

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE SUBESTAÇÃO ELÉTRICA COM SUPERVISÃO EM TEMPO REAL

**Iara Moreira de Sousa, Matheus Ribeiro Lourenço da Costa, Rodrigo Martins Silva, William Gregorio
Damazio Silva, Prof. Eng. Me. Josemar dos Santos**

Faculdade de Tecnologia de São Bernardo do Campo

iara.sousa@fatec.sp.gov.br, matheus.costa67@fatec.sp.gov.br, rodrigo.silva481@fatec.sp.gov.br,
william.silva145@fatec.sp.gov.br, josemar.santos8@fatec.sp.gov.br

RESUMO: O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo de subestação elétrica com supervisão em tempo real, utilizando sistemas de automação para garantir maior eficiência, segurança e controle operacional. O estudo fundamenta-se na necessidade crescente de monitoramento remoto em subestações, permitindo a detecção de falhas e a otimização da manutenção preventiva. Para isso, será implementado um sistema *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), integrado a um Controlador Lógico Programável (CLP), Interface Homem-Máquina (IHM) e multimedidor de energia. A comunicação entre os dispositivos ocorrerá por meio do protocolo Ethernet/IP, utilizando cabo Ethernet como meio físico. A metodologia adotada inclui pesquisa teórica, levantamento de requisitos, montagem do modelo físico e testes de funcionamento. A expectativa é que o sistema desenvolvido permita o acompanhamento em tempo real das grandezas elétricas da subestação, garantindo respostas rápidas a eventos inesperados e proporcionando maior confiabilidade ao sistema elétrico. Os testes realizados comprovaram a eficácia da lógica de transferência automática, a precisão no monitoramento das variáveis elétricas e a confiabilidade da comunicação entre os dispositivos. Conclui-se que o modelo proposto é funcional, seguro e representa uma alternativa viável para aplicações didáticas e industriais.

Palavras-chave: Automação industrial. Subestação elétrica. Monitoramento em tempo real. SCADA. CLP.

ABSTRACT: This work proposes the development of a substation model with real-time supervision, using automation systems to ensure greater efficiency, safety, and operational control. The study is based on the growing need for remote monitoring in substations, enabling fault detection and optimization of preventive maintenance. For this purpose, a supervisory system based on ScadaBR software will be implemented, integrated with a Programmable Logic Controller (PLC), Human-Machine Interface (HMI), and energy multimeter. Communication between devices will occur via the Ethernet/IP protocol, using Ethernet cable as the physical medium. The adopted methodology includes theoretical research, requirement analysis, physical model assembly, and functionality testing. The expected outcome is that the developed system will allow real-time monitoring of the substation's electrical parameters, ensuring quick responses to unexpected events and providing greater reliability to the electrical system. The tests carried out confirmed the effectiveness of the automatic transfer logic, the accuracy of the electrical parameter monitoring, and the reliability of communication between devices. It is concluded that the proposed model is functional, safe, and represents a viable alternative for both educational and industrial applications.

Keywords: Industrial automation. Electrical substation. Real-time monitoring. SCADA. PLC.

1. Introdução

A automação industrial tem desempenhado um papel fundamental na modernização de processos produtivos, garantindo maior eficiência, segurança e redução de custos operacionais. No setor elétrico, essa evolução tecnológica possibilitou o desenvolvimento de subestações cada vez mais inteligentes, permitindo o monitoramento remoto e a otimização de operações. Subestações elétricas são responsáveis pela distribuição de energia, garantindo que a eletricidade chegue de forma segura e eficiente aos consumidores. Com o avanço das tecnologias de comunicação e controle, a automação dessas infraestruturas se tornou essencial para melhorar a confiabilidade do sistema elétrico, minimizar falhas e reduzir o tempo de resposta a eventos inesperados (Branquinho et al., 2014).

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo de subestação elétrica com supervisão em tempo real, utilizando um sistema SCADA integrado a dispositivos de controle, como um CLP, IHM e multimedidor de energia. A comunicação entre esses componentes será realizada via Ethernet/IP, possibilitando a obtenção e análise de dados em tempo real. O foco principal da pesquisa é a implementação de um sistema que permita monitorar variáveis

elétricas como tensão, corrente e potência, além de possibilitar o acionamento remoto de equipamentos, aumentando a segurança operacional e reduzindo a necessidade de intervenções presenciais.

A importância deste estudo se justifica pelo crescimento da demanda por automação em subestações elétricas, impulsionado pela necessidade de modernização das redes de distribuição e transmissão. A digitalização desses sistemas permite maior controle operacional, reduz custos de manutenção e aprimora a segurança dos trabalhadores ao minimizar a exposição a ambientes de risco (Silva, 2012). Além disso, a aplicação de sistemas SCADA em subestações facilita a identificação precoce de falhas e a implementação de ações corretivas de forma ágil e eficiente (Coelho, 2010). Dessa forma, o desenvolvimento deste modelo contribuirá para demonstrar a viabilidade e os benefícios da automação no setor elétrico, auxiliando na implementação de soluções mais inteligentes e eficazes para o monitoramento e controle de subestações.

2. Fundamentação teórica

2.1. Subestações elétricas

Uma subestação elétrica é um centro operativo que reúne equipamentos, condutores e acessórios com o objetivo de realizar proteção, supervisão, medição, manobra e transformação de grandezas elétricas. Nesse local, um conjunto de componentes elétricos é monitorado por meio de uma lógica operacional para controlar e transmitir o fluxo de energia até os centros consumidores de forma contínua e segura (Rossi, 2010).

Uma subestação é composta por equipamentos que permitem a manobra, transformação e compensação de energia, direcionando o fluxo em sistemas de potência e possibilitando rotas alternativas. Também conta com dispositivos de proteção que detectam e isolam falhas no sistema (Monteiro, 2023).

