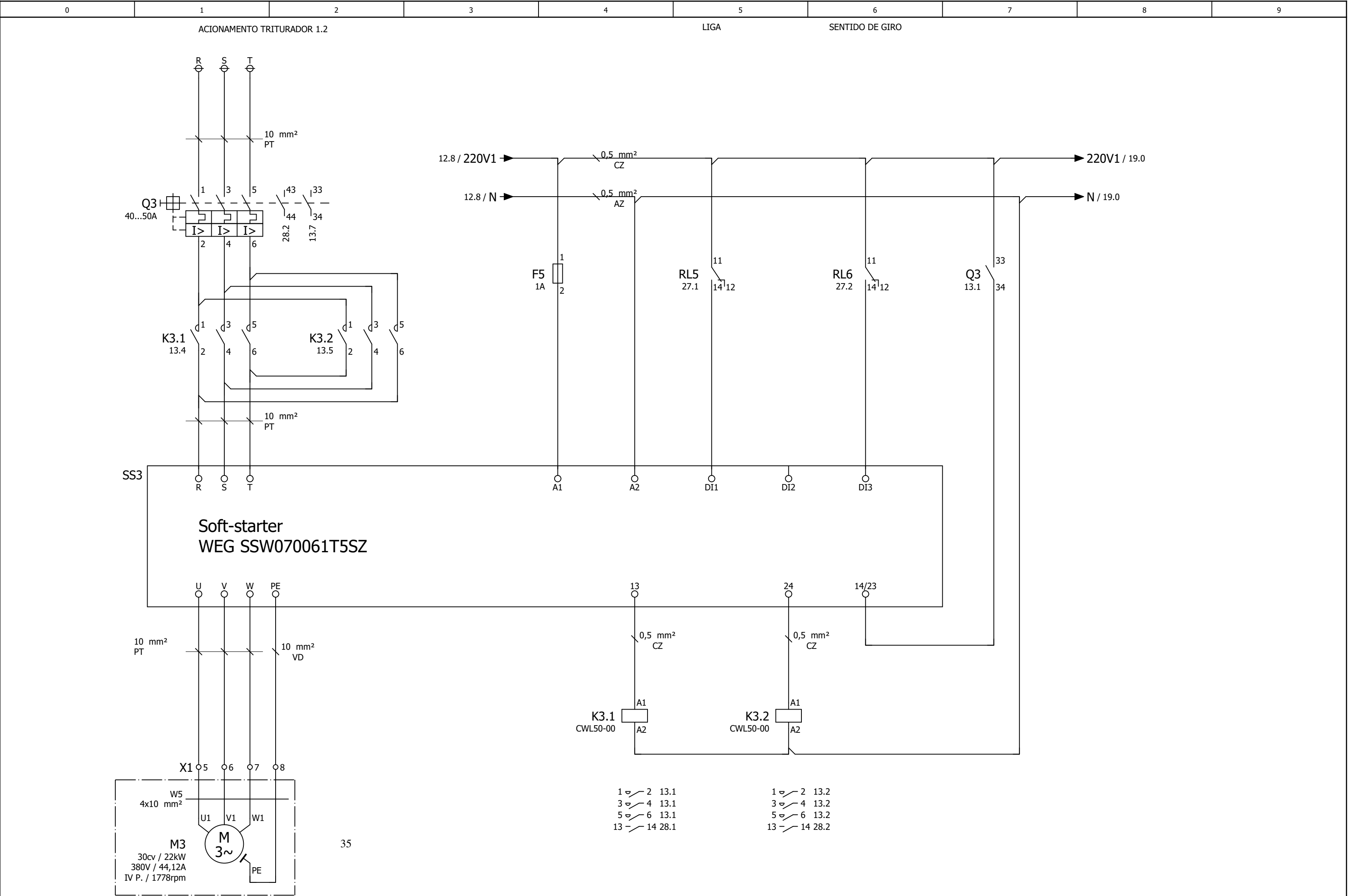
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.				Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	8
				Aprovado por	Paulo						de	44
				Ficha Técnica	EN125446							



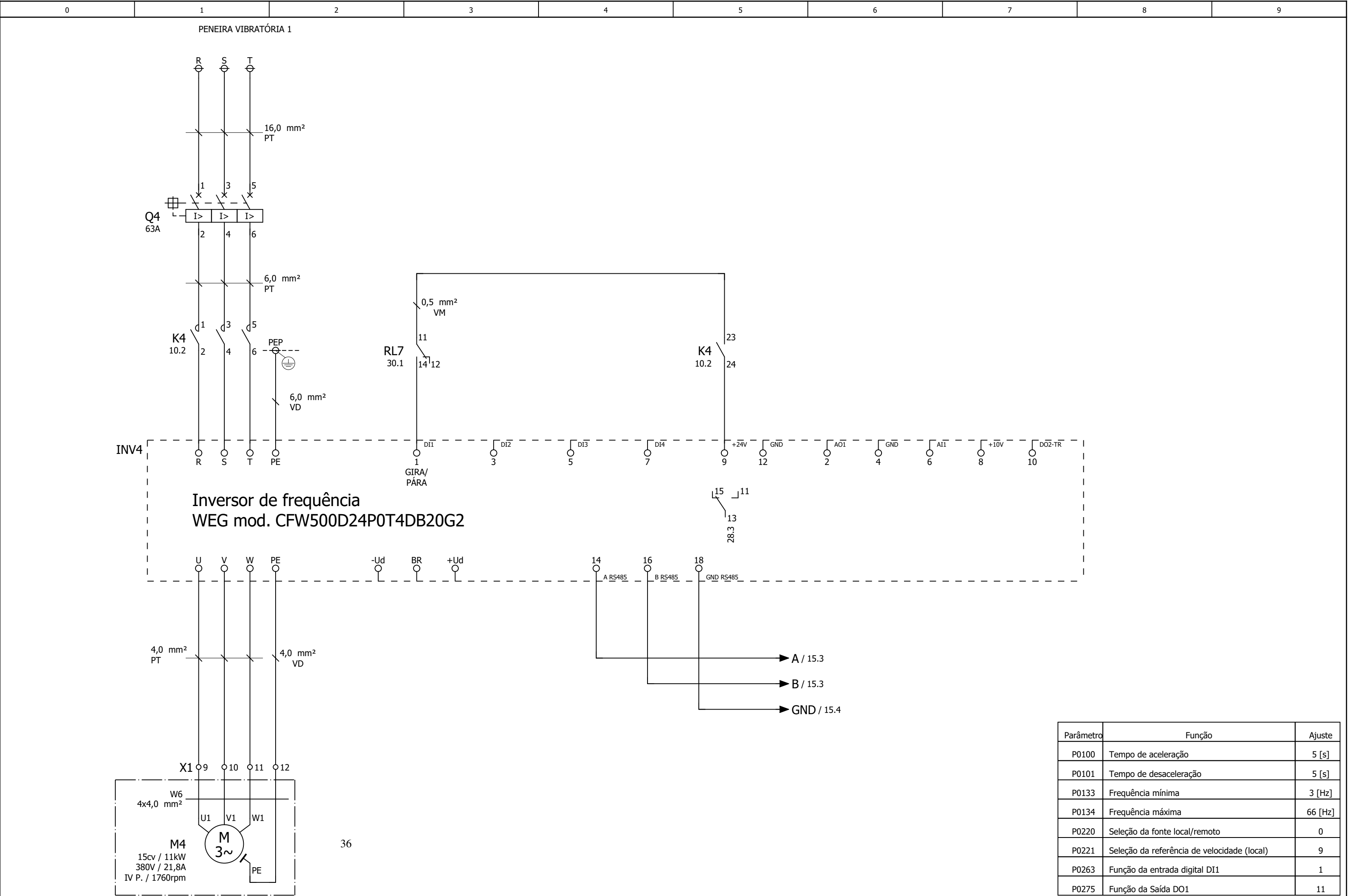
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.						Folha	10
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25					



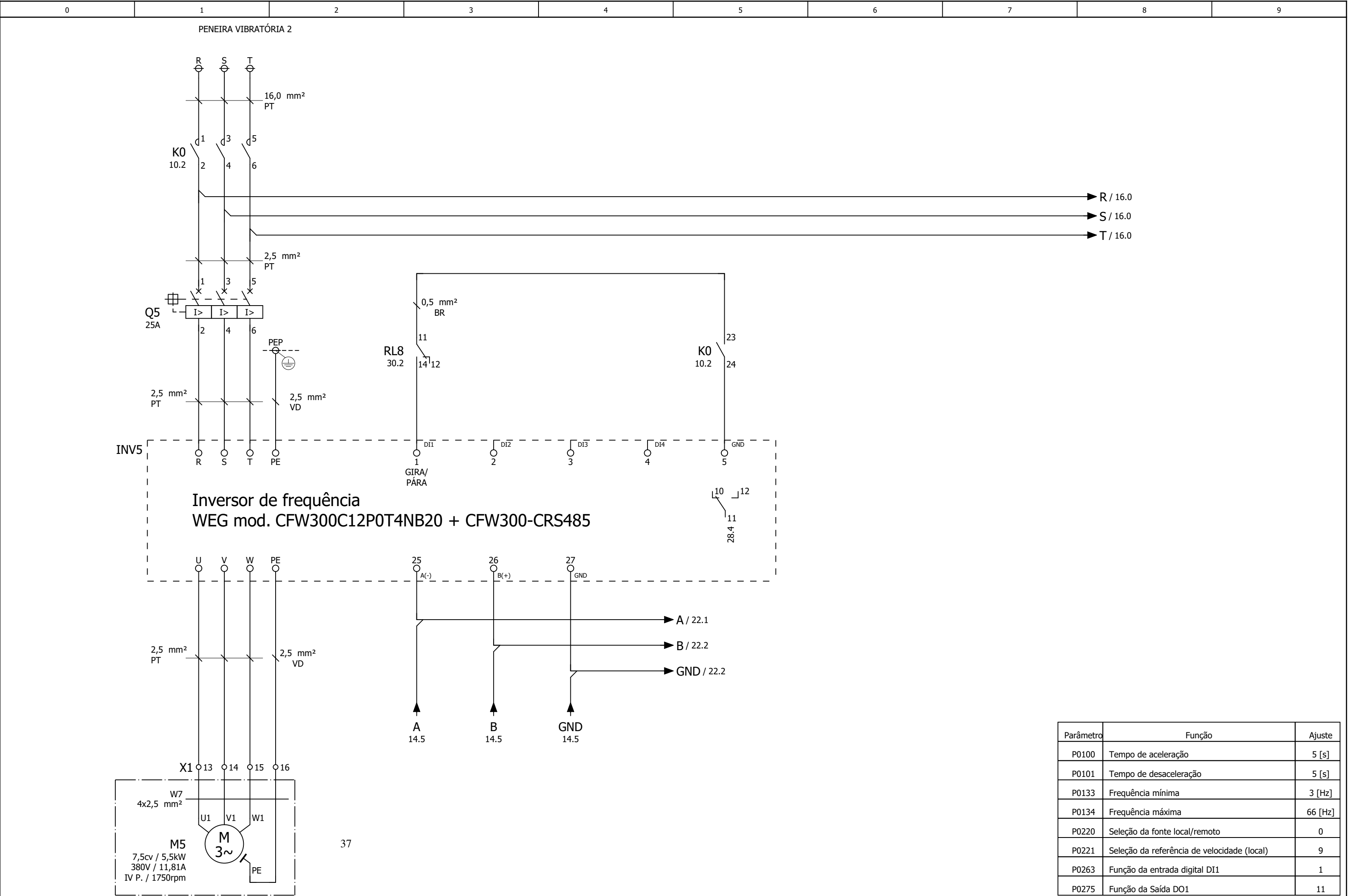
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	11
				Aprovado por	Paulo	Data de Término	26/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446							



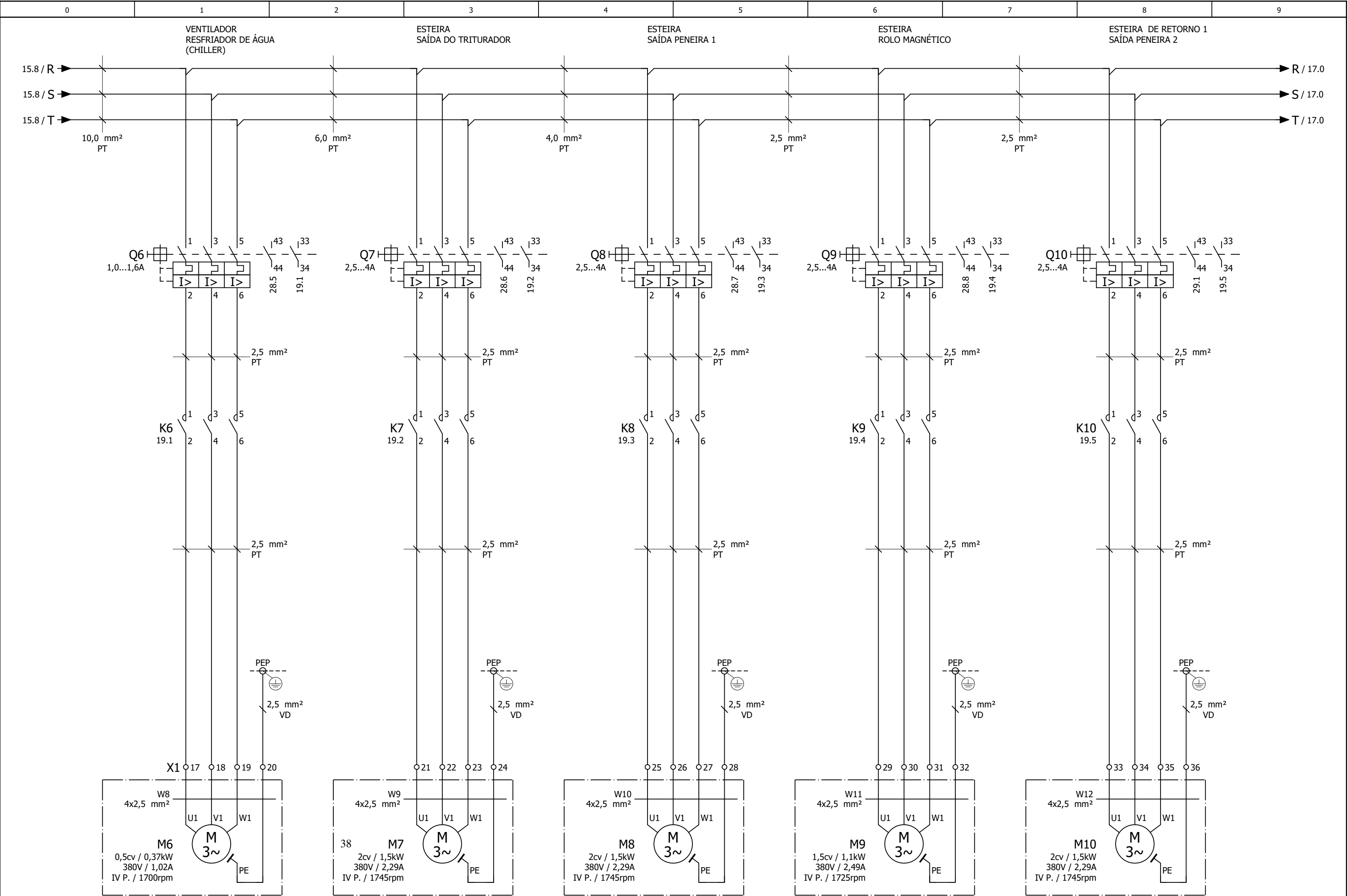
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25	Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.					Folha	13
				Aprovado por	Paulo					de	44
				Ficha Técnica	EN125446						



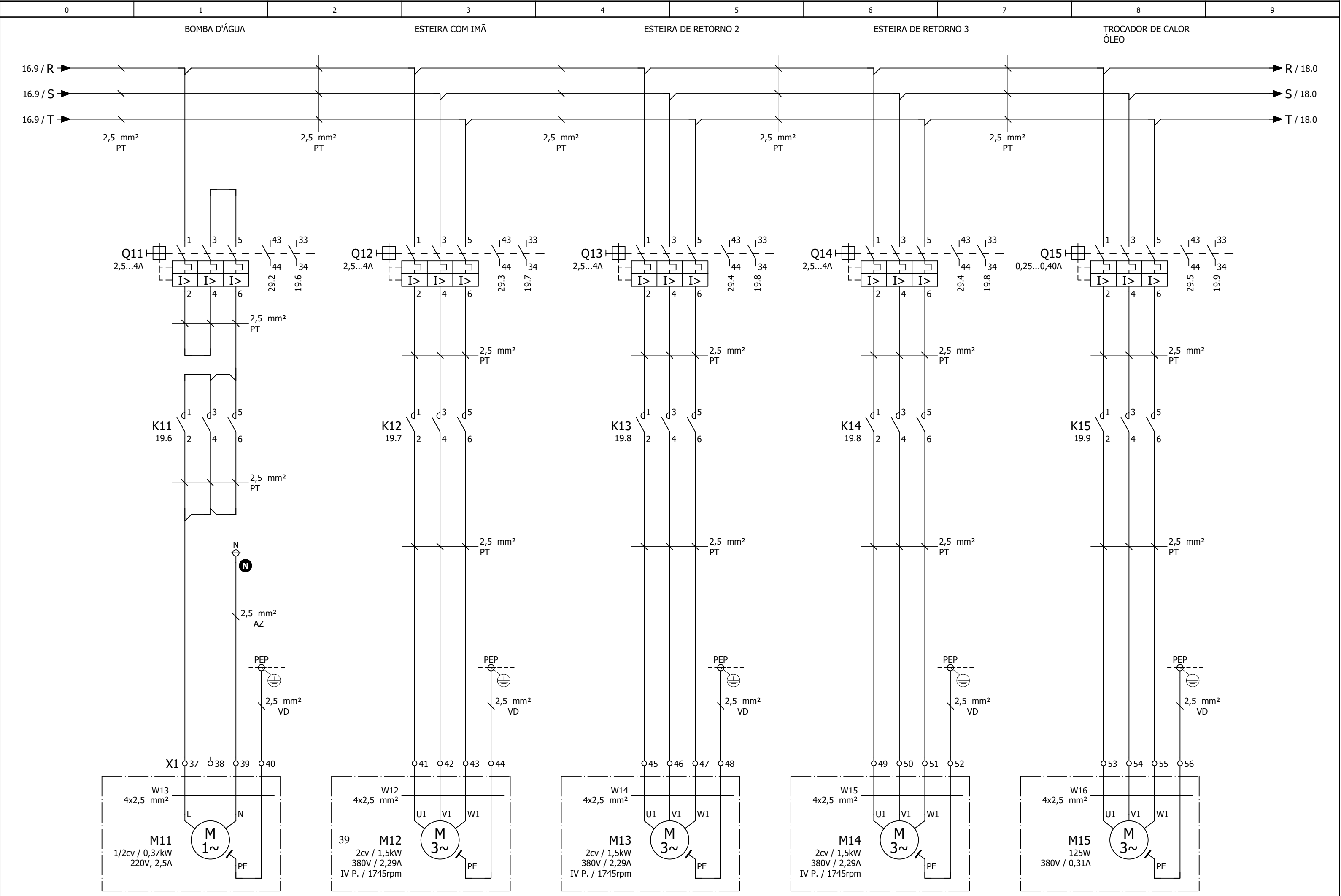
Parâmetro	Função	Ajuste
P0100	Tempo de aceleração	5 [s]
P0101	Tempo de desaceleração	5 [s]
P0133	Frequência mínima	3 [Hz]
P0134	Frequência máxima	66 [Hz]
P0220	Seleção da fonte local/remoto	0
P0221	Seleção da referência de velocidade (local)	9
P0263	Função da entrada digital DI1	1
P0275	Função da Saída DO1	11



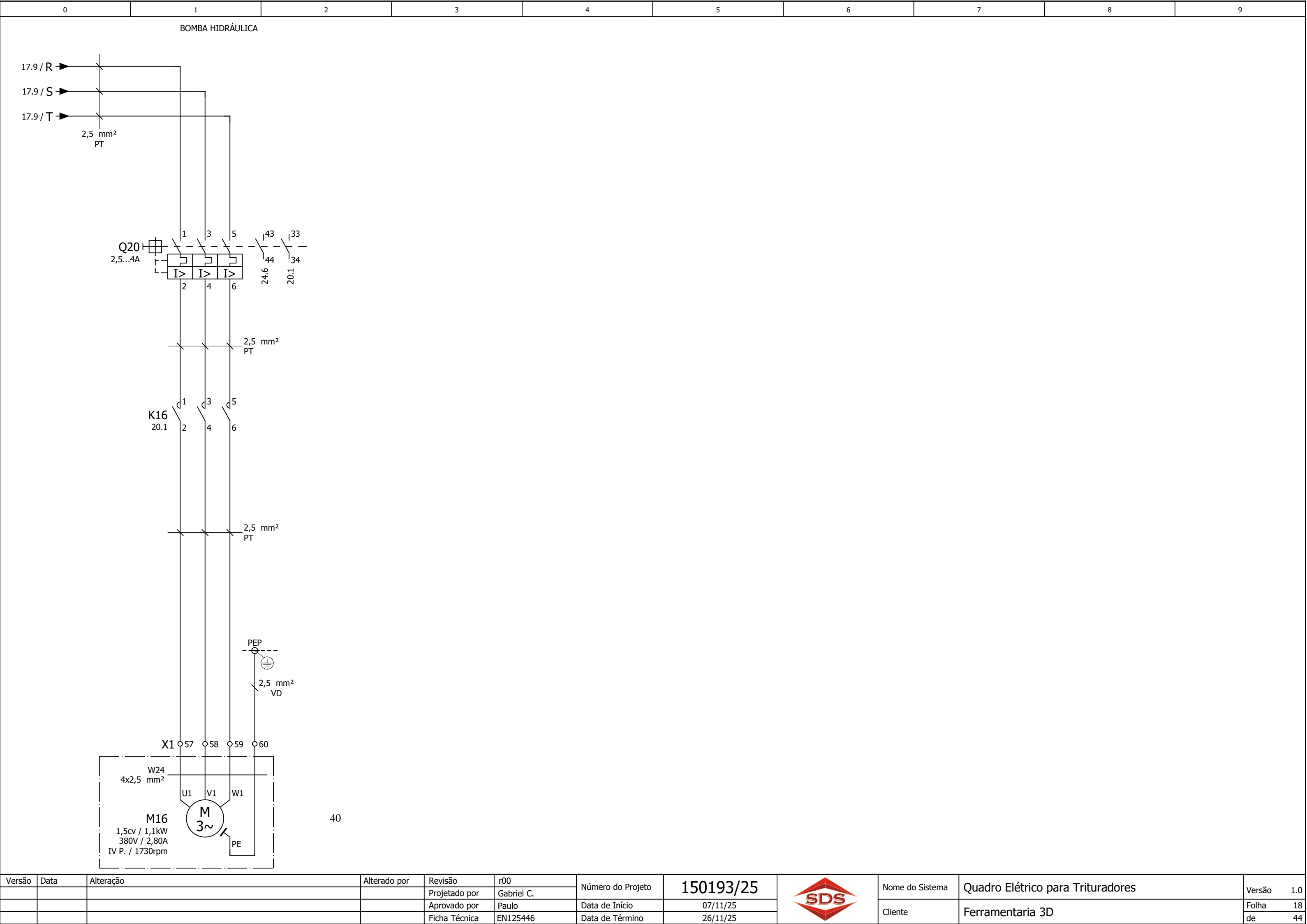
Parâmetro	Função	Ajuste
P0100	Tempo de aceleração	5 [s]
P0101	Tempo de desaceleração	5 [s]
P0133	Frequência mínima	3 [Hz]
P0134	Frequência máxima	66 [Hz]
P0220	Seleção da fonte local/remoto	0
P0221	Seleção da referência de velocidade (local)	9
P0263	Função da entrada digital DI1	1
P0275	Função da Saída DO1	11

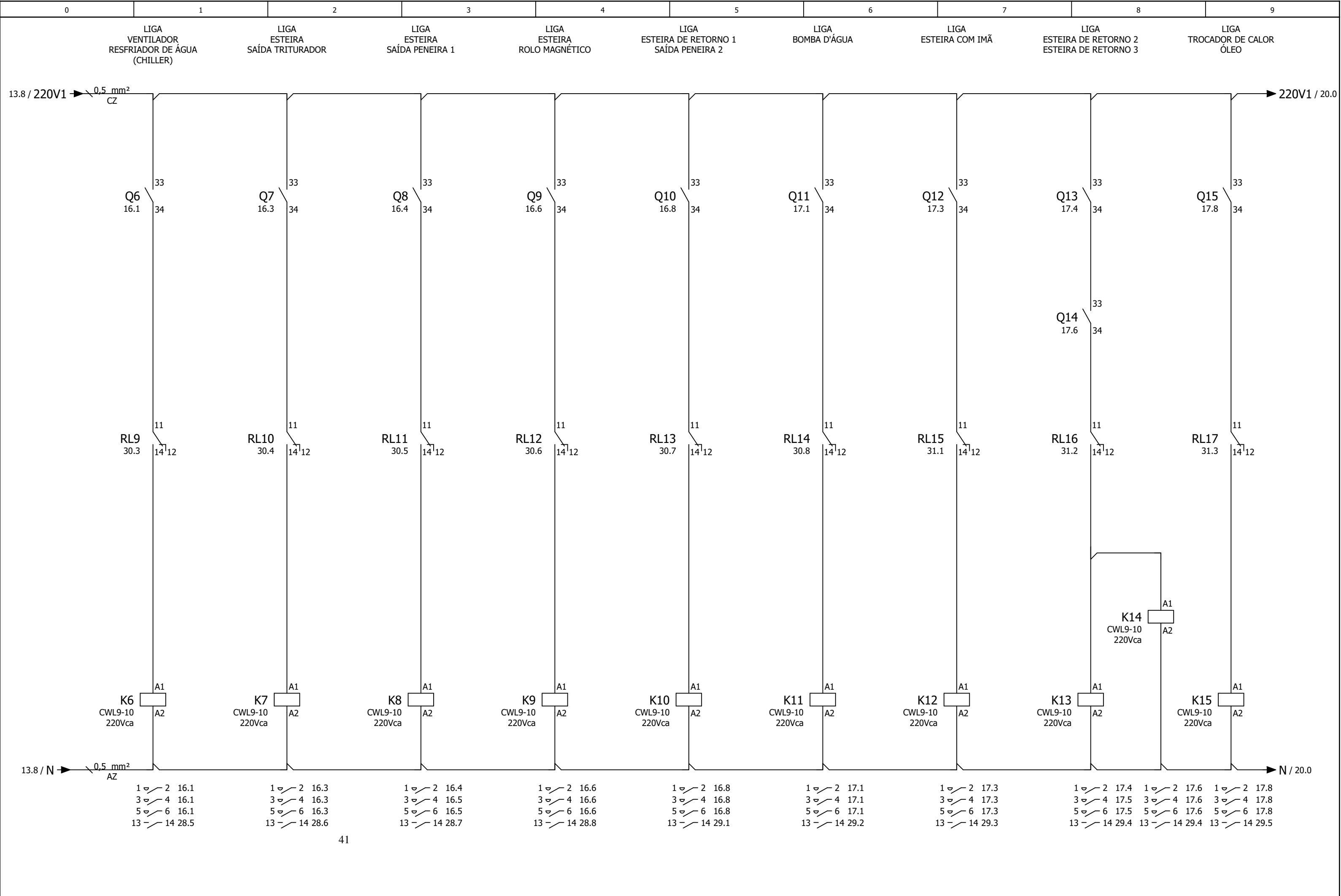


Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	16
				Aprovado por	Paulo	Data de Término	26/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446							

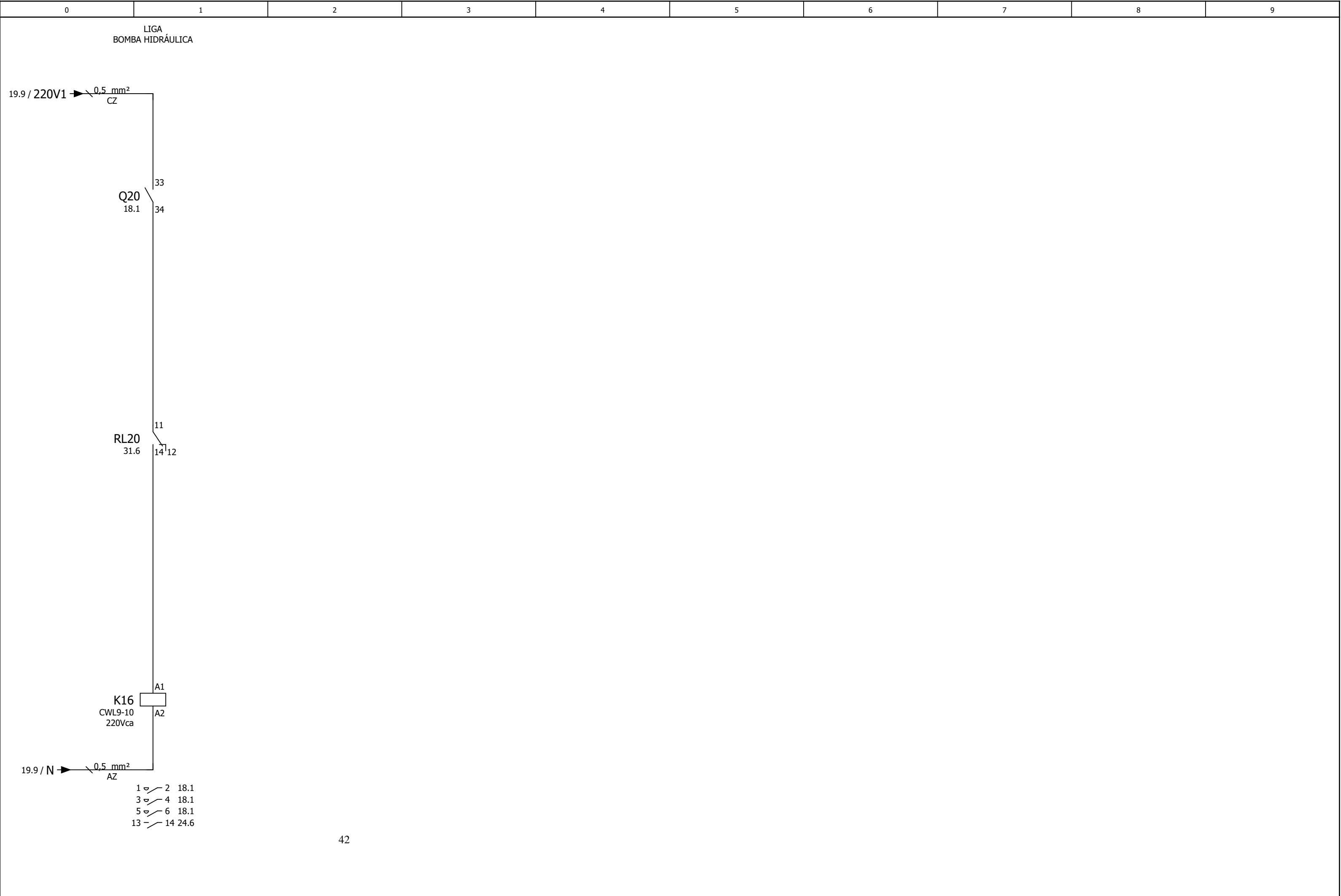


Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.						Folha	17
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25					
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	de	44