A NBR 14039, estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), trata das condições e padrões para instalações elétricas de média tensão, no intervalo de 1,0 kV a 36,2 kV. Sua história remonta à NB 79, uma norma elaborada na década de 60, que, embora tenha atendido às necessidades tecnológicas da época, acabou se tornando obsoleta, especialmente em termos de inclusão da atividade de projeto e das inovações tecnológicas. Após o cancelamento da NB 79 em 1996 e a criação de um vácuo legal, a ABNT, por meio da Comissão de Estudo de Obras Elétricas de Instalações de Média Tensão (COBEI), iniciou a elaboração de uma nova norma, que culminaria na publicação da NBR 14039 em 1998. Esta norma, inicialmente considerada uma solução temporária, passou por uma ampla revisão ao

longo dos anos, com uma emenda publicada em 2000, garantindo a padronização e a segurança das instalações elétricas de média tensão no Brasil. Assim, a NBR 14039 reflete um avanço significativo, adaptando-se às novas exigências tecnológicas e regulamentares, e preenchendo a lacuna deixada pela norma anterior (Zorzal, 2008).

De acordo com Dos Santos, *et al.* (2017), um projeto de instalações elétricas deve ser elaborado e executado por profissionais qualificados, seguindo os parâmetros definidos pela NBR 5410. Essa norma estabelece as condições necessárias para as instalações elétricas de baixa tensão, com o objetivo de assegurar a segurança das pessoas e animais, garantir o funcionamento adequado da instalação e preservar os bens envolvidos.

Segundo a Eletrobras Furnas (2024), quanto ao nível de tensão de operação, as subestações podem ser de:

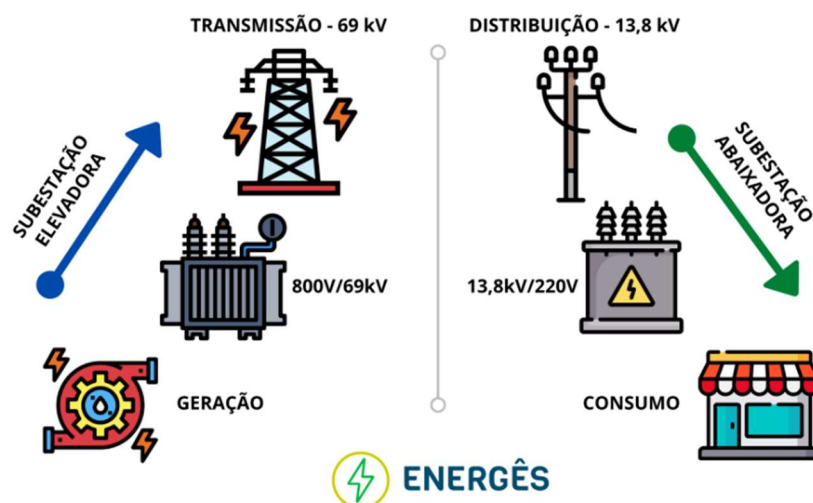
- **Baixa Tensão:** são subestações que possuem níveis de tensão inferiores a 1 KV;
- **Média Tensão:** são subestações que possuem níveis de tensão compreendidos entre 1KV e 34,5 KV;
- **Alta Tensão:** são subestações que possuem níveis de tensão compreendidos entre 34,5KV e 230 KV;
- **Extra Alta Tensão:** são subestações que possuem níveis de tensão superiores a 230 KV.

2.2. Classificação das subestações elétricas

Conforme Monteiro (2023), as subestações podem ser classificadas quanto à sua função e a sua instalação, sendo as seguintes categorizações:

- **Subestações transformadoras:** As subestações transformadoras podem ser classificadas como elevadoras ou abaixadoras, conforme a Figura 1, dependendo da necessidade de aumentar ou diminuir a tensão. As subestações elevadoras costumam estar próximas aos centros de geração, enquanto as abaixadoras são encontradas perto dos centros de carga ou nas proximidades de indústrias;

Figura 1 - Classificação da subestação elétrica



Fonte: (Energês, 2024).

- **Subestação seccionadora, de manobra ou de chaveamento:** Tem uma estrutura que conecta circuitos de suprimento com o mesmo nível de tensão e possibilita o seccionamento desses circuitos, representada na Figura 2.

Figura 2 - Subestação seccionadora



Fonte: (Grupojvm, 2024).

2.3. Principais equipamentos de uma subestação elétrica

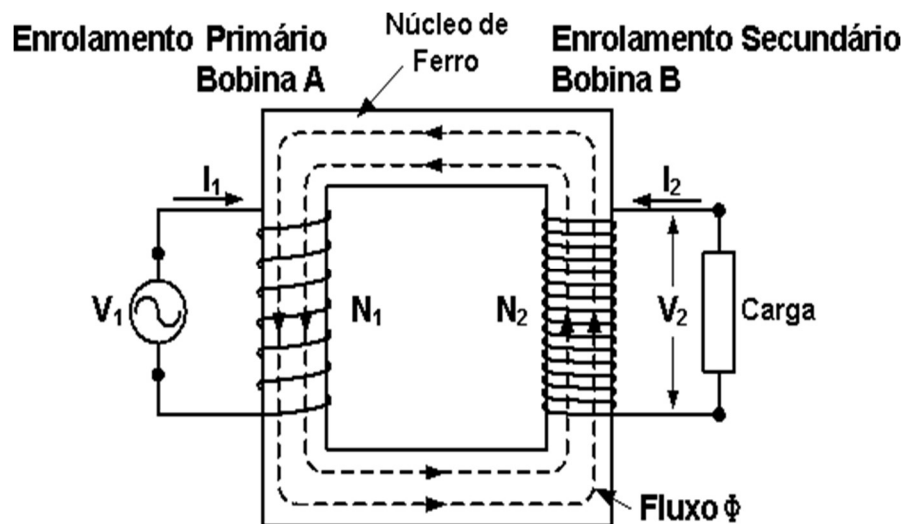
2.3.1. Equipamentos de transformação

Os equipamentos de transformação utilizados em subestações elétricas, são apresentados a seguir, expondo suas funcionalidades.