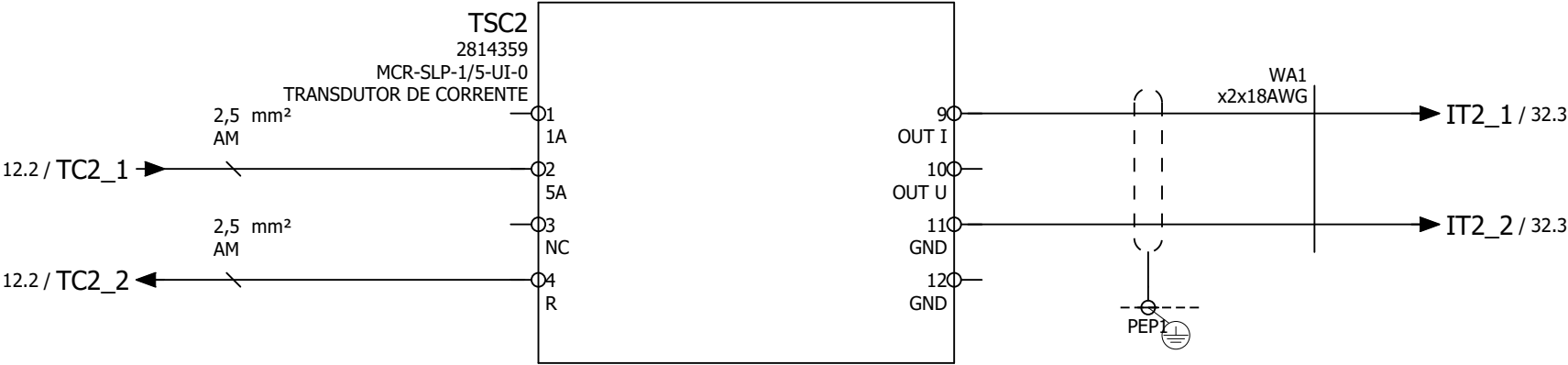
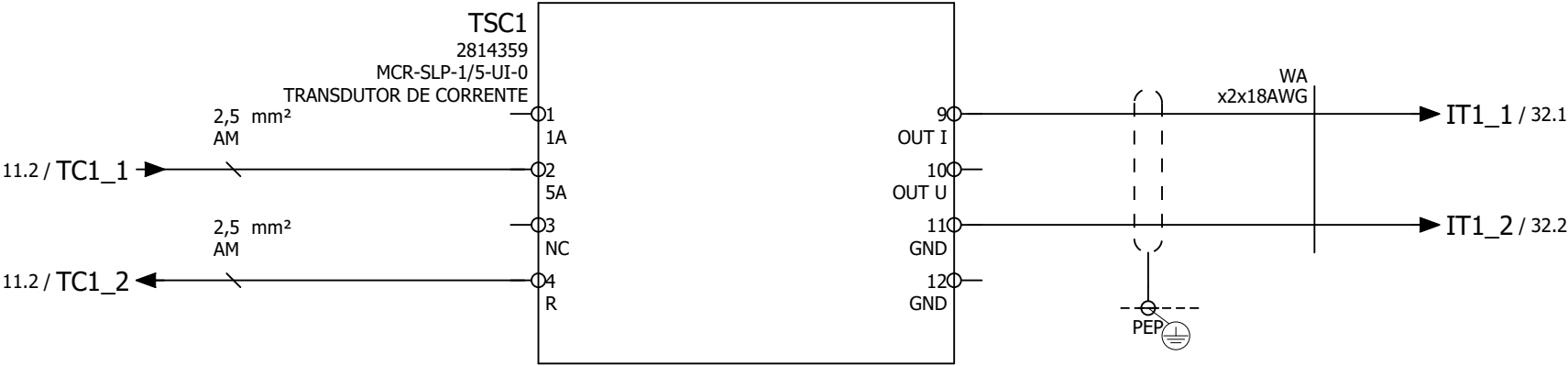


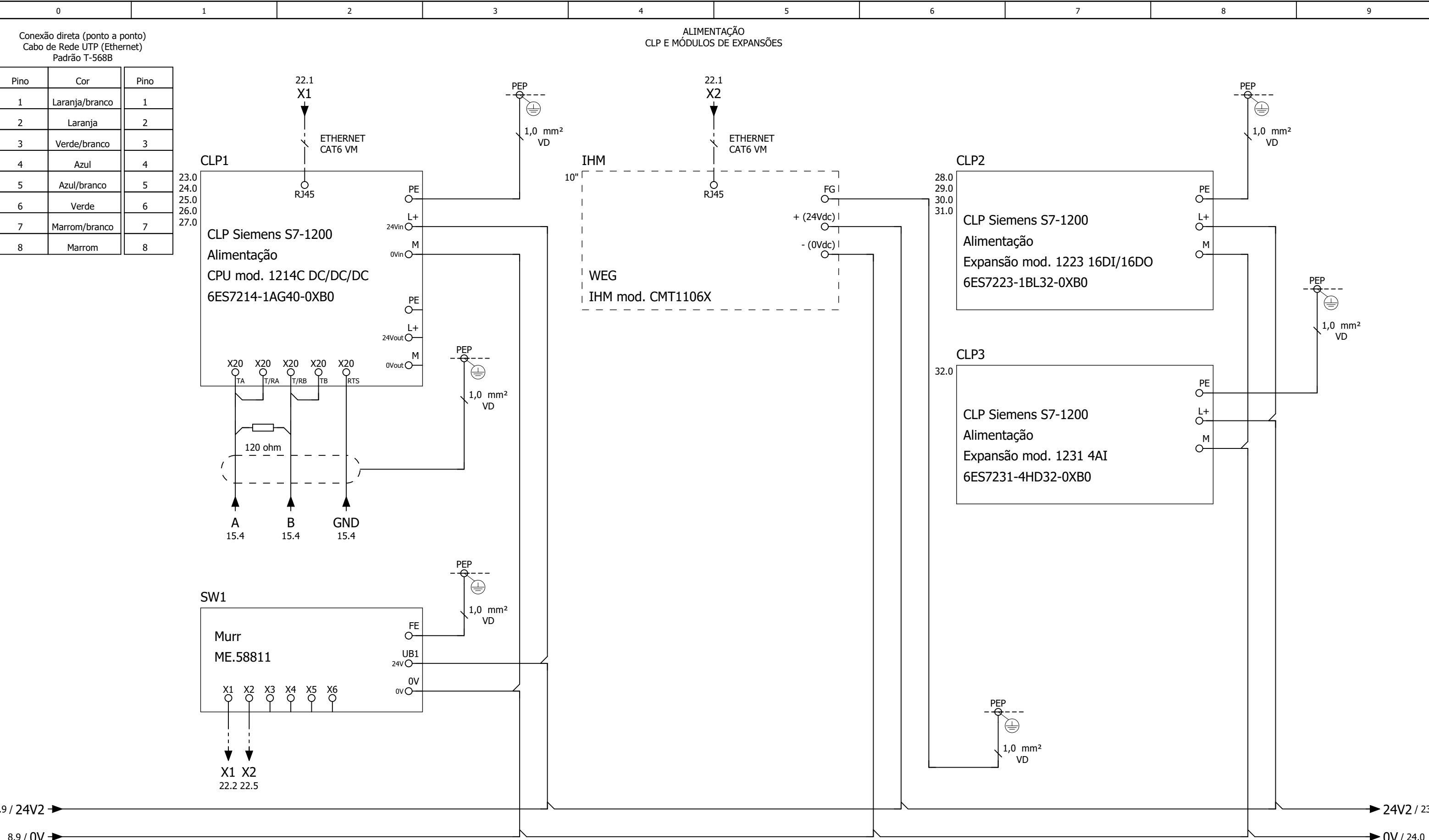
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.						Folha	19
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25					

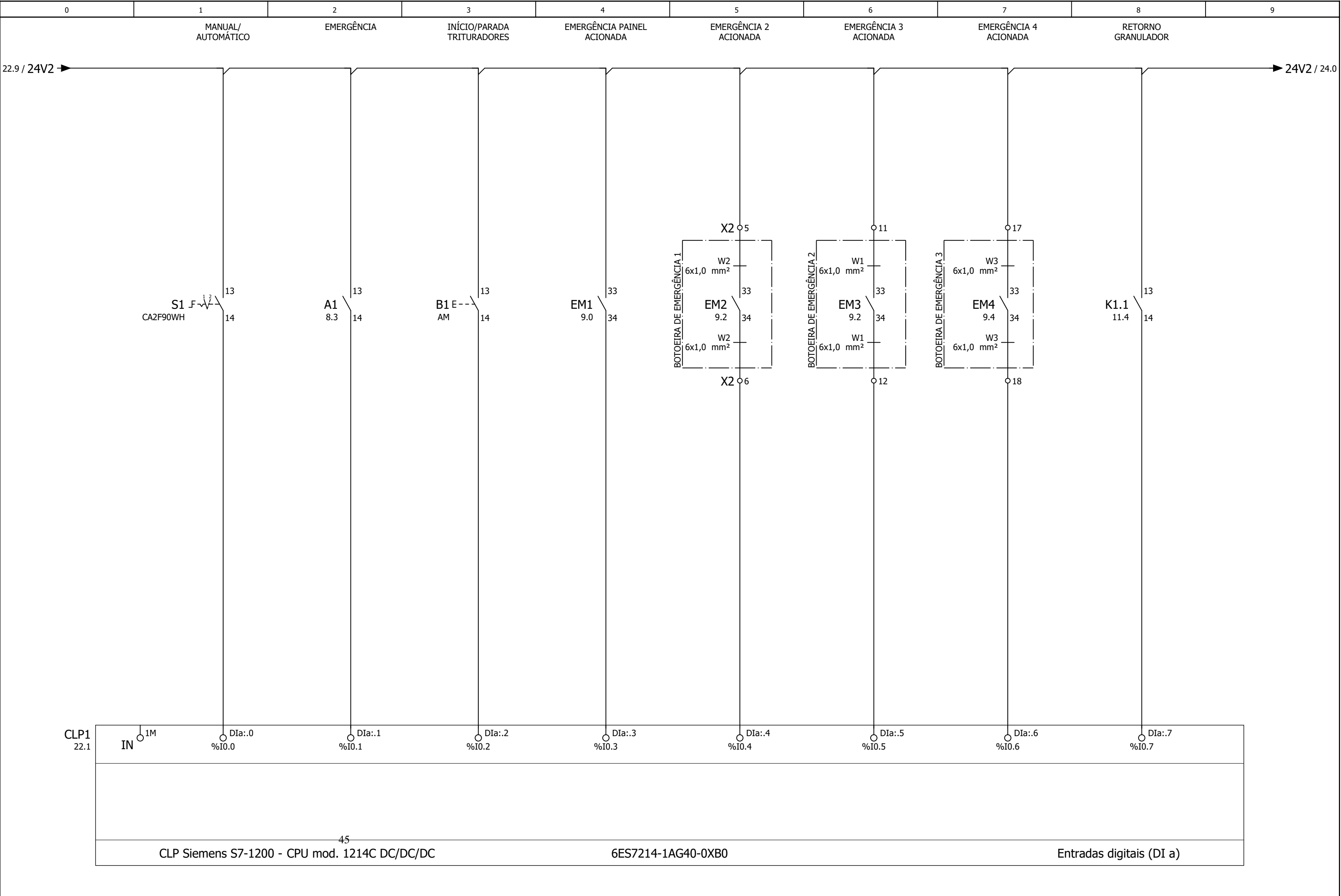


Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.				Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	20
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25					

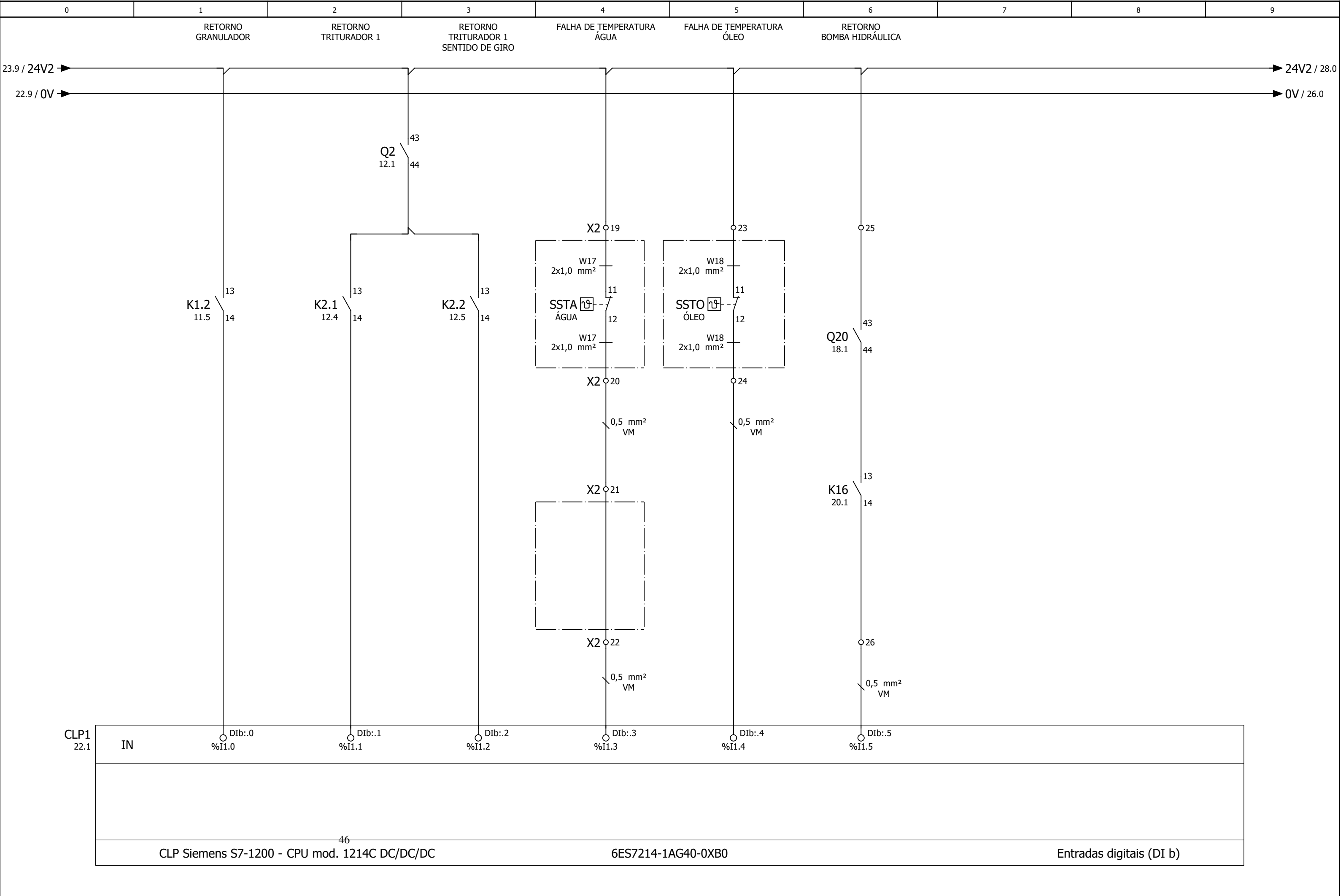
TRANSDUTOR DE CORRENTE

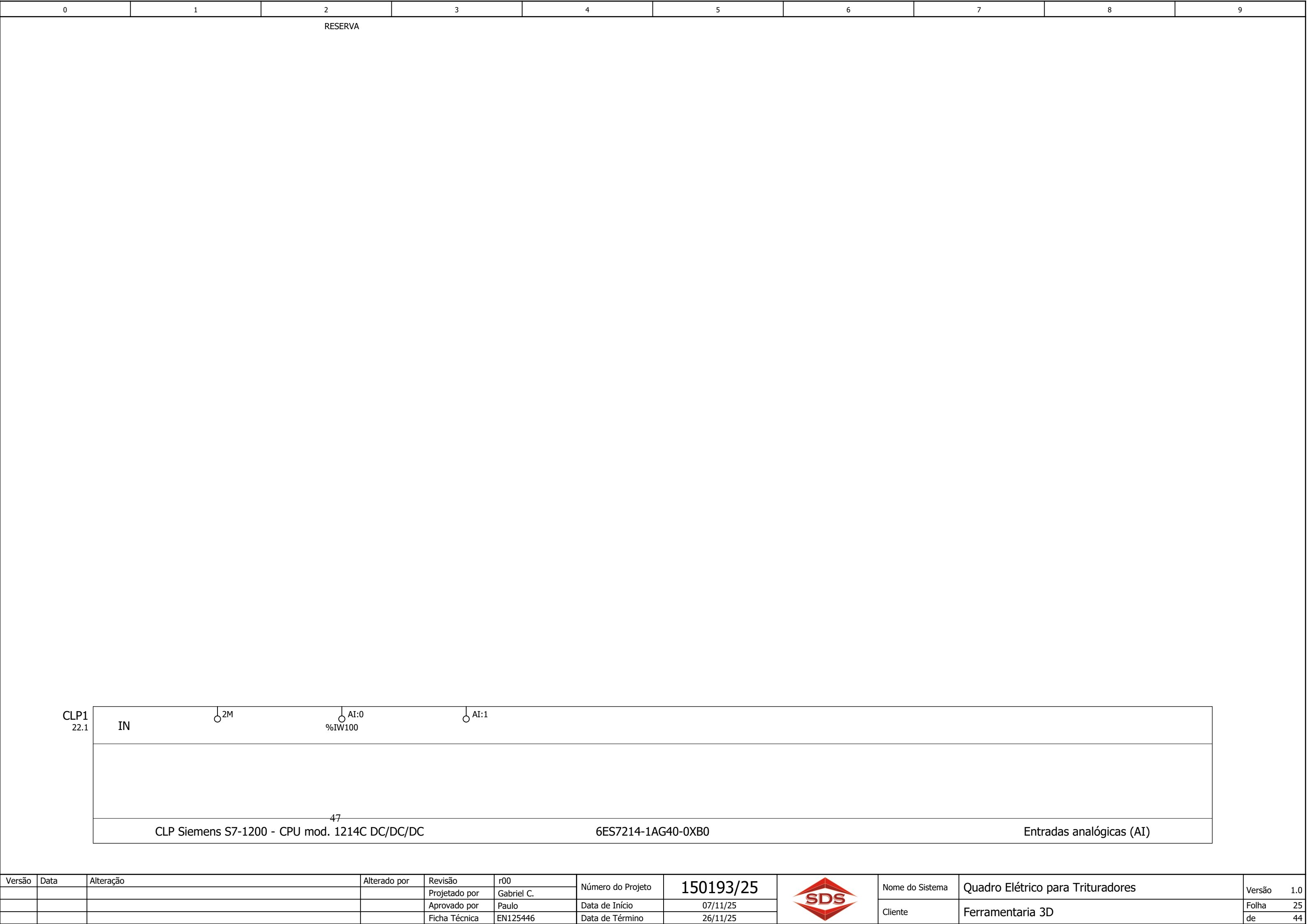




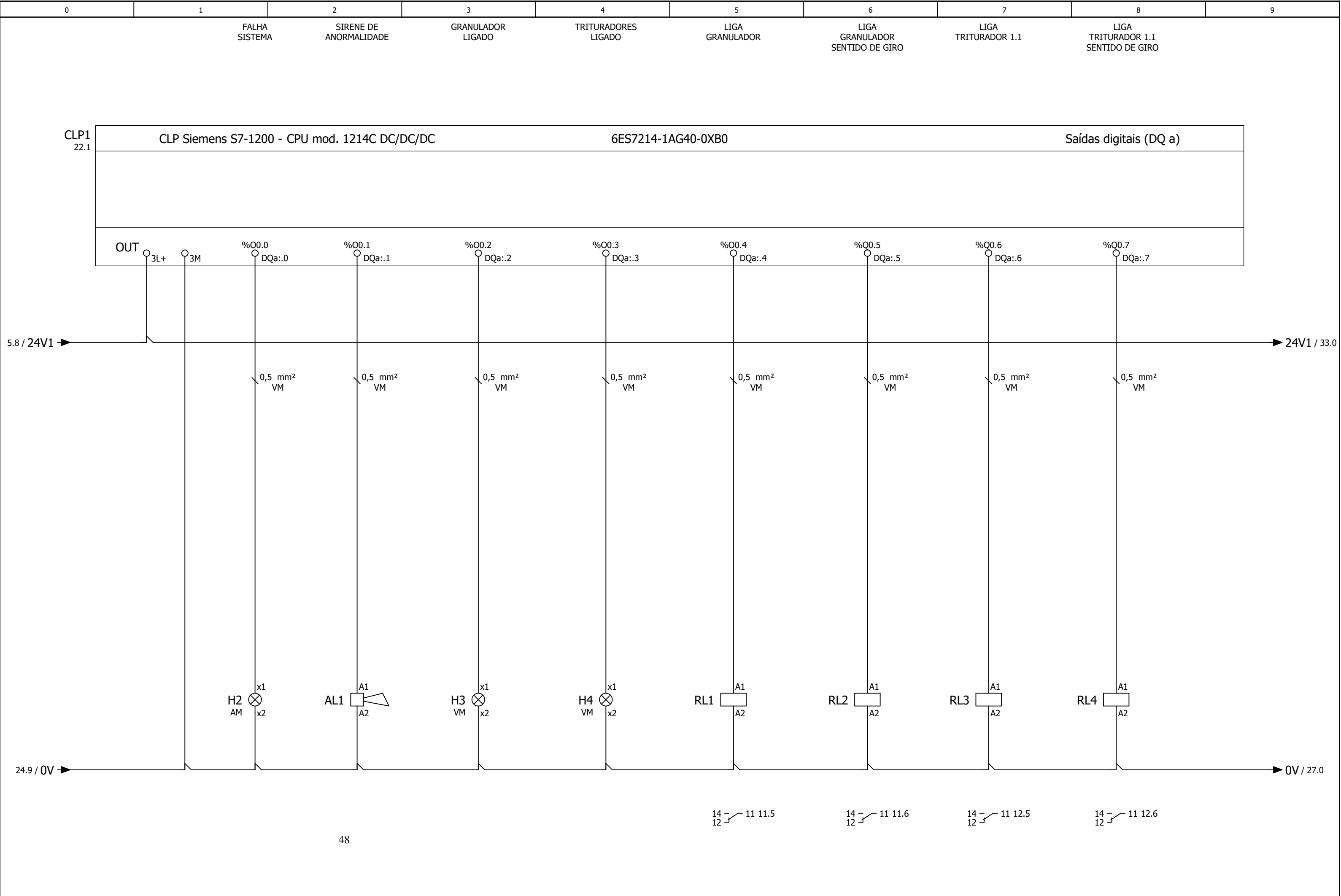


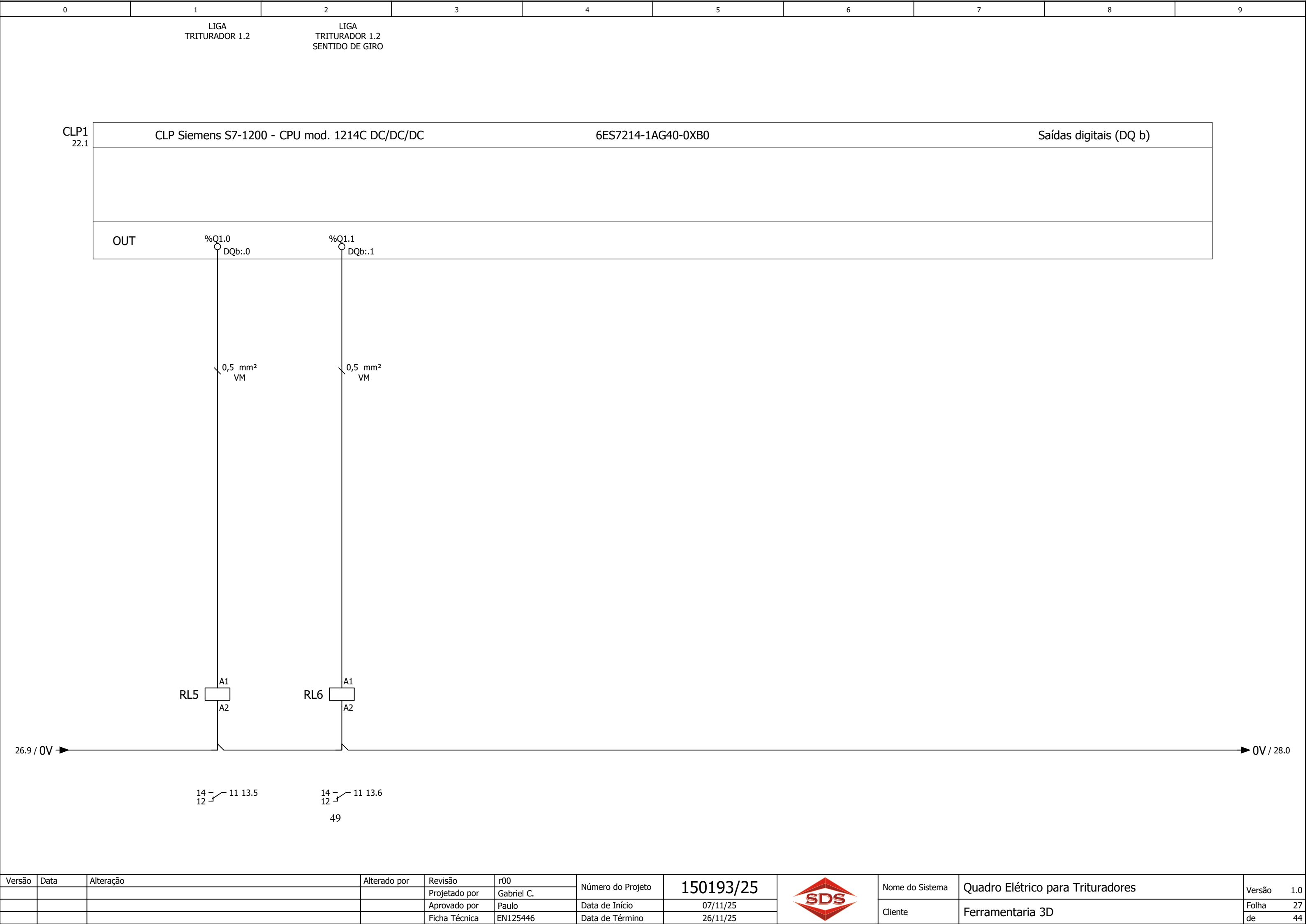
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.						Folha	23
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25					



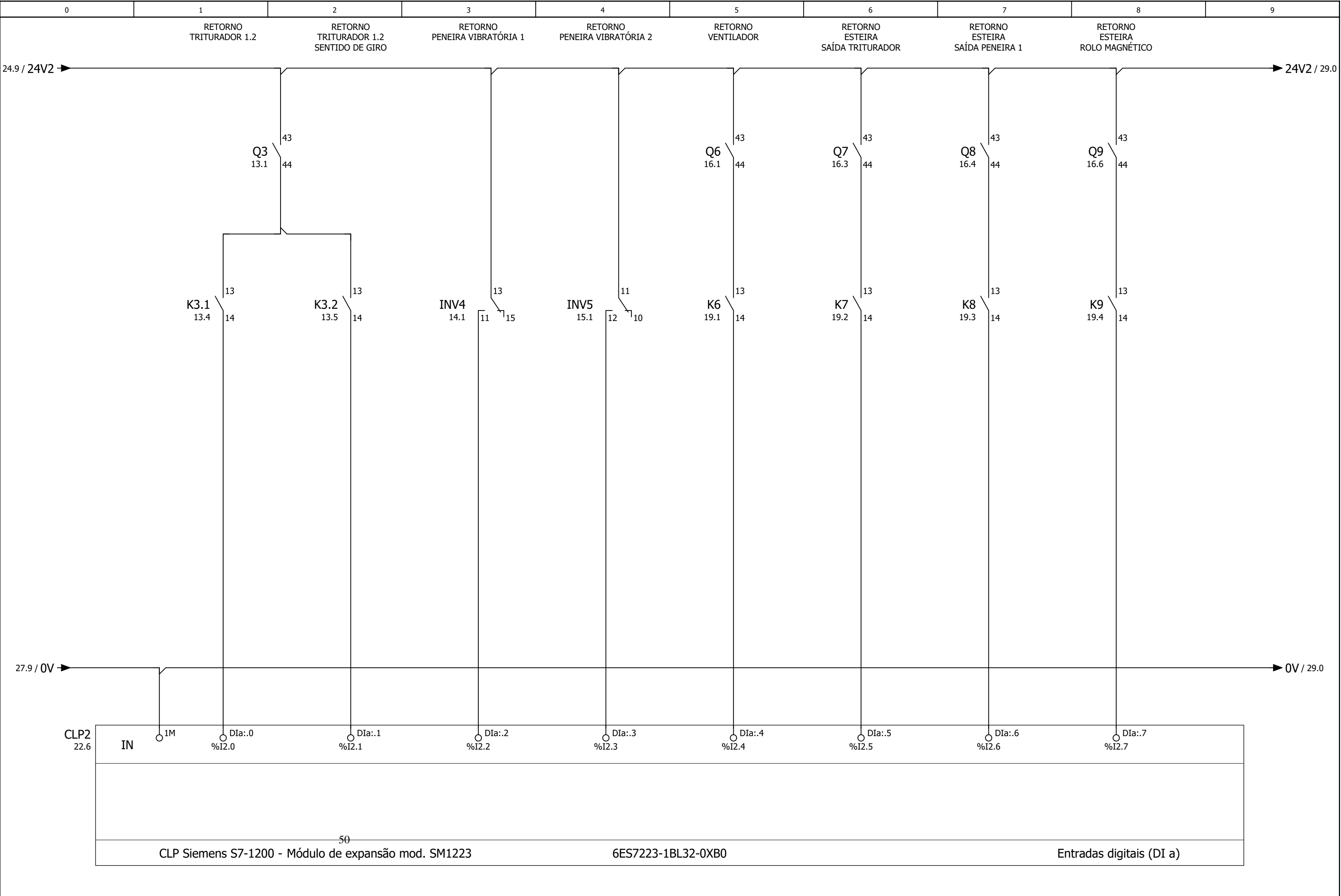


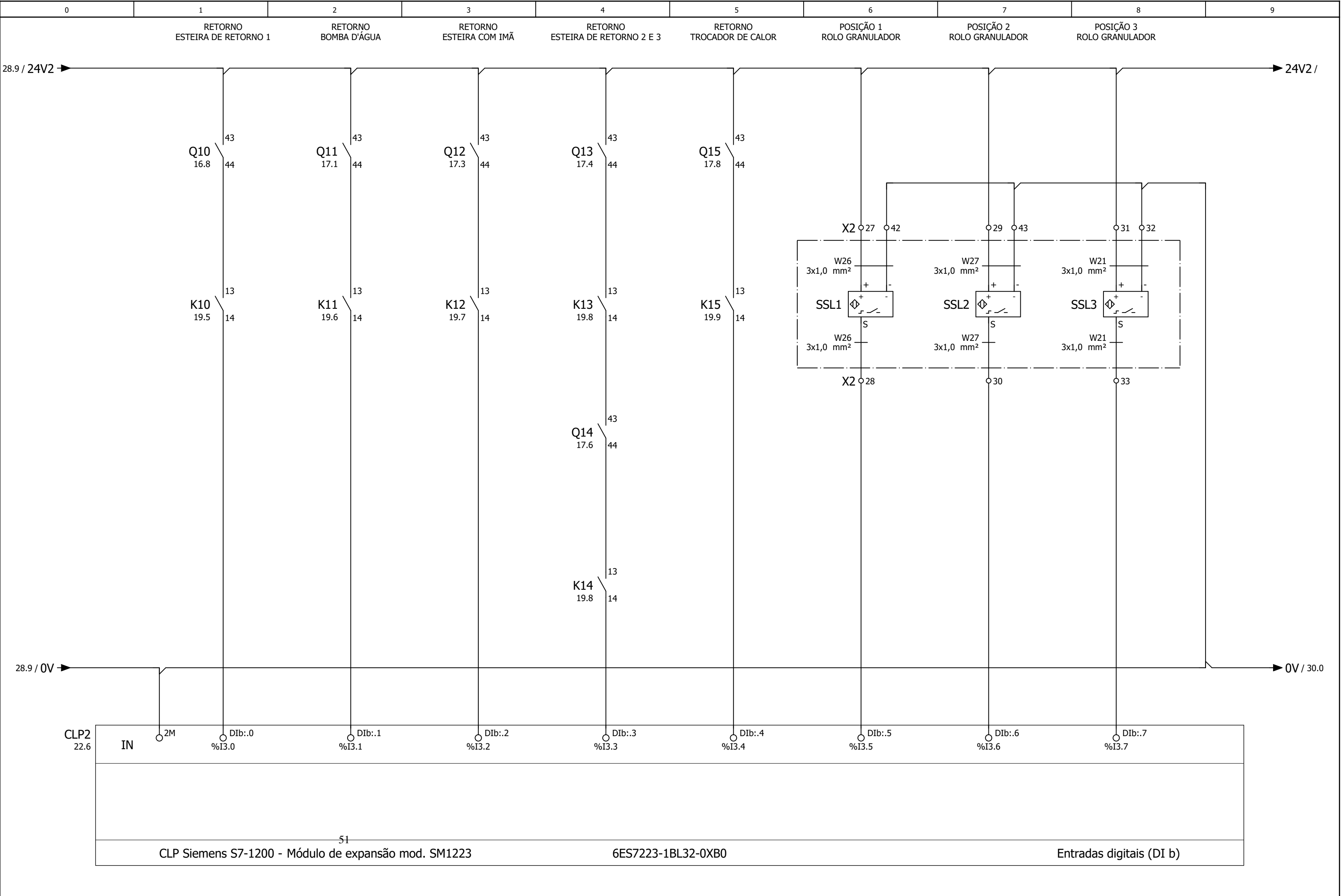
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	25
				Aprovado por	Paulo	Data de Término	26/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446							





Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.				Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	27
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25					





Q13
17.4

43

44

K13
19.8

13

14

Q14
17.6

43

44

K14
19.8

13

14

Q15
17.8

43

44

K15
19.9

13

14

X2

27

42

W26

3x1,0

mm²

SSL1

+

-

S

W26

3x1,0

mm²

X2

28

W27

3x1,0

mm²

SSL2

+

-

S

W27

3x1,0

mm²

29

43

30

W21

3x1,0

mm²

SSL3

+

-

S

W21

3x1,0

mm²

31

32

33

28.9 / 0V

0V / 30.0

CLP2
22.6

IN

2M

DIb:..0
%I3.0

DIb:..1
%I3.1

DIb:..2
%I3.2

DIb:..3
%I3.3

DIb:..4
%I3.4

DIb:..5
%I3.5

DIb:..6
%I3.6

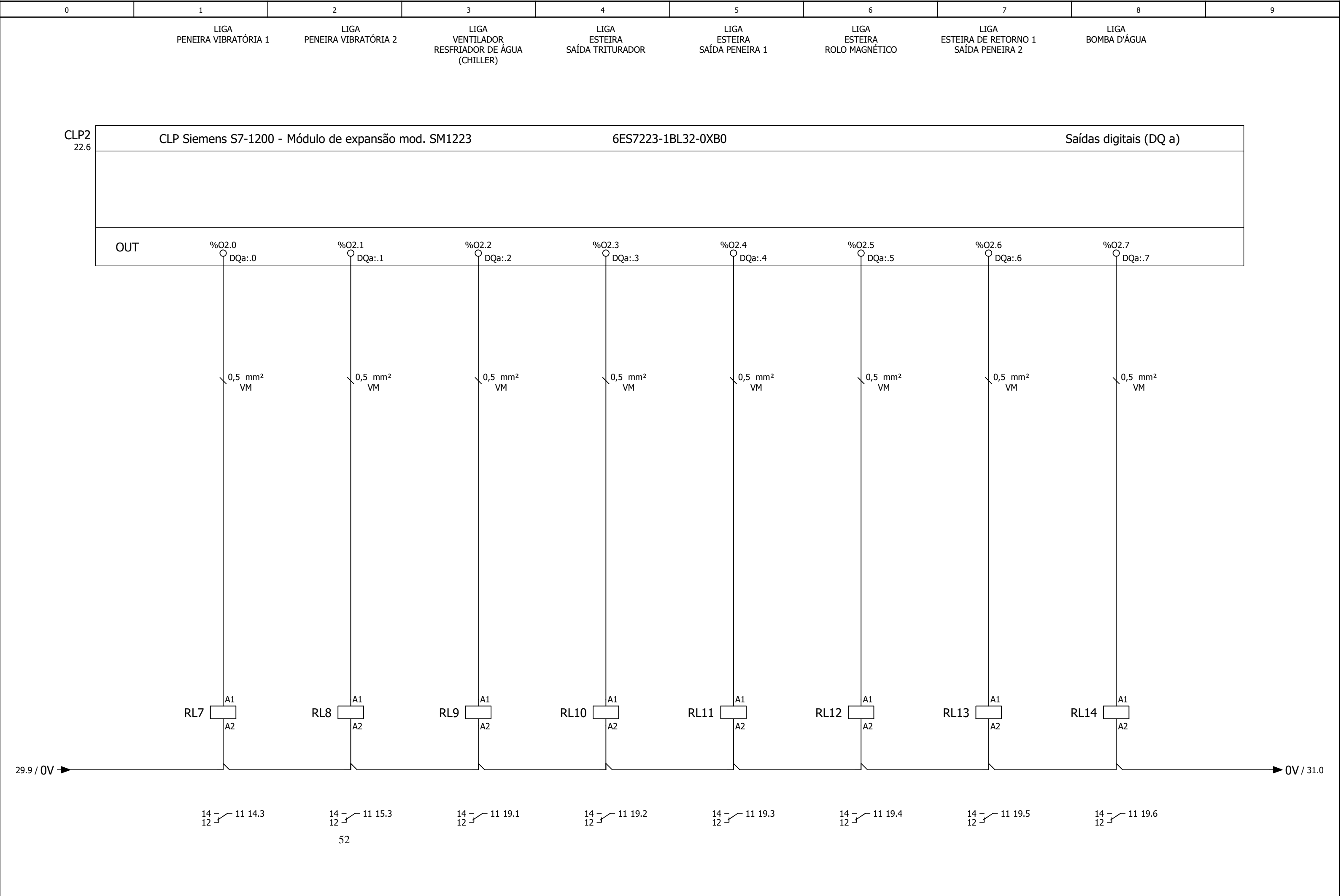
DIb:..7
%I3.7

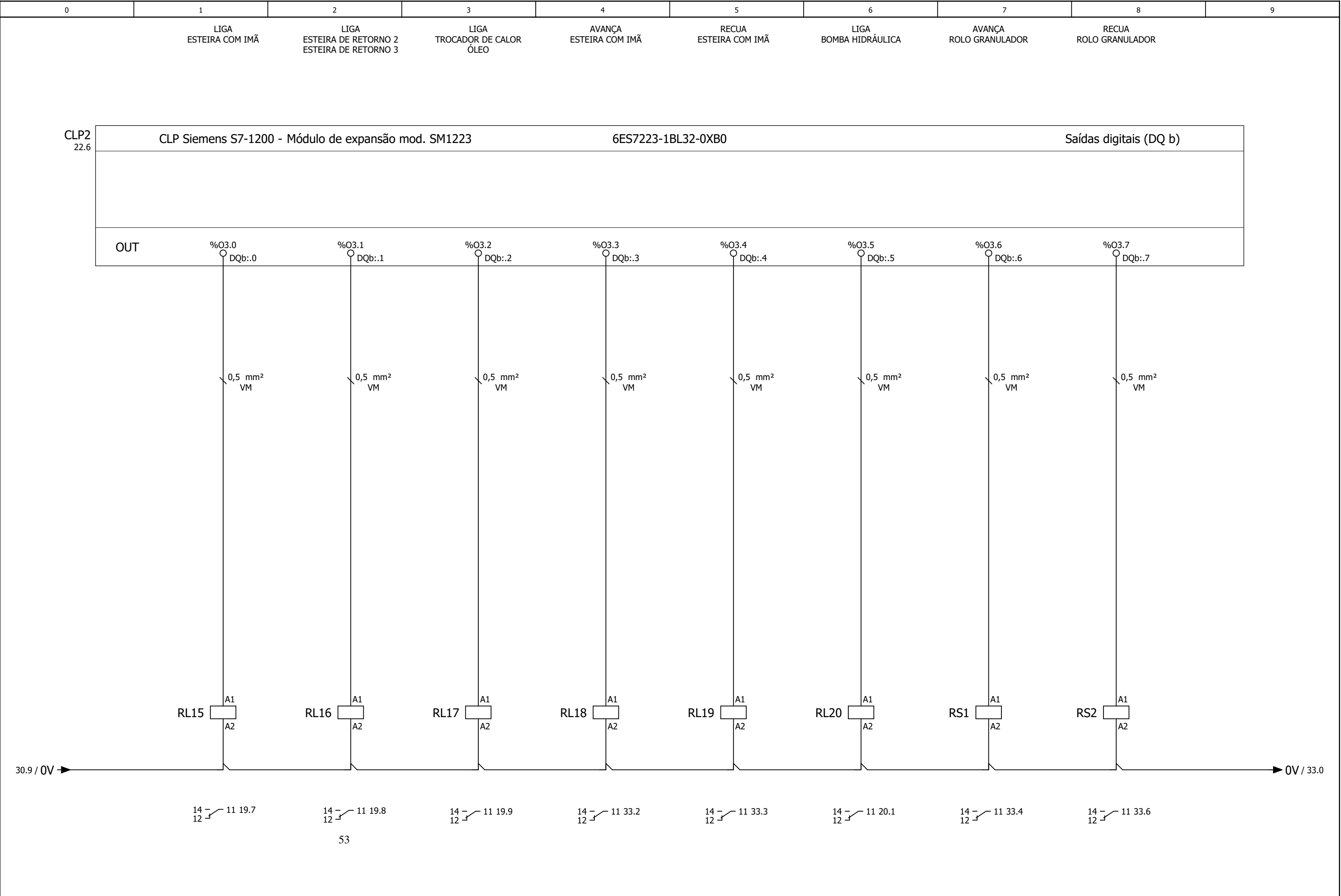
51

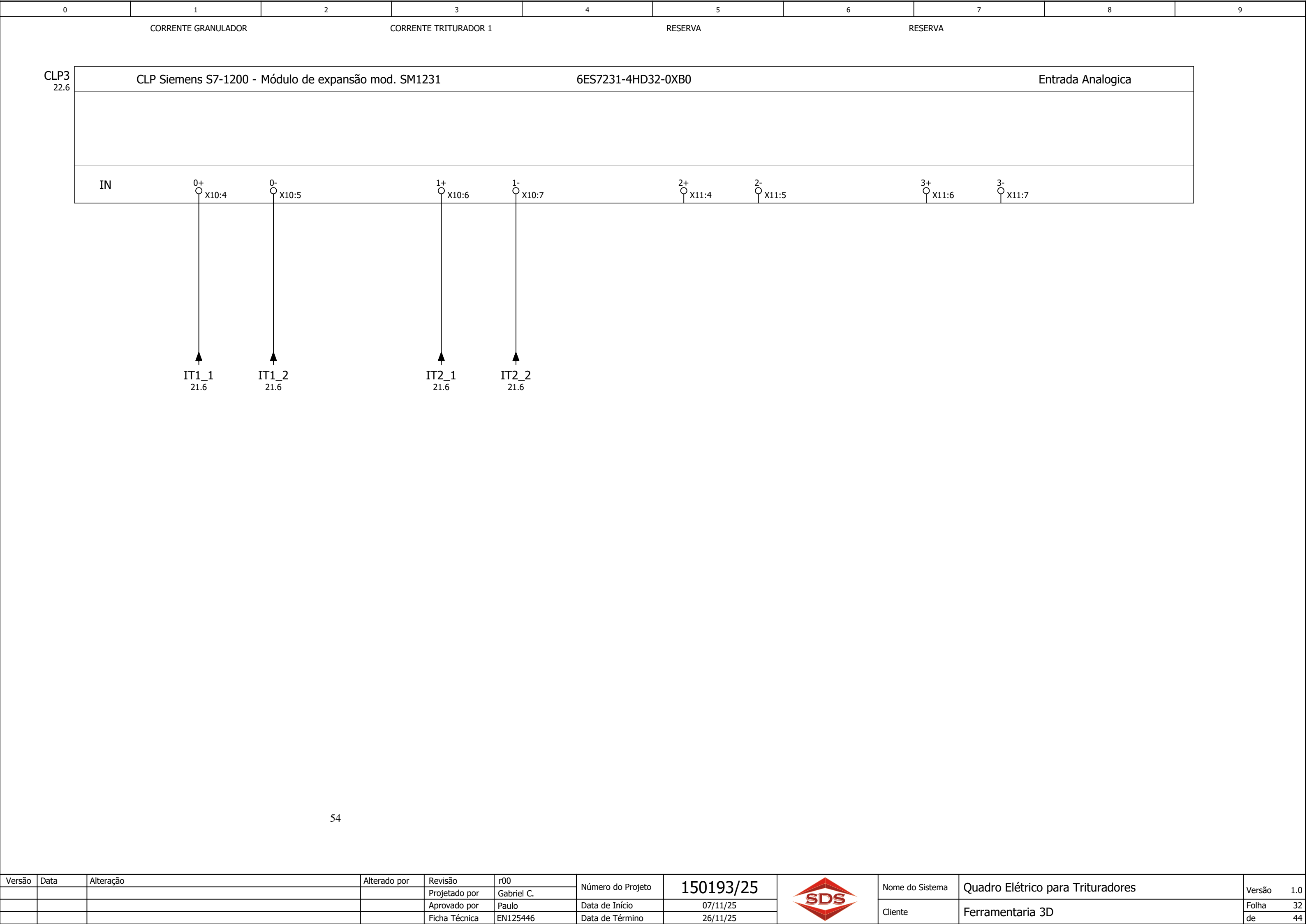
CLP Siemens S7-1200 - Módulo de expansão mod. SM1223

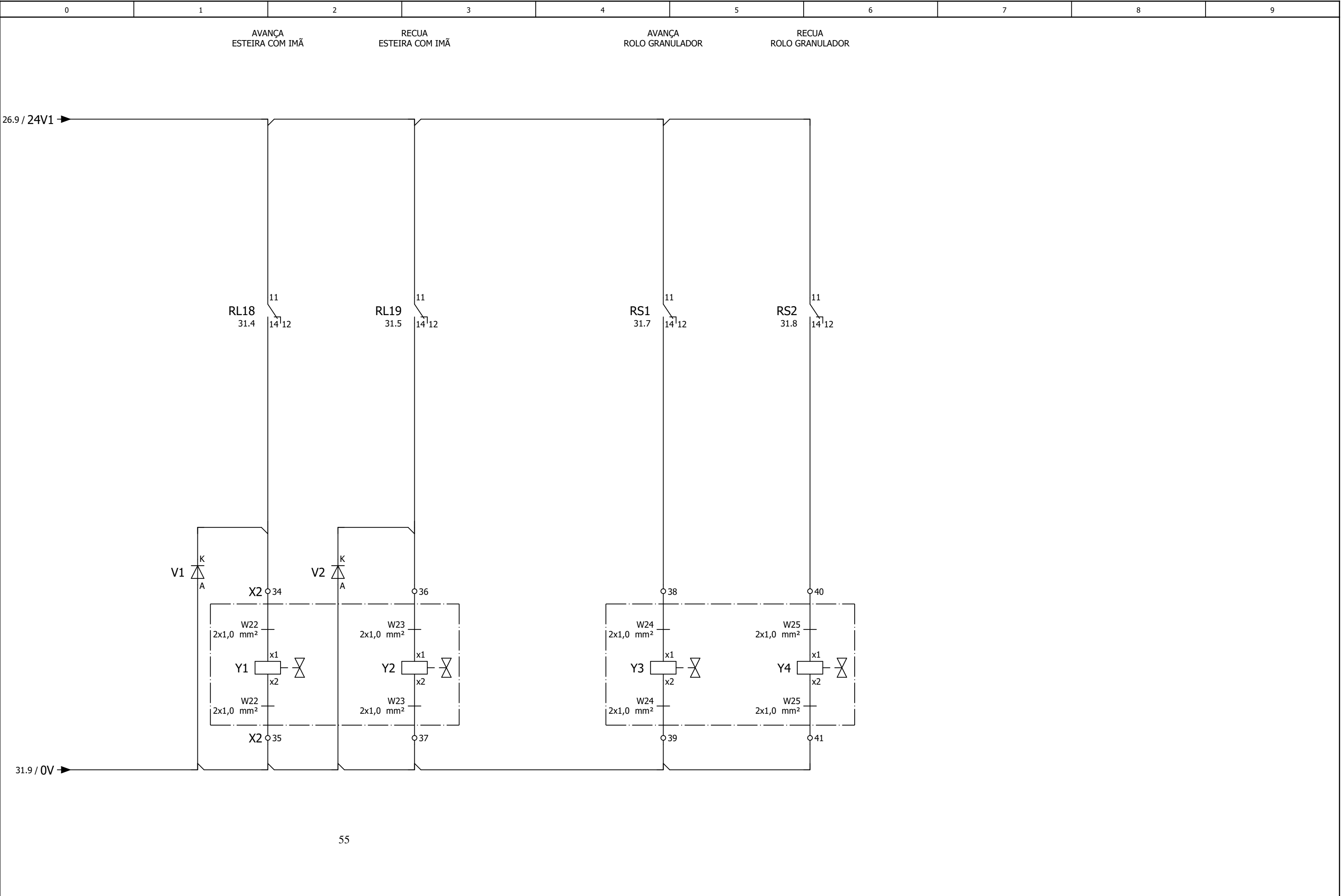
6ES7223-1BL32-0XB0

Entradas digitais (DI b)