- **Transformadores de potência:** Os transformadores de potência são essenciais para a saída dos sistemas de geração (elevando ou abaixando a tensão) e para a interconexão de redes de transmissão. Esses dispositivos podem ser trifásicos ou monofásicos e vêm em diversas faixas de potência e tensão. Esses transformadores são classificados de acordo com o meio isolante que utilizam, que pode ser óleo mineral, líquidos isolantes sintéticos pouco inflamáveis como o silicone, ou secos. O óleo mineral e os líquidos sintéticos desempenham funções duplas de isolamento e resfriamento, prevenindo arcos elétricos e dissipando o calor gerado. Já os transformadores secos utilizam o ar como meio isolante e refrigerante, com diferentes classes de isolamento como B, F ou H.

Um transformador é composto basicamente por duas bobinas que pertencem a circuitos elétricos separados. O dispositivo funciona com base no princípio da indução mútua entre essas bobinas. Ao aplicar uma tensão alternada no enrolamento primário, um campo magnético é gerado no núcleo do transformador. Esse fluxo magnético, então, passa pelo enrolamento secundário, e a relação entre o número de espiras determina se a tensão do primário será reduzida ou aumentada. Evidenciada na Figura 3 (Monteiro, 2023);

Figura 3 - Esquema básico de um transformador monofásico

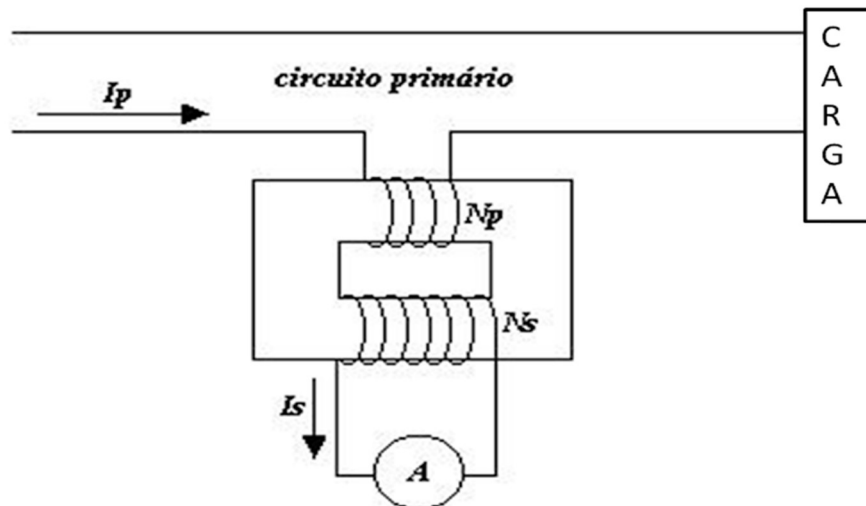


Fonte: (Monteiro, 2023).

- **Transformadores de corrente:** Como apresentado na Figura 4, o transformador de corrente (TC) é um dispositivo monofásico com dois enrolamentos, primário e secundário, que são eletricamente isolados, mas magneticamente acoplados. Sua principal função é reduzir a corrente a níveis baixos, para medições, onde os valores

de correntes são altos demais para uma medição direta, geralmente o TC reduz a corrente em 1A ou 5A, garantindo a segurança dos operadores, isola eletricamente o circuito de potência dos instrumentos e padronizar os valores de corrente para relés e medidores (Mardegan, 2010);

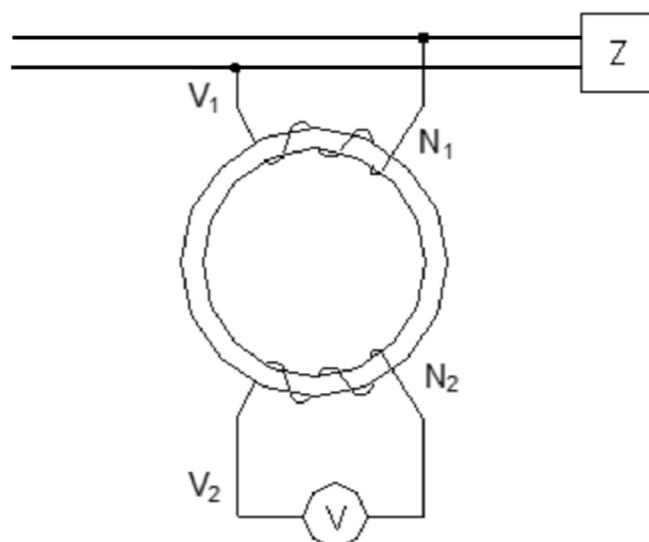
Figura 4 - Esquema básico de um transformador de corrente



Fonte: (Ensinandoeletrica, 2024).

- **Transformadores de potencial:** O transformador de potencial (TP) é um equipamento monofásico com dois circuitos, primário e secundário, que são eletricamente isolados, mas magneticamente acoplados, demonstrado na Figura 5. Sua função é reduzir a tensão para níveis mais baixos e seguros para medição e controle, facilitando a leitura e interpretação dos valores, garantindo a segurança do pessoal, isolando eletricamente o circuito de potência dos instrumentos e reproduzindo de forma precisa a tensão do circuito primário no lado secundário (Mardegan, 2010).

Figura 5 - Esquema básico de um transformador de potencial



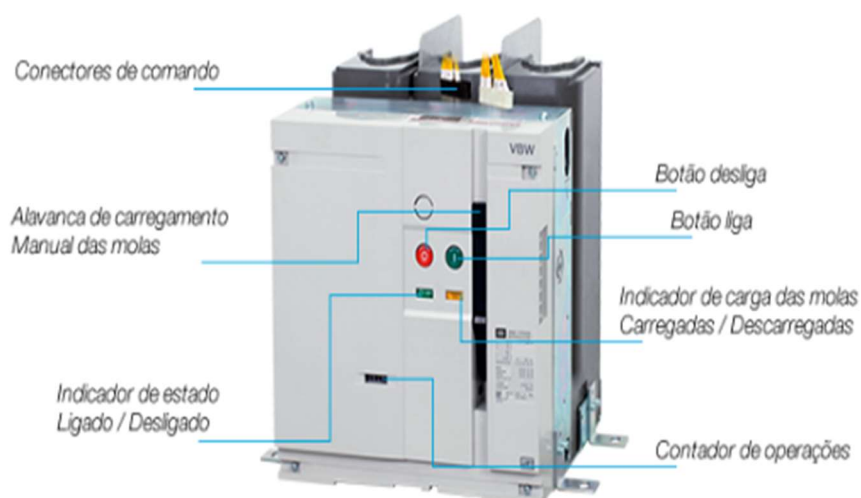
Fonte: (Monteiro, 2023).

2.3.2. Equipamentos de manobra

Conforme Monteiro (2023), os equipamentos de manobra integram os seguintes equipamentos:

- **Disjuntores:** São equipamentos considerados os dispositivos mais avançados e eficazes para manobra em redes elétricas, capazes de operar em carga e podendo funcionar tanto manual quanto automático remotamente. A Figura 6 apresenta alguns seguimentos do disjuntor de média tensão;

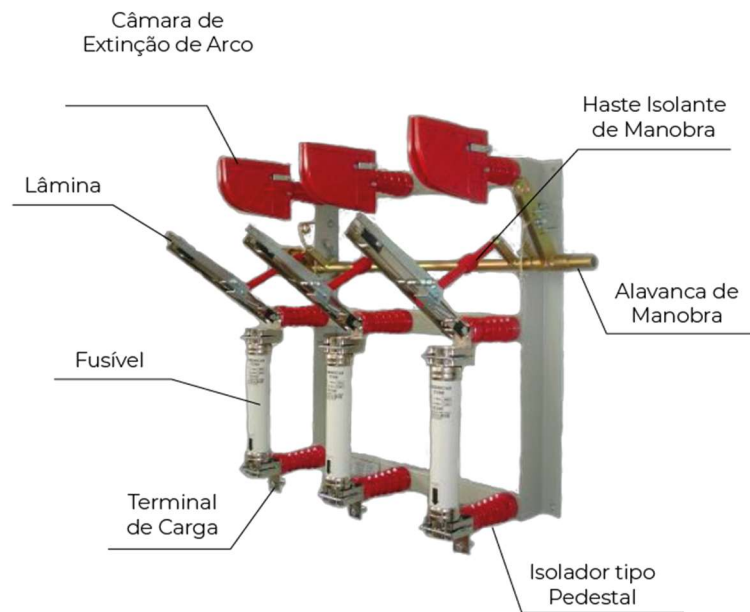
Figura 6 - Disjuntor a vácuo de média tensão



Fonte: (Weg, 2024).

- **Chaves seccionadoras:** Servem para isolar equipamentos, zonas de barramento ou trechos de linhas de transmissão. Apesar de poderem ser operadas sob tensão, essas chaves só devem ser operadas sem carga. Na Figura 7, são exibidas algumas partes que formam uma chave seccionadora;

Figura 7 - Componentes que fazem parte da chave seccionadora



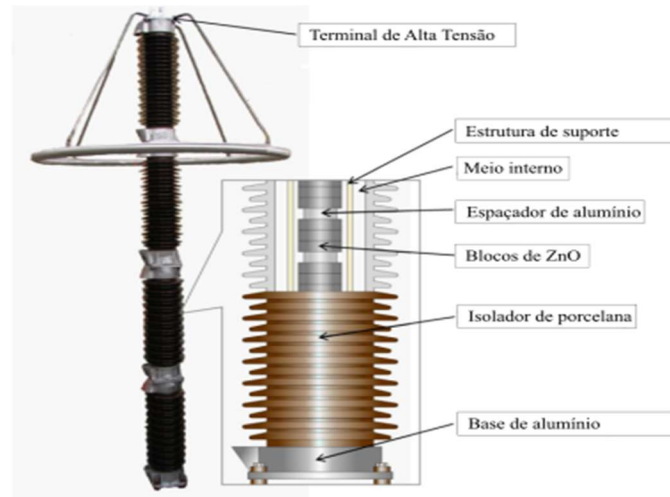
Fonte: (Meshengenharia, 2024).

2.3.3. Equipamentos de proteção

Alguns dos principais equipamentos de proteção utilizados em subestações elétricas são apresentados a seguir, destacando sua funcionalidade afim de prevenir acidentes.

- **Para-raios:** São dispositivos projetados para proteger os equipamentos elétricos de surtos de tensão transitantes, limitando os danos causados por descargas atmosféricas e surtos de manobra (Monteiro, 2023). Segundo a Figura 8, pode-se observar a composição de um para-raios utilizado em subestação elétrica;