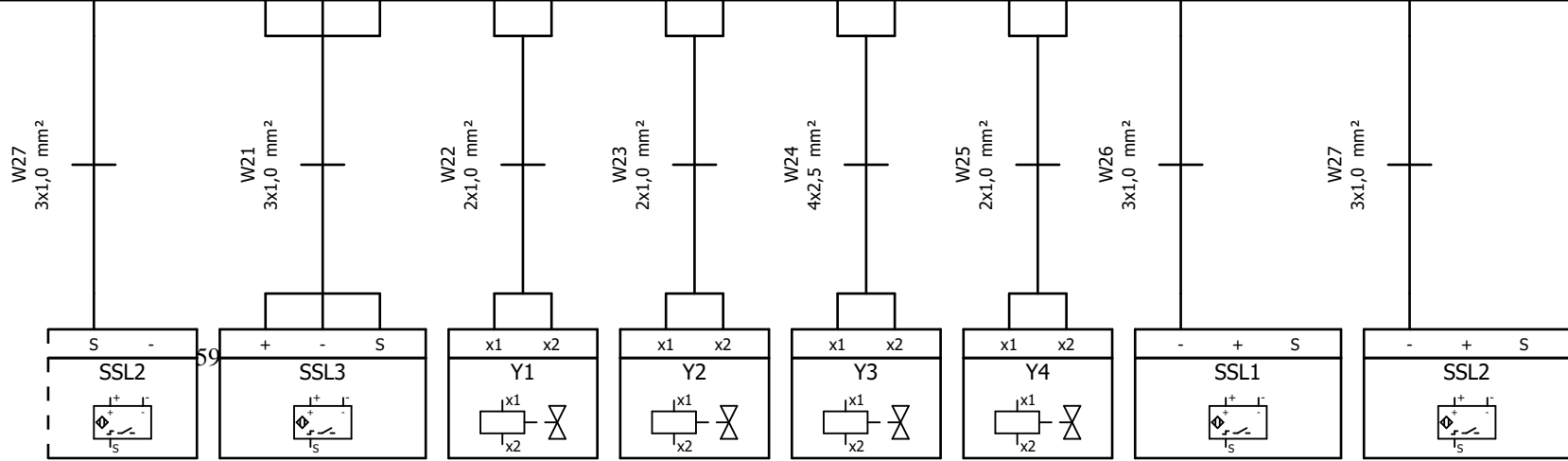


0		1		2		3		4		5		6		7		8		9							
F11_001_SDS_SEM_COR																									
Diagrama de conexão de bornes																									
Nome das réguas		X1																							
Pontes																									
Modelo																									
Número da folha do borne																									
Número do borne																									
		Texto de Função																							
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.1		BTWP 16		12		ô 1		W4 4x10 mm² U1 V1 W1 PE M2 3~															
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.1		BTWP 16		12		ô 2																	
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.1		BTWP 16		12		ô 3																	
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.1		BTWP 16T		12		ô 4																	
										W5 4x10 mm² U1 V1 W1 PE M3 3~															
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.2		BTWP 16		13		ô 5																	
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.2		BTWP 16		13		ô 6																	
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.2		BTWP 16		13		ô 7																	
		ACIONAMENTO TRITURADOR 1.2		BTWP 16T		13		ô 8																	
										W6 4x4,0 mm² U1 V1 W1 PE M4 3~															
		PENEIRA VIBRATÓRIA 1		BTWP 6		14		ô 9																	
		PENEIRA VIBRATÓRIA 1		BTWP 6		14		ô 10																	
		PENEIRA VIBRATÓRIA 1		BTWP 6		14		ô 11																	
		PENEIRA VIBRATÓRIA 1		BTWP 6		14		ô 12																	
										W7 4x2,5 mm² U1 V1 W1 PE M5 3~															
		PENEIRA VIBRATÓRIA 2		BTWP 4		15		ô 13																	
		PENEIRA VIBRATÓRIA 2		BTWP 4		15		ô 14																	
		PENEIRA VIBRATÓRIA 2		BTWP 4		15		ô 15																	
		PENEIRA VIBRATÓRIA 2		BTWP 4		15		ô 16																	
										W8 4x2,5 mm² U1 V1 W1 PE M6 3~															
		VENTILADOR RESFRIADOR DE ÁGUA (CHILLER)		BTWP 4		16		ô 17																	
		VENTILADOR RESFRIADOR DE ÁGUA (CHILLER)		BTWP 4		16		ô 18																	
		VENTILADOR RESFRIADOR DE ÁGUA (CHILLER)		BTWP 4		16		ô 19																	
		VENTILADOR RESFRIADOR DE ÁGUA (CHILLER)		BTWP 2,5/4T		16		ô 20																	
										W9 4x2,5 mm² U1 V1 W1 PE M7 3~															
		ESTEIRA SAÍDA DO TRITURADOR		BTWP 4		16		ô 21																	
		ESTEIRA SAÍDA DO TRITURADOR		BTWP 4		16		ô 22																	
		ESTEIRA SAÍDA DO TRITURADOR		BTWP 4		16		ô 23																	
		ESTEIRA SAÍDA DO TRITURADOR		BTWP 2,5/4T		16		ô 24																	
										W10 4x2,5 mm² U1 V1 W1 PE M8 3~															
		ESTEIRA SAÍDA PENEIRA 1		BTWP 4		16		ô 25																	
		ESTEIRA SAÍDA PENEIRA 1		BTWP 4		16		ô 26																	
		ESTEIRA SAÍDA PENEIRA 1		BTWP 4		16		ô 27																	
		ESTEIRA SAÍDA PENEIRA 1		BTWP 2,5/4T		16		ô 28																	
										W11 4x2,5 mm² U1 V1 W1 PE M9 3~															
		ESTEIRA ROLO MAGNÉTICO		BTWP 4		16		ô 29																	
		ESTEIRA ROLO MAGNÉTICO		BTWP 4		16		ô 30																	
		ESTEIRA ROLO MAGNÉTICO		BTWP 4		16		ô 31																	
		ESTEIRA ROLO MAGNÉTICO		BTWP 2,5/4T		16		ô 32																	
Versão		Data		Alteração		Alterado por		Revisão		r00		Número do Projeto		150193/25				Nome do Sistema		Quadro Elétrico para Trituradores		Versão		1.0	
								Projetado por		Gabriel C.		Data de Início		07/11/25				Folha		34					
								Aprovado por		Paulo		Data de Término		26/11/25				de		44					
								Ficha Técnica		EN125446															

0		1		2		3		4		5		6		7		8		9			
F11_001_SDS_SEM_COR																					
Diagrama de conexão de bornes																					
Nome das réguas																					
X1		Pontes																			
		Modelo																			
		Número da folha do borne		Número do borne																	
</																					

0		1		2		3		4		5		6		7		8		9			
F11_001_SDS_SEM_COR																					
Diagrama de conexão de bornes																					
Nome das réguas		X2																			
Pontes																					
Modelo		BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5 BTWP 2,5																			
Número da folha do borne		9 9 9 9 23 23 9 9 9 9 23 23 9 9 9 9 23 23 24 24 24 24 24 24 24 24 29 29 29																			
Número do borne		ó1 ó2 ó3 ó4 ó5 ó6 ó7 ó8 ó9 ó10 ó11 ó12 ó13 ó14 ó15 ó16 ó17 ó18 ó19 ó20 ó21 ó22 ó23 ó24 ó25 ó26 ó27 ó28 ó29																			
		W2 6x1,0 mm² EM2 W1 6x1,0 mm² EM3 W3 6x1,0 mm² EM4 W17 2x1,0 mm² SSTA W18 2x1,0 mm² SSTO Q20 K16 SSL1 SSL2																			
Versão	Data	Alteração				Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto		150193/25		SDS		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores				Versão	1.0
							Projetado por	Gabriel C.			Data de Início				07/11/25		Folha	36			
							Aprovado por	Paulo	Data de Término		26/11/25				Cliente	Ferramentaria 3D				de	44
							Ficha Técnica	EN125446													

Diagrama de conexão de bornes

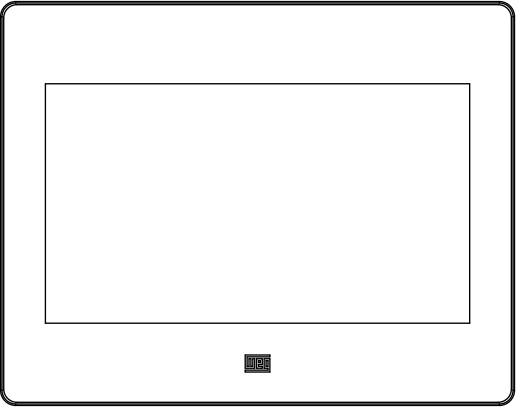
[illegible]

Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0	
				Projetado por	Gabriel C.								
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25					Folha	37
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25			Cliente	Ferramentaria 3D	de	44

PAINEL MODULAR 1900+100X1600X600mm RAL 7032 IP54

DETALHE "A"

INTERFACE DE OPERAÇÃO



IHM

COMANDO
ENERGIZADO

H1

FALHA
SISTEMA

H2

SIRENE DE
ANORMALIDADE

AL1

GRANULADOR
LIGADO

H3

TRITURADORES
LIGADOS

H4

MANUAL/
AUTOMÁTICO

S1

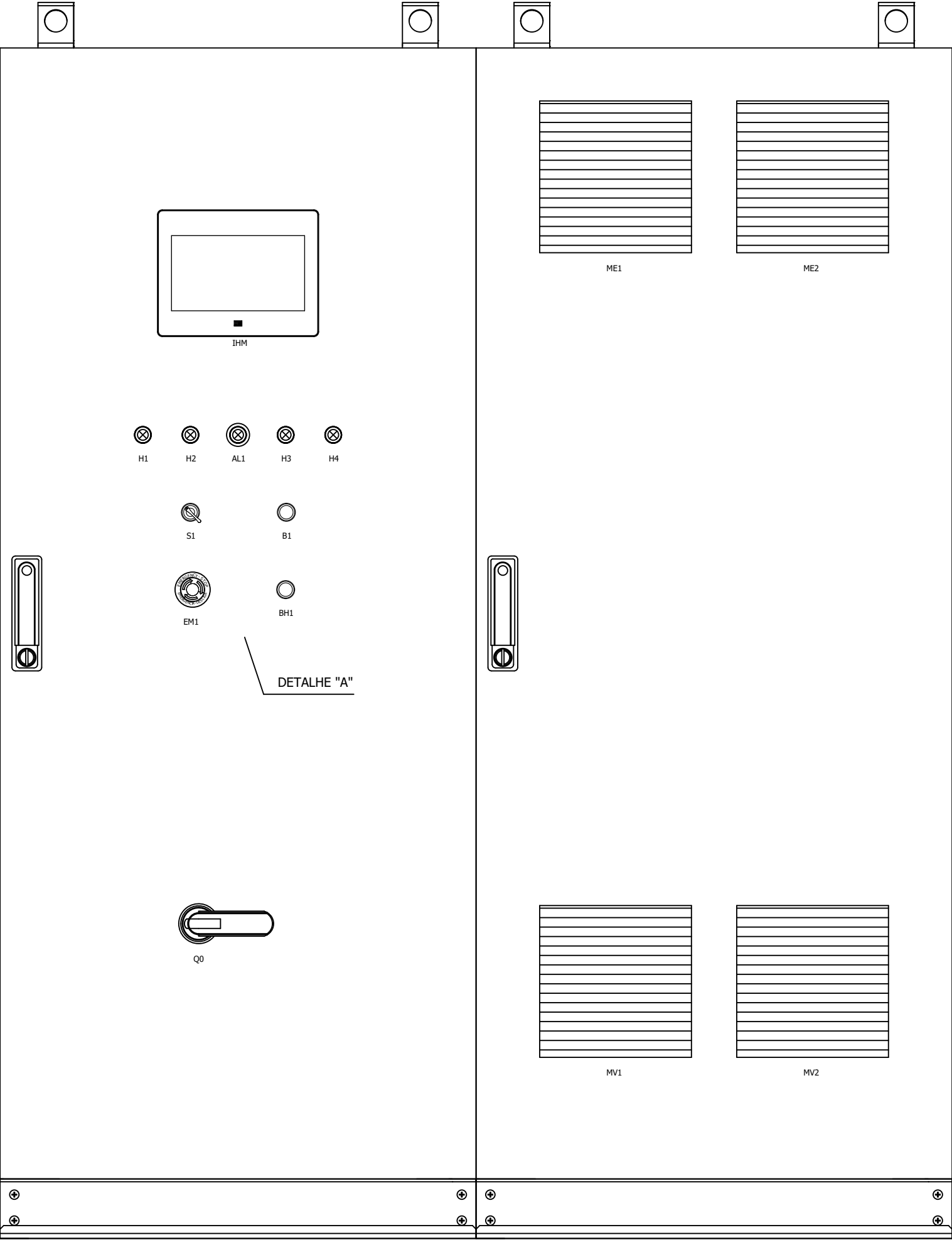
INÍCIO/PARADA
TRITURADORES

B1

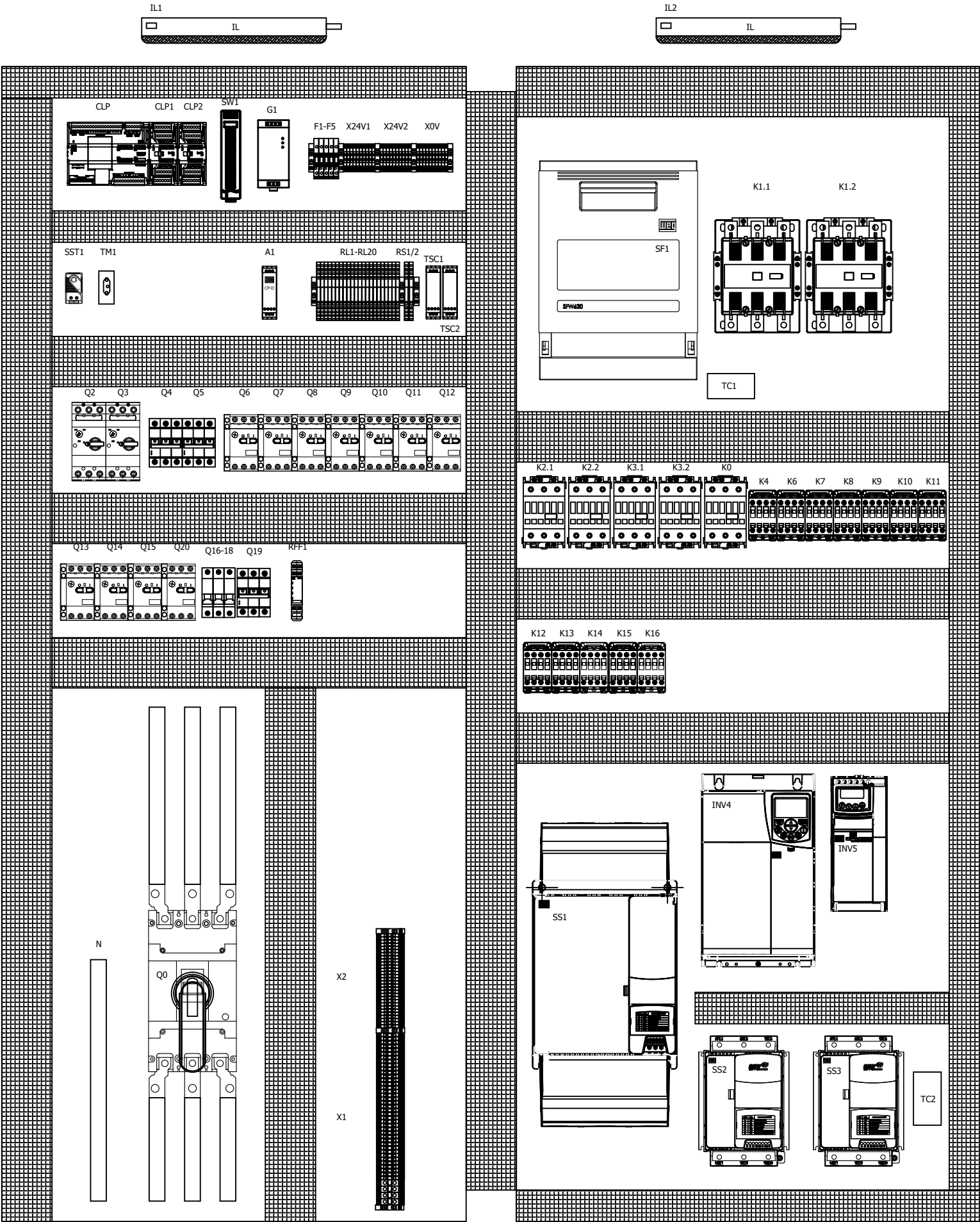
EM1

REARME

BH1



Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.	Data de Início	07/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D	Folha	38
				Aprovado por	Paulo	Data de Término	26/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446							