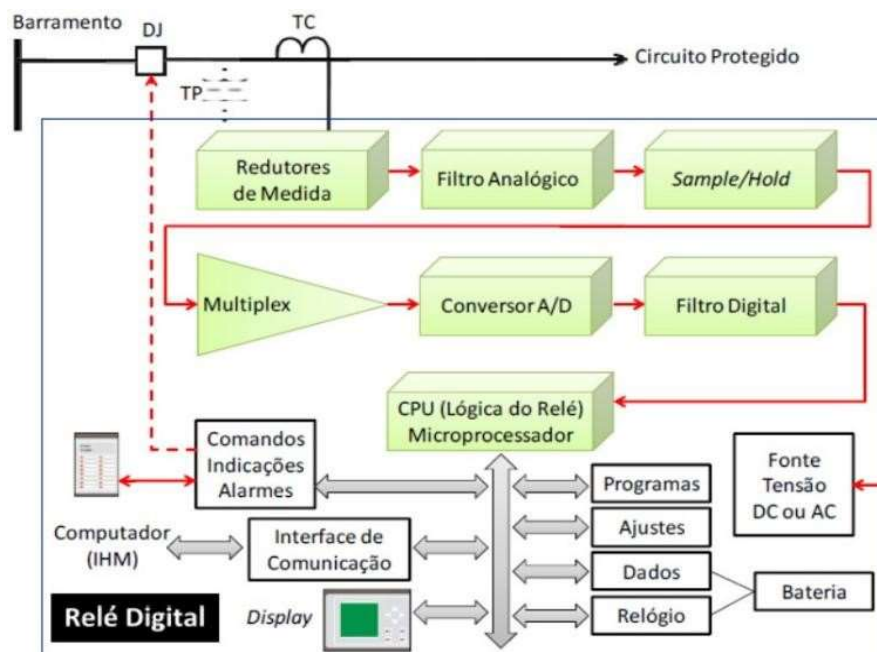
Figura 8 - Componentes que fazem parte da chave seccionadora



Fonte: (Pronextengenharia, 2024).

- **Relés:** Por sua vez, são utilizados para proteger o sistema contra falhas, permitindo o isolamento das áreas afetadas através da atuação sobre disjuntores (Monteiro, 2023). Um dos equipamentos pertencentes ao sistema de proteção do sistema é o relé. O relé digital é um dispositivo utilizado em diversas áreas de um sistema de potência e, juntamente com fusíveis e disjuntores, desempenha um papel fundamental na proteção de sistemas elétricos contra falhas e condições anormais (Silva, 2012). Na Figura 9, é possível visualizar os subsistemas que compõe um relé digital;

Figura 9 - Principais subsistemas de um relé digital



Fonte: (Esc, 2024).

- **Fusíveis:** São empregados para proteger circuitos contra curtos-circuitos e limitar a corrente de curto, sendo amplamente utilizados na indústria, especialmente para proteger motores (Monteiro, 2023). Na Figura 10, é apresentado um modelo de fusível utilizado em subestações elétricas.

Figura 10 - Características construtivas básicas de um fusível HH



Fonte: (Meshengenharia, 2024).

2.4. Sistemas supervisórios

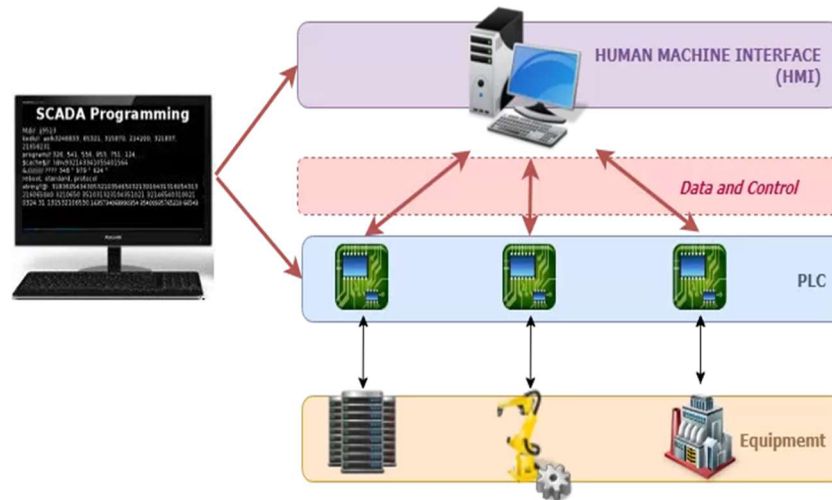
De maneira introdutória um sistema supervisório é retratado como SCADA, apresentado na Figura 11, um software que pode coletar, armazenar e monitorar informações sobre processos industriais. Utilizando sensores e dispositivos de medição, um sistema SCADA apresenta dados de forma visual em uma interface, permitindo aos operadores acompanharem e gerenciar múltiplas variáveis e equipamentos. Isso facilita a análise e a tomada de decisões precisas sobre os processos produtivos (Souza, 2005).

Os sistemas supervisórios, monitoram e rastreiam informações de processos produtivos e instalações físicas, coletando dados com equipamentos especializados e apresentando-os ao usuário, os SCADA modernos utilizam tecnologias avançadas para automatizar a monitoração e o controle, oferecendo interfaces gráficas e multimídia. Esses sistemas identificam variáveis do processo com rótulos, realizam funções computacionais e podem gerar alarmes para condições específicas. Isso permite um controle mais rápido e eficiente dos processos, com o operador intervindo minimamente, apenas para decisões específicas (Coelho, 2010).

Um sistema de automação busca melhorar o desempenho, a modularidade e a expansibilidade da planta industrial. Para atingir esses objetivos, é essencial estruturar e organizar os elementos da planta, como dispositivos de aquisição de dados, CLP são instrumentos de sistemas de supervisão. A arquitetura do sistema deve suportar duas hierarquias principais: a rede de informação, que é o nível mais alto, e a rede de controle, que conecta os sistemas industriais aos controladores e unidades de aquisição de dados. Sistemas supervisórios, ou SCADA, permitem monitorar e rastrear informações de processos produtivos, coletando

dados através de equipamentos, analisando-os e apresentando-os ao usuário (Pinheiro, 2006).

Figura 11 - Exemplo do sistema SCADA

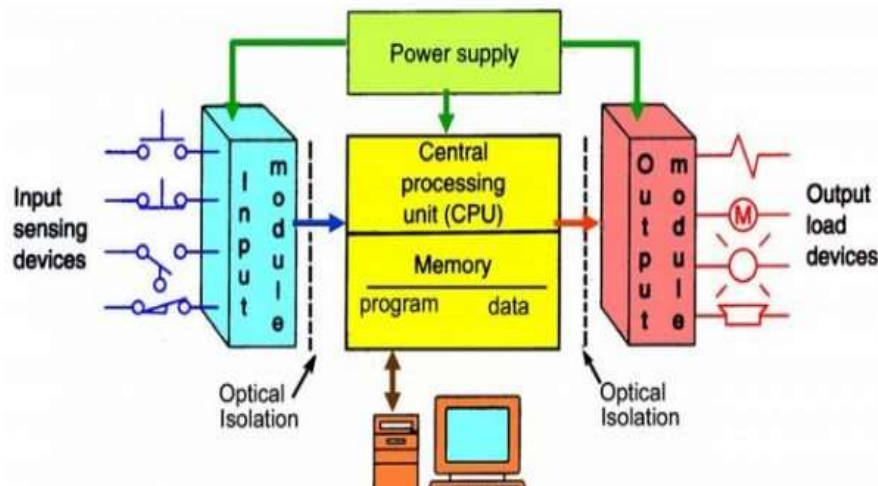


Fonte: (Dpstelecom, 2024).

2.4.1. Controlador lógico programável

Os CLPs são amplamente utilizados para controle de processos industriais, substituindo os sistemas tradicionais de relé. Projetados para operar em ambientes industriais, os CLPs são robustos, com múltiplas entradas e saídas, e suportam condições adversas como temperaturas extremas e ruído elétrico. Esses dispositivos oferecem vantagens significativas, incluindo facilidade de programação, redução de fiação e custos, e alta confiabilidade. Além de realizar tarefas básicas de controle, os CLPs podem executar funções avançadas como temporização, contagem e processamento de sinais analógicos. Embora ainda se utilizem relés em alguns casos, os CLPs proporcionam maior flexibilidade e eficiência (Petruszella, 2014). Pode-se observar na Figura 12 a arquitetura de um CLP.

Figura 12 - Arquitetura do CLP



Fonte: (Tecniar, 2024).

2.4.2. Interface homem-máquina

A Interface Homem Máquina é um recurso que facilita a interação entre operadores e sistemas de automação, sendo amplamente utilizado na indústria, especialmente em linhas de produção. Sua função principal é conectar-se a um CLP, que coleta dados de sensores e dispositivos, e exibir essas informações de forma visual para que o operador possa tomar decisões informadas. Além disso, a IHM permite que o operador envie comandos ao CLP para alterar aspectos do sistema. A utilização de IHMs oferece diversas vantagens, como monitoramento em tempo real dos processos de produção, visualização de dados e tendências, diagnósticos de problemas e alarmes, e armazenamento de dados históricos (Altus, 2024).

A interação entre os operadores e a estação central ocorre por meio de uma IHM, que combina software e hardware. Esta interface permite aos operadores acompanhar o status do processo e ajustar os valores de referência (setpoints). A IHM exibe informações do processo de forma gráfica, incluindo diagramas esquemáticos da planta controlada, representações visuais das estações remotas, valores atuais dos instrumentos e alertas em tempo real. Conectada ao banco de dados do sistema SCADA, a IHM facilita a manutenção de registros, o diagnóstico de dados e a gestão de informações, como procedimentos de manutenção e orientações para resolução de problemas (Constain, 2011).

2.4.3. Multimetro

O multimetro de energia é um equipamento eletrônico e microprocessado que mede várias grandezas elétricas em um circuito. Esse equipamento fornece acesso às informações de medição por meio de uma IHM, tanto locais quanto remotas. São dispositivos projetados para

monitorar, medir e analisar o consumo de energia elétrica em tempo real. Esses equipamentos capturam dados precisos sobre a energia consumida por diversos equipamentos, máquinas e sistemas em um ambiente. Essas informações são vitais para a tomada de decisões mais informadas, a implementação de estratégias eficazes de gestão de energia (Voltimum, 2024).

Os termos "multimedidor de energia," "multimedidor de grandezas elétricas," "multimedidor" ou simplesmente "medidor" são frequentemente usados para descrever o mesmo tipo de equipamento, que tem o objetivo de medir diferentes grandezas elétricas. O prefixo "MULTI" indica a capacidade do equipamento de medir múltiplas grandezas (Embrasul, 2024).

O monitoramento de energia elétrica é essencial em contextos onde há preocupação com a gestão de energia, como aumento de consumo, demanda, custo, ICMS, rateio, entre outros. Em algumas situações é comum utilizar mais de um medidor, formando um sistema integrado. Nesse sistema, um software de gerenciamento pode ser necessário para compilar e analisar todos os dados coletados, facilitando a gestão e análise do desempenho energético (Embrasul, 2024).

2.5. Rede de comunicação

A rede de comunicação é responsável por transferir informações para o controle central e pode ser implementada de várias maneiras. Cabos coaxiais e de par trançado são adequados para redes pequenas, seguindo normas comerciais. Cabos de fibra óptica são usados para cobrir grandes distâncias e em áreas sujeitas a interferência eletromagnética. Serviços discados permitem acesso remoto sem conexão permanente, enquanto serviços dedicados garantem uma conexão remota contínua. Dispositivos sem fio são utilizados em locais onde o cabeamento não é possível. Essas opções oferecem flexibilidade para diferentes necessidades de comunicação e ambientes (Pinheiro, 2006).

2.5.1. Protocolos de comunicação

Um protocolo de comunicação é um conjunto de regras e convenções que permite a troca de informações entre dispositivos em uma rede. Esses protocolos garantem que os dados sejam transmitidos de maneira compreensível e eficiente.

Quando a camada n de uma máquina se comunica com a camada n de outra máquina, coletivamente, as regras e convenções usadas nesse diálogo são conhecidas como o protocolo da camada n. Basicamente, um protocolo é um acordo entre as partes que se comunicam, estabelecendo como se dará a comunicação (Tanenbaum e Wetherall, 2011, p. 18).