Lista de peças

F01_001_SDS

TAG	Quantidade	Descrição	Modelo	Código	Fabricante/Fornecedor
A1	1	Relé de segurança para controle de parada de emergência	CP-D	E004391	Instrutech Sensores Eletrônicos
AL1	1	Sirene sonalarme 24Vcc	S-18/30V-O-C	S008094	Digilectron
B1	1	Botão faceado amarelo	CSW-BF3 WH	12882150	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
B1	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
B1	1	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
BH1	1	Botão faceado iluminado azul	CSW-BFI4WH	12882262	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
BH1	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
BH1	2	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
BH1	1	Bloco de iluminação azul 24Vca/Vcc	CSW-BIDLF-4E26	12640041	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
CLP1	1	CLP S7-1200 CPU mod. 1214C DC-DC-DC, 24Vcc, 14 DI PNP, 10 DO PNP, 2 AI 0-10Vcc	6ES7214-1AG40-0XB0	E006121	Siemens AG
CLP1	1	Módulo de comunicação CB 1241, RS-485	6ES7241-1CH30-1XB0	E007493	
CLP2	1	Módulo de expansão para CLP S7-1200 mod. SM 1223, 24Vcc, 16 DI PNP, 16 DO PNP	6ES7223-1BL32-0XB0	E003477	
CLP3	1	Módulo de expansão para CLP S7-1200 mod. SM 1231, 24Vcc, 4 AI	6ES7231-4HD32-0XB0	E004753	Siemens AG
EM1	1	Botão de parada de emergência, gira para soltar	CSW-BESG WH	12882447	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM1	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM1	2	Bloco de contato simples 1NF, azul	BC01F-CSW	12891186	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM1	1	Plaqueta de emergência	APE	035500150	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM1	1	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM2	1	Botão de parada de emergência, gira para soltar	CSW-BESG WH	12882447	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM2	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM2	2	Bloco de contato simples 1NF, azul	BC01F-CSW	12891186	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM2	1	Plaqueta de emergência	APE	035500150	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM2	1	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM3	1	Botão de parada de emergência, gira para soltar	CSW-BESG WH	12882447	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM3	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM3	2	Bloco de contato simples 1NF, azul	BC01F-CSW	12891186	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM3	1	Plaqueta de emergência	APE	035500150	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM3	1	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM4	1	Botão de parada de emergência, gira para soltar	CSW-BESG WH	12882447	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM4	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM4	2	Bloco de contato simples 1NF, azul	BC01F-CSW	12891186	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM4	1	Plaqueta de emergência	APE	035500150	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
EM4	1	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
F1	1	Borne fusível, 6mm², cinza, conexão parafuso	BTWS 2S	10261754	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
F1	1	Fusível de vidro, 5A, 5x20mm	-	S003259	Blupel Comércio Componentes Eletrônicos
F2	1	Borne fusível, 6mm², cinza, conexão parafuso	BTWS 2S	10261754	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
F2	1	Fusível de vidro, 5A, 5x20mm	-	S003259	Blupel Comércio Componentes Eletrônicos
F3	1	Borne fusível, 6mm², cinza, conexão parafuso	BTWS 2S	10261754	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
F3	1	Fusível de vidro, 1A, 5x20mm	-	S003222	Blupel Comércio Componentes Eletrônicos

Lista de peças

F01_001_SDS

TAG	Quantidade	Descrição	Modelo	Código	Fabricante/Fornecedor
F4	1	Borne fusível, 6mm², cinza, conexão parafuso	BTWS 2S	10261754	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
F4	1	Fusível de vidro, 1A, 5x20mm	-	S003222	Blupel Comércio Componentes Eletrônicos
F5	1	Borne fusível, 6mm², cinza, conexão parafuso	BTWS 2S	10261754	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
F5	1	Fusível de vidro, 1A, 5x20mm	-	S003222	Blupel Comércio Componentes Eletrônicos
G1	1	Fonte de alimentação chaveada, 24Vcc, 10,0A	FONTE 24Vcc 10A	S001439	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
H1	1	Sinaleiro monobloco branco 24Vca/Vcc	CEW-SM0-E26	035510662	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
H2	1	Sinaleiro monobloco amarelo 24Vca/Vcc	CEW-SM3-E26	035510660	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
H3	1	Sinaleiro monobloco vermelho 24Vca/Vcc	CEW-SM1-E26	035510658	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
H4	1	Sinaleiro monobloco vermelho 24Vca/Vcc	CEW-SM1-E26	035510658	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
IHM	1	Interface homem-máquina (IHM), 24Vcc, 10", colorida, touch screen	CMT1106X	12742300	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
INV4	1	Inversor de frequência, trifásico, 380-480Vca, 24,0A, módulo IOS padrão	CFW500D24P0T4DB20G2	15576919	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
INV5	1	Inversor de frequência, trifásico, 380-415V, 12A	CFW300C12P0T4NB20	14147976	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
INV5	1	Módulo de comunicação RS-485	CFW300-CRS485	13015223	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K0	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=65A AC-3, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL65-00-30-D23	15034182	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K0	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC9 D63	035500855	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K1.1	1	Contator tripolar, Ie=215A AC-3, 2NA+2NF, 110-255Vca, 60Hz, terminal parafuso	CWM215-22-30E65	16142112	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K1.2	1	Contator tripolar, Ie=215A AC-3, 2NA+2NF, 110-255Vca, 60Hz, terminal parafuso	CWM215-22-30E65	16142112	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.1	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=50A AC-3, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL50-00-30-D23	15034181	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.1	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NA	BCFL10	14246177	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.1	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NF	BCFL01	14246268	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.1	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC9 D63	035500855	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.2	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=50A AC-3, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL50-00-30-D23	15034181	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.2	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NA	BCFL10	14246177	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.2	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NF	BCFL01	14246268	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K2.2	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC9 D63	035500855	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.1	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=50A AC-3, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL50-00-30-D23	15034181	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.1	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NA	BCFL10	14246177	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.1	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NF	BCFL01	14246268	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.1	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC9 D63	035500855	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.2	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=50A AC-3, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL50-00-30-D23	15034181	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.2	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NA	BCFL10	14246177	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.2	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NF	BCFL01	14246268	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K3.2	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC9 D63	035500855	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K4	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=25A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL25-01	14246820	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K4	1	Bloco frontal de contato auxiliar para contator Linha Leve, 1NA	BCFL10	14246177	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K4	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K6	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K6	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K7	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.

Lista de peças

F01_001_SDS

TAG	Quantidade	Descrição	Modelo	Código	Fabricante/Fornecedor
K7	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K8	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K8	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K9	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K9	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K10	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K10	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K11	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K11	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K12	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K12	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K13	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K13	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K14	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K14	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K15	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K15	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K16	1	Contator tripolar linha Leve, Ie=9A AC-3, 1NA, 220Vca 50/60Hz, terminal parafuso	CWL9-10-30D23	14011565	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
K16	1	Módulo filtro RC, 130...250V, 50/60Hz	BAMRC6 D63	035500852	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
KF1	1	Switch não gerenciável 6 portas RJ45, 24Vcc	58811	E024846	Murrelektronik GmbH
L1	1	LUMINARIA FLEX T5 4W 220V LED	LUMINÁRIA T5 4W LED BIVOLT	E006785	SDS Manutenção Eletrônica Ltda.
L2	1	LUMINARIA FLEX T5 4W 220V LED	LUMINÁRIA T5 4W LED BIVOLT	E006785	SDS Manutenção Eletrônica Ltda.
ME1	1	Conjunto de exaustão bivolt c/grelha deslizante e filtro - 248x248 mm - cor RAL 7035	CSS-25-R35E	E031851	PRABOX
ME2	1	Conjunto de exaustão bivolt c/grelha deslizante e filtro - 248x248 mm - cor RAL 7035	CSS-25-R35E	E031851	PRABOX
MV1	1	Conjunto de ventilação bivolt c/grelha deslizante e filtro - 248x248 mm - cor RAL 7035	CSS-25-R35	E031852	PRABOX
MV2	1	Conjunto de ventilação bivolt c/grelha deslizante e filtro - 248x248 mm - cor RAL 7035	CSS-25-R35	E031852	PRABOX
Q0	1	Disjuntor tripolar termo-magnético fixo 400A	AGW400N-DX400-3	12775151	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q0	1	Manopla para disjuntor mod. AGW400, 304,8mm	MR469 AGW400	12778408	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q2	1	Disjuntor-motor 40...50A	MPW80-3-U050	12425428	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q2	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA	MPW18/40/80 - ACBS-20	12463912	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q3	1	Disjuntor-motor 40...50A	MPW80-3-U050	12425428	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q3	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA	MPW18/40/80 - ACBS-20	12463912	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q4	1	Disjuntor, tripolar, 63A, curva C	MDW-C63-3	035500478	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q5	1	Disjuntor, tripolar, 25A, curva C	MDW-C25-3	035500474	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q6	1	Disjuntor-motor 1,0...1,6A (Linha Leve)	MWL18-3-D016	14159086	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q6	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q7	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q7	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q8	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.

Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0
				Projetado por	Gabriel C.						Folha	42
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25				de	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25		Cliente	Ferramentaria 3D		

Lista de peças

F01_001_SDS

TAG	Quantidade	Descrição	Modelo	Código	Fabricante/Fornecedor
Q8	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q9	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q9	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q10	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q10	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q11	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q11	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q12	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q12	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q13	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q13	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q14	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q14	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q15	1	Disjuntor-motor 0,25...0,40A (Linha Leve)	MWL18-3-D004	14158680	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q15	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q16	1	Disjuntor, monopolar, 10A, curva C	MDW-C10-1	035500500	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q17	1	Disjuntor, monopolar, 10A, curva C	MDW-C10-1	035500500	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q18	1	Disjuntor, monopolar, 10A, curva C	MDW-C10-1	035500500	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q19	1	Disjuntor, tripolar, 6A, curva C	MDW-C6-3	035500470	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q20	1	Disjuntor-motor 2,5...4A (Linha Leve)	MWL18-3-U004	14159180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Q20	1	Bloco lateral de contatos auxiliares para disjuntor-motor, 2NA (Linha Leve)	ACBSL-20	14250129	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
RFF1	1	Relé monitoramento sequência e falta de fase	RMW17-FSF01D97	14226365	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
RL1	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	FINDER
RL2	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	FINDER
RL3	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	FINDER
RL4	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	FINDER
RL5	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL6	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL7	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL8	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL9	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL10	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL11	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL12	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL13	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL14	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL15	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL16	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL17	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.

Lista de peças

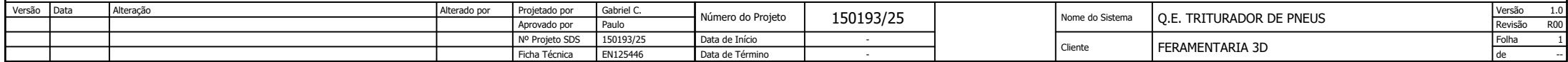
F01_001_SDS

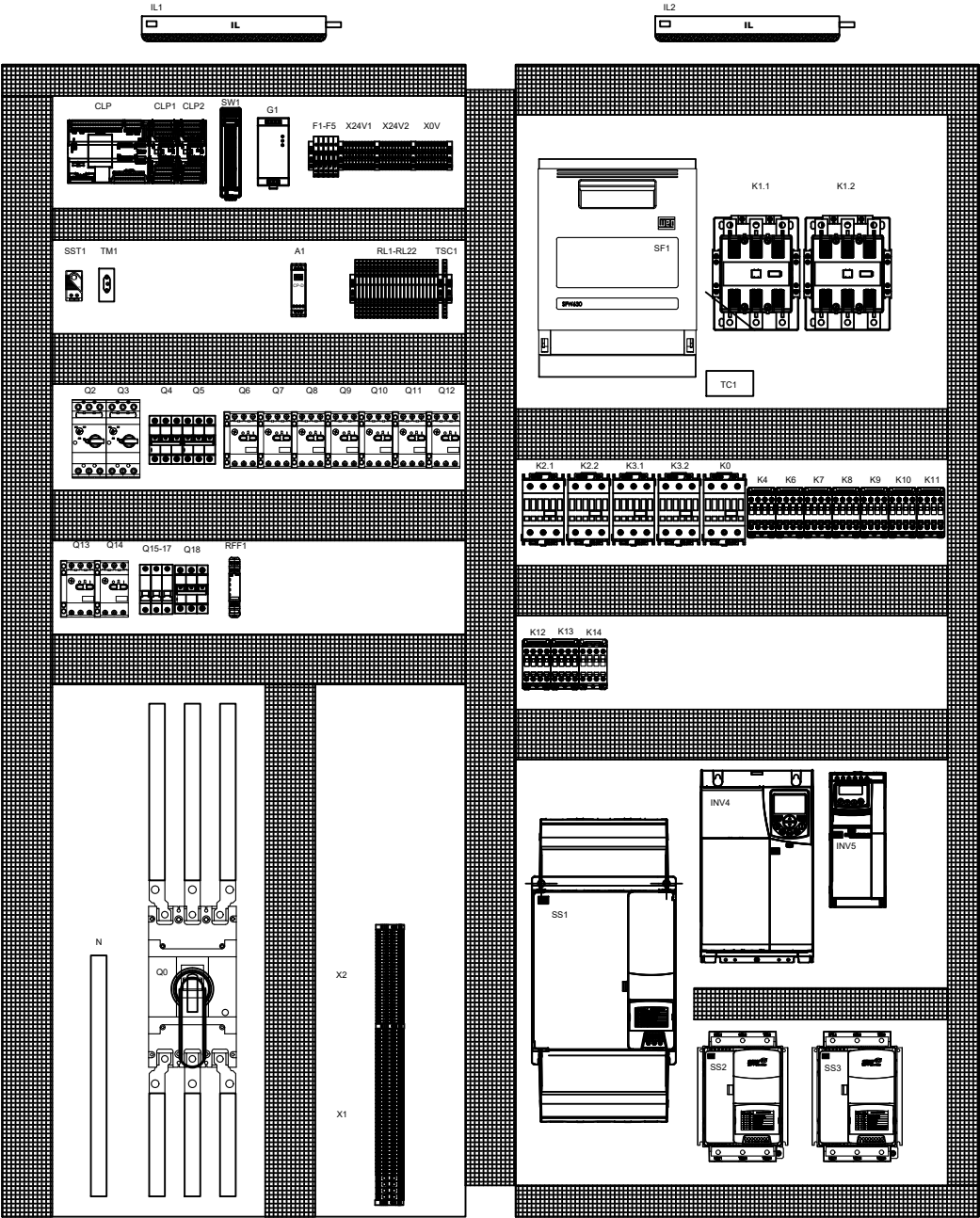
TAG	Quantidade	Descrição	Modelo	Código	Fabricante/Fornecedor
RL18	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL19	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RL20	1	Relé acoplador, entrada: 24Vca/Vcc, saída: 1NA/NF 250Vca 6A	41F-1Z-C4-1 + HF41F	S008195	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RS1	1	Optoacoplador, entrada: 24Vca/cc, saída: 1NA/NF 0~250Vcc 4A	PR-HFS32D-C2-2	E004778	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
RS2	1	Optoacoplador, entrada: 24Vca/cc, saída: 1NA/NF 0~250Vcc 4A	PR-HFS32D-C2-2	E004778	PROAUTO Produtos de Automação Ltda.
S1	1	Comutador alavanca 2 posições fixas 90 graus	CSW-CA2F90WH	12882317	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
S1	1	Flange 3 posições	AF3F-CSW	12670264	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
S1	1	Bloco de contato simples 1NA, azul	BC10F-CSW	12891184	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SF1	1	Chave seccionadora saca-fusível, tripolar, NH2, 400A, 690Vca, 50/60Hz	FSW 400	11884180	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SF1	3	Fusível, ultrarrápido, aR, 500A, NH1, 690Vca	FNH2-500K-A	10824109	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SS1	1	Soft-starter, trifásica, 255A	SSW070255T5SH2	11043355	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SS1	1	IHM serial remota p/ soft-starter SSW07	SSW07-08-HMI-LOC	10935572	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SS1	1	Kit IP20 para a mecânica 4 (correntes de 255 a 412 A)	SSW0708900-IP20-4D	11059230	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SS2	1	Soft-starter, trifásica, 220...575Vca, 61A	SSW070061T5SZ	417114804	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SS3	1	Soft-starter, trifásica, 220...575Vca, 61A	SSW070061T5SZ	417114804	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
SST1	1	Termostato, 1NA, 250Vca, 6A, 0...60°C, fixação em trilho DIN	KTS 011	S009937	STEGO do Brasil Ltda.
SW1	1	Switch não gerenciável 6 portas RJ45, 24Vcc	58811	E024846	Murrelektronik GmbH
TC1	1	Transformador de corrente, 250/5A, 10VA, 50/60Hz	MSQ40 250/5	E002402	Samrello Instrumentação Industrial Ltda.
TC2	1	Transformador de corrente Tipo Janela,100/5A	MSQ40-100/5	S000538	Samrello Instrumentação Industrial Ltda.
TM1	1	Tomada para trilho DIN, 2P+T 220V	DRGBW10	S006064+S006052	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
TSC1	1	Transdutor de medição de corrente 0..1 A AC/0..5 A AC, sem saída de ligação, sinal de saída 0..10 V/0..20 mA	MSR-SLP-1-5-UI-0	E015994	Phoenix Contact GmbH & Co. KG
TSC2	1	Transdutor de medição de corrente 0..1 A AC/0..5 A AC, sem saída de ligação, sinal de saída 0..10 V/0..20 mA	MSR-SLP-1-5-UI-0	E015994	Phoenix Contact GmbH & Co. KG
V1	1	Diodo	1N4007	S006017	
V2	1	Diodo	1N4007	S006017	
X0V	10	Borne simples, 2,5mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 2,5	10261734	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X1	6	Borne simples, 16mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 16	10261738	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X1	2	Borne terra, 16mm², verde/amarelo, conexão parafuso	BTWP 16T	11716372	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X1	4	Borne simples, 6mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 6	10261736	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X1	37	Borne simples, 4mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 4	10261735	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X1	11	Borne terra, 2,5/4mm², verde/amarelo, conexão parafuso	BTWP 2,5/4T	10261744	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X2	43	Borne simples, 2,5mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 2,5	10261734	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X24V1	10	Borne simples, 2,5mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 2,5	10261734	WEG Equipamentos Elétricos S.A.
X24V2	10	Borne simples, 2,5mm², cinza, conexão parafuso	BTWP 2,5	10261734	WEG Equipamentos Elétricos S.A.