2.5.2. Meios físicos

O objetivo da camada física é transmitir um fluxo de bits de uma máquina para outra, pode-se utilizar diferentes meios físicos para essa transmissão. Cada meio possui características específicas relacionadas à largura de banda, latência, custo e facilidade de instalação e manutenção. Os meios físicos são classificados em guiados, como cabos de cobre e fibras ópticas (Tanenbaum e Wetherall, 2011).

2.5.3. Switches Ethernet

Os switches são dispositivos utilizados para conectar diferentes computadores, possuindo várias portas que se conectam a cada máquina. Com uma placa integrada de alta velocidade, eles repassam pacotes entre os computadores, utilizando endereços para determinar o destino correto. Embora externamente se assemelhem a hubs, os switches operam de maneira diferente, enviando dados apenas para as portas correspondentes e permitindo que cada porta funcione em seu próprio domínio de colisão, o que elimina a necessidade do algoritmo CSMA/CD em conexões full-duplex. Essa capacidade de transmissão simultânea e a eficiência na utilização da largura de banda proporcionam um desempenho superior em comparação aos hubs (Tanenbaum e Wetherall, 2011).

3. Metodologia

O tipo de pesquisa desenvolvido é de natureza qualitativa, com foco em um estudo exploratório. O objetivo principal é compreender o cenário de um sistema supervisório SCADA, redes industriais e a utilização de dispositivos de manobra e comando de baixa tensão, sem a necessidade de comprovação de hipóteses e testes de teorias preexistentes.

Foram utilizadas a análise de documentos técnicos existentes, que forneceram informações relevantes sobre o cenário proposto, os equipamentos e as configurações dos sistemas supervisórios SCADA. A análise documental permitiu uma compreensão mais completa e detalhada do contexto estudado.

O projeto foi desenvolvido em etapas, começando com o estudo teórico sobre o cenário, equipamentos, dispositivos de manobra de baixa tensão, sistema supervisório SCADA e redes industriais. Em seguida, foi elaborada a documentação e desenvolvido o modelo físico, que

incluiu diagrama elétrico, montagem do painel, programação do CLP, tela IHM, supervisor e comunicação entre os sistemas. Após isso, foram realizadas simulações e testes, seguidos da revisão da documentação.

4. Desenvolvimento do projeto

O desenvolvimento deste trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicação real do projeto de um modelo de subestação elétrica com monitoramento em tempo real. Para isso, foram realizadas diversas etapas técnicas que integram eletrônica, automação e supervisão. O desenvolvimento foi dividido em quatro fases principais: elaboração e montagem do painel elétrico, programação do CLP, desenvolvimento da IHM e da interface supervisória. Cada uma dessas etapas foi fundamental para garantir o funcionamento do sistema de forma segura, eficiente e integrada. A seguir, são descritos os processos realizados em cada uma dessas fases.

4.1. Elaboração e montagem do painel elétrico

Para a concretização do modelo de subestação elétrica com supervisão em tempo real, foi necessário um planejamento meticuloso da lógica de funcionamento do sistema, desde a elaboração do diagrama elétrico até a montagem física do painel.

A elaboração do diagrama elétrico foi realizada por meio de um software de desenho técnico industrial, e contemplou todos os componentes essenciais de uma subestação de transferência, como transformadores de entrada e saída, disjuntores, contadores, fontes de alimentação, banco de baterias (para backup energético), dispositivos de proteção e transdutores de corrente e tensão, responsáveis pelo monitoramento do sistema. O diagrama completo do projeto, apresentado no Apêndice A, também incluiu a parte lógica de automação, com as ligações entre o CLP, entradas e saídas digitais e analógicas, além da comunicação com a IHM. Este diagrama serviu como referência fundamental para todas as etapas seguintes de montagem e programação, representando de forma precisa as conexões entre os dispositivos utilizados.

Com base no diagrama, deu-se início à montagem do painel elétrico. Essa etapa exigiu atenção aos detalhes e à segurança na disposição dos componentes e na organização da fiação. Antes de iniciar a montagem física, foi realizada a especificação de todos os componentes necessários e o planejamento da disposição dos mesmos dentro do painel. Após essa definição, iniciou-se a preparação da estrutura: instalação dos trilhos DIN e canaletas para acomodação dos cabos. Em seguida, como apresentado na Figura 13, todos os componentes foram devidamente fixados e identificados conforme o diagrama elétrico, o que facilitou tanto o processo de ligação quanto a manutenção futura. Na parte frontal do painel elétrico é possível

visualizar os elementos de sinalização que indicam qual linha de alimentação está ativa, o status das linhas (se estão operacionais), além da localização da IHM e dos multimedidores.

Figura 13 – Painel elétrico



Fonte: (Próprio autor, 2025).

Após a realização de todas as conexões elétricas conforme especificado no projeto, foram realizados testes de continuidade para verificar a correta interligação entre os pontos e garantir a segurança e a eficiência operacional do sistema.

4.2. Programação do CLP

A programação do CLP foi baseada na lógica de operação definida previamente no projeto elétrico. A linguagem utilizada foi Ladder (LD), amplamente empregada na automação industrial devido à sua clareza e semelhança com diagramas elétricos convencionais. O desenvolvimento foi realizado utilizando o software Logix Designer (RSLogix 5000), ferramenta oficial da Rockwell Automation.

A rotina de controle foi estruturada em 34 linhas de código, organizadas de forma lógica e segura, cujo detalhamento pode ser consultado no Apêndice B. A lógica implementada segue critérios de prioridade e segurança, contemplando o monitoramento da tensão das linhas e a realização de transferência automática em caso de falha. Quando é detectada uma falha na alimentação 1 seja por queda de tensão ou desligamento manual o sistema realiza automaticamente a transferência para a alimentação 2, desde que esta esteja em condições normais de operação. Após a normalização da alimentação 1, o sistema retorna automaticamente para a linha prioritária, restabelecendo o fornecimento original.