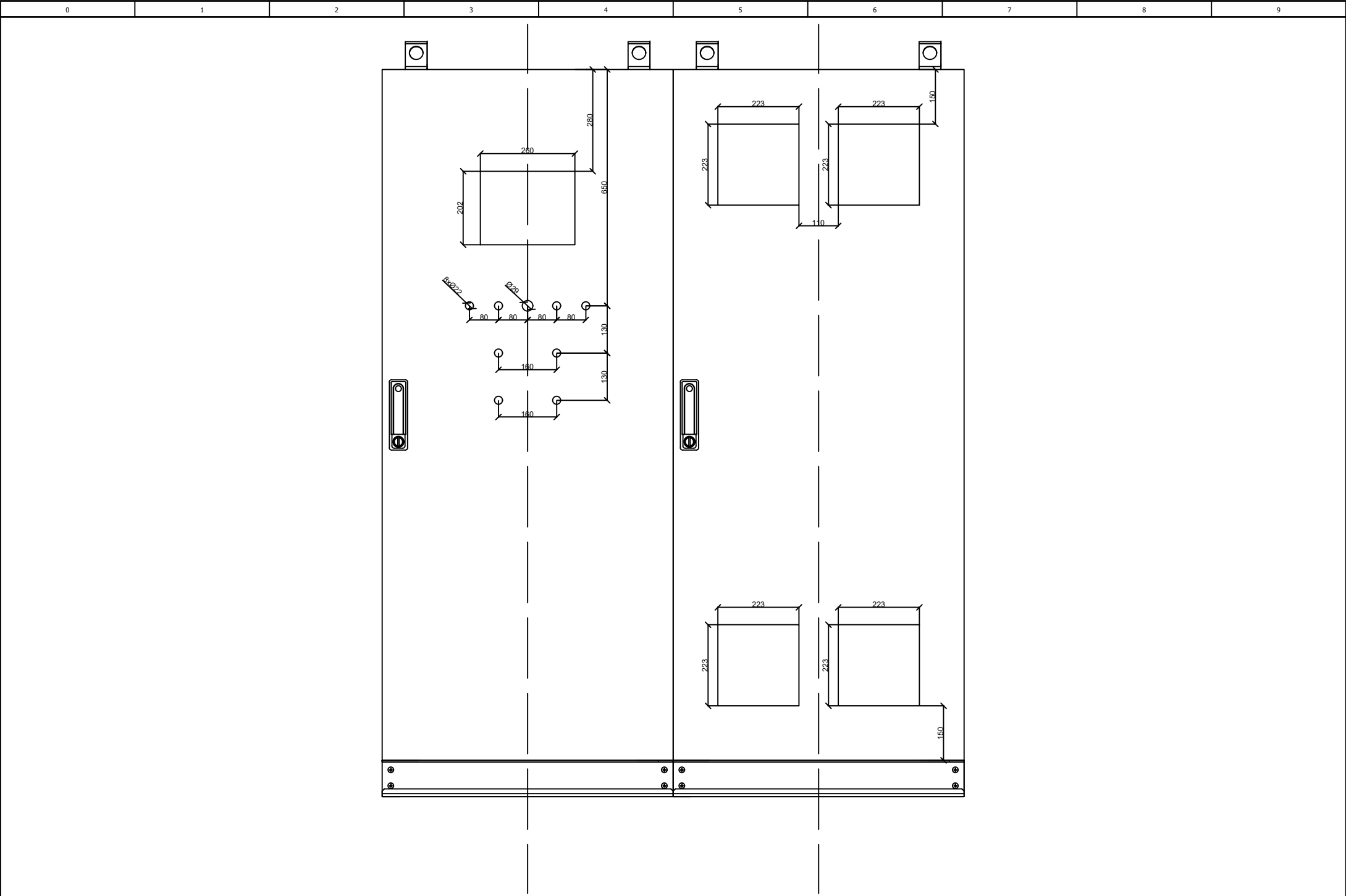
Versão	Data	Alteração	Alterado por	Revisão	r00	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Quadro Elétrico para Trituradores	Versão	1.0	
				Projetado por	Gabriel C.								
				Aprovado por	Paulo	Data de Início	07/11/25					Folha	44
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	26/11/25			Cliente	Ferramentaria 3D	de	44

ANEXO B

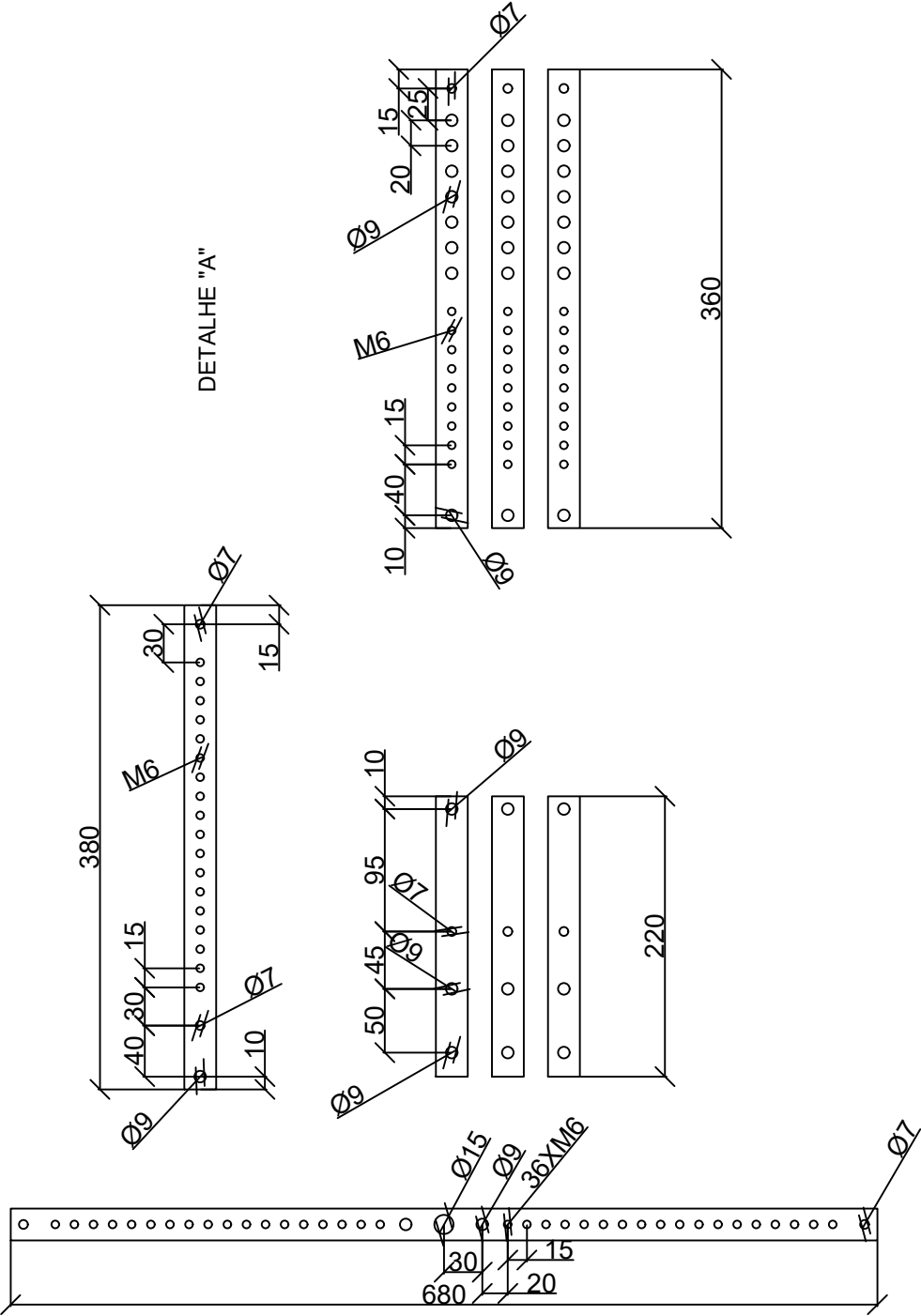
DESENHOS MECÂNICOS



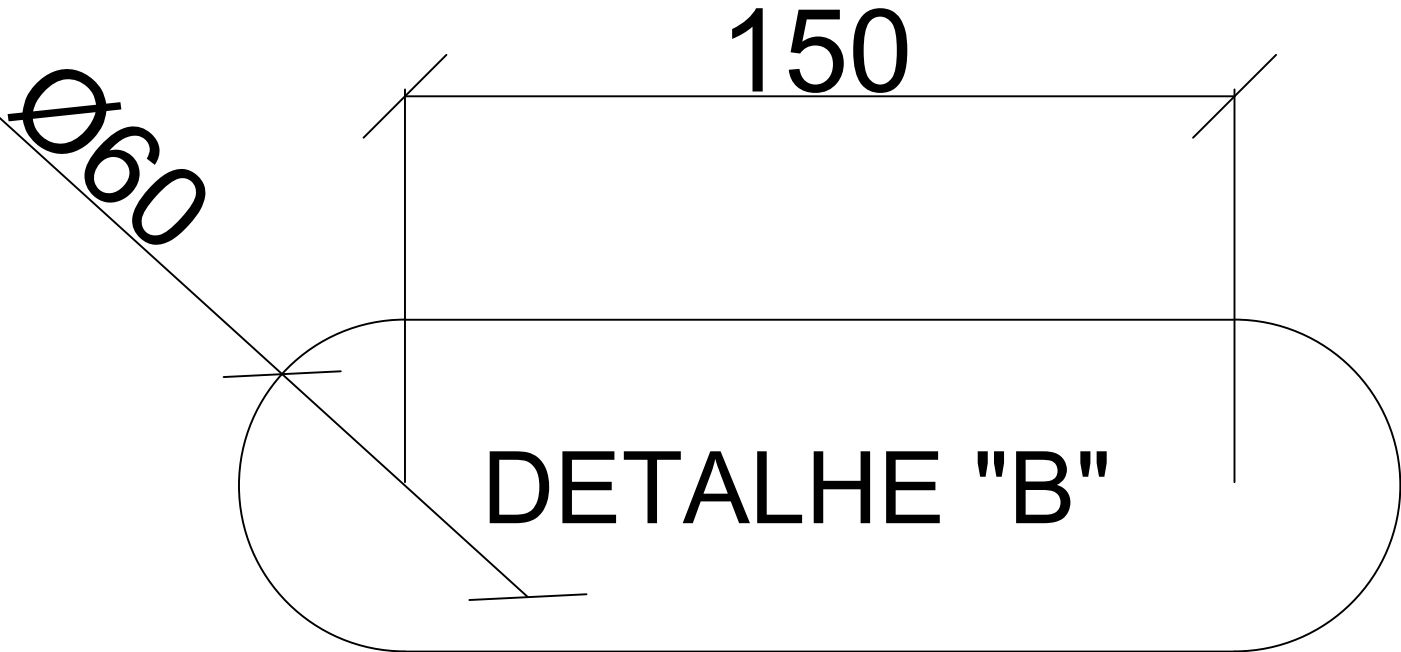




Versão	Data	Alteração	Alterado por	Projetado por	Gabriel C.	Número do Projeto	150193/25	Nome do Sistema	Q.E. TRITURADOR DE PNEUS	Versão	1.0
				Aprovado por	Paulo					Revisão	R00
				Nº Projeto SDS	150193/25	Data de Início	-			Folha	1
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	-	Cliente	FERAMENTARIA 3D	de	--

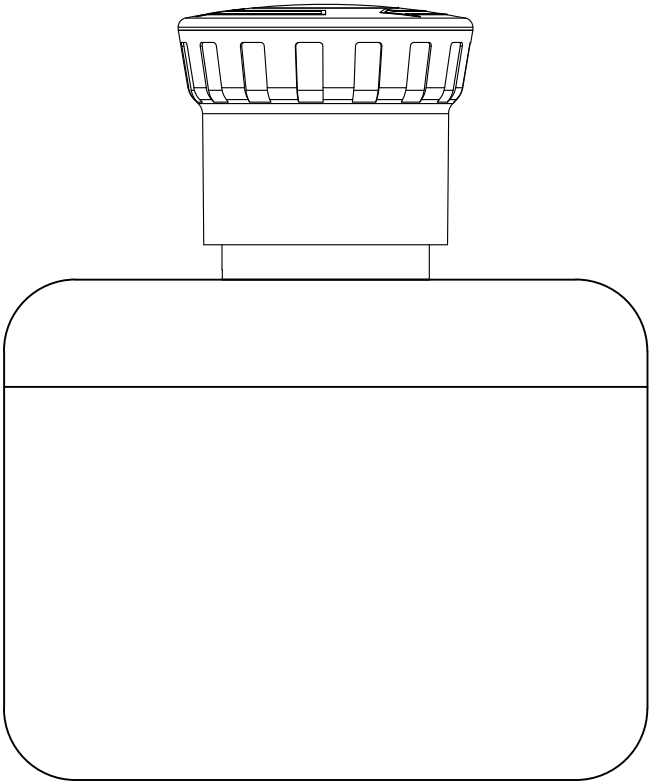


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Versão	Data	Alteração	Alterado por	Projetado por	Gabriel C.	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Q.E. TRITURADOR DE PNEUS	Versão	1.0
				Aprovado por	Paulo						Revisão	R00
				Nº Projeto SDS	150193/25	Data de Início	-				Folha	1
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	-		Cliente	FERAMENTARIA 3D	de	--

BOTONEIRAS EMERGÊNCIA



Versão	Data	Alteração	Alterado por	Projetado por	Gabriel C.	Número do Projeto	150193/25		Nome do Sistema	Q.E. TRITURADOR DE PNEUS	Versão	1.0
				Aprovado por	Paulo						Revisão	R00
				Nº Projeto SDS	150193/25	Data de Início	-				Folha	1
				Ficha Técnica	EN125446	Data de Término	-		Cliente	FERAMENTARIA 3D	de	--

ANEXO C

DESENHO DO SISTEMA