Essa comutação é realizada por meio de contatores associados a cada linha, garantindo

que apenas uma delas esteja conectada à carga por vez, evitando o paralelismo e possíveis riscos ao sistema elétrico.

Além da lógica principal, foram utilizados blocos de função do tipo *Function Block Diagram* (FBD) para realizar a conversão de sinais analógicos em valores numéricos, possibilitando o controle preciso de grandezas como tensão e corrente, que podem ser utilizadas em lógicas específicas ou em rotinas de alarme. Os diagramas desses blocos podem ser consultados no Apêndice C. As tags utilizadas na programação do CLP foram organizadas de forma padronizada e descritiva, facilitando a identificação dos sinais e a manutenção do sistema. Essas tags estão listadas no Apêndice D, juntamente com suas respectivas funções na descrição e tipos de dados.

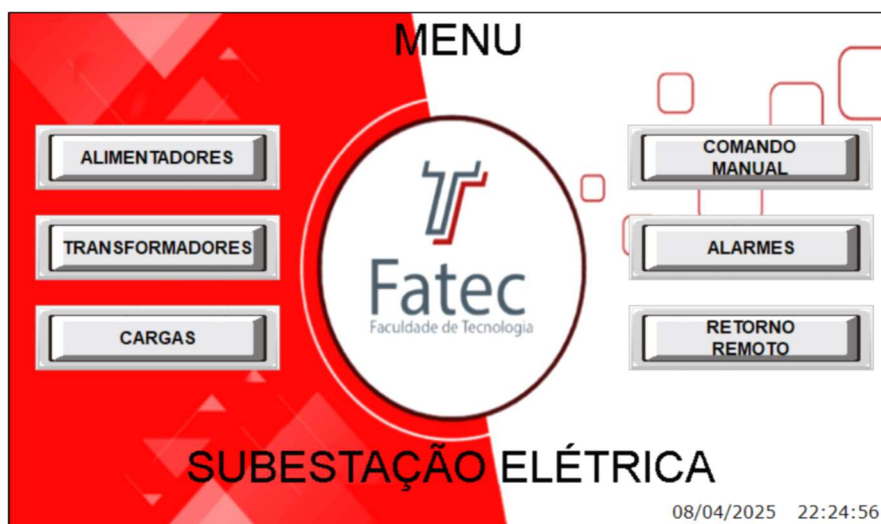
O sistema também permite o controle manual, tanto por meio da IHM quanto do sistema supervisor, possibilitando comandos remotos e locais para ligar ou desligar transformadores e cargas. Foram implementadas hierarquias de permissões para diferentes níveis de operação, bem como alarmes visuais e sonoros em caso de falhas no sistema, com possibilidade de reset pelo operador. Esses recursos garantem robustez, segurança operacional e confiabilidade ao funcionamento da subestação. Toda a lógica de funcionamento descrita está representada no fluxograma disponível no Apêndice E, que apresenta de forma esquemática a sequência operacional do sistema desenvolvido.

4.3. Desenvolvimento da IHM

A Interface Homem-Máquina foi desenvolvida utilizando o software DOPSoft 4.00.08, da Delta Electronics, ferramenta dedicada à criação de interfaces gráficas para painéis da série DOP. A IHM tem como função principal permitir o monitoramento e o controle manual do modelo de subestação elétrica, proporcionando ao operador uma interação clara, eficiente e segura com o sistema.

A estrutura da IHM foi organizada a partir de uma tela inicial, na qual há o botão de ativação do comando manual. Ao clicar nesse botão, o sistema solicita uma senha ao operador, garantindo que apenas usuários autorizados tenham acesso aos comandos locais. Uma vez liberado o comando manual, um aviso visual é exibido em todas as telas informando que os comandos manuais estão ativados. Nesse modo, o menu principal libera a opção de retorno remoto, permitindo ao operador restaurar a condição normal de monitoramento automático a qualquer momento. A Figura 14 apresenta essa tela inicial da IHM, destacando os elementos de controle de modo manual.

Figura 14 - Tela principal da IHM

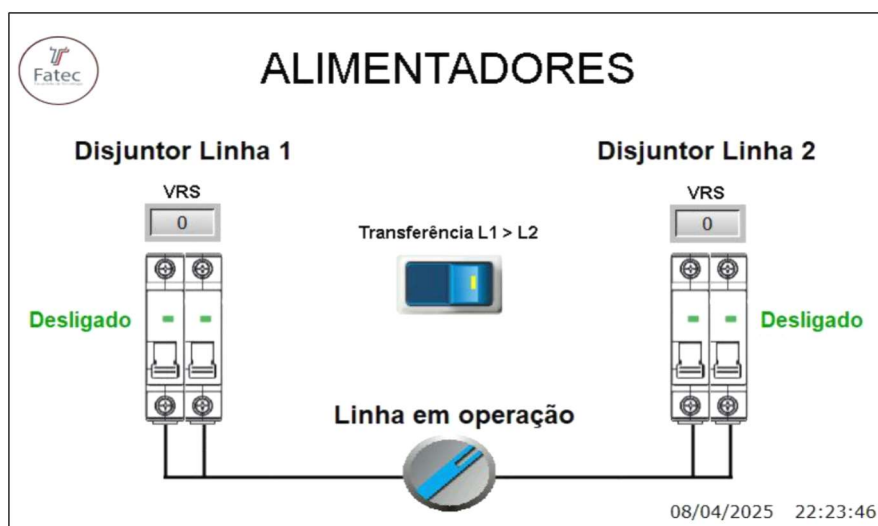


Fonte: (Próprio autor, 2025).

A partir do menu principal, é possível acessar quatro telas principais:

- **Tela dos alimentadores:** conforme a Figura 15, são exibidos os dois disjuntores principais referentes à alimentação 1 e alimentação 2, com indicação de seus estados (ligado ou desligado) e os valores de tensão recebidos por cada linha de alimentação;

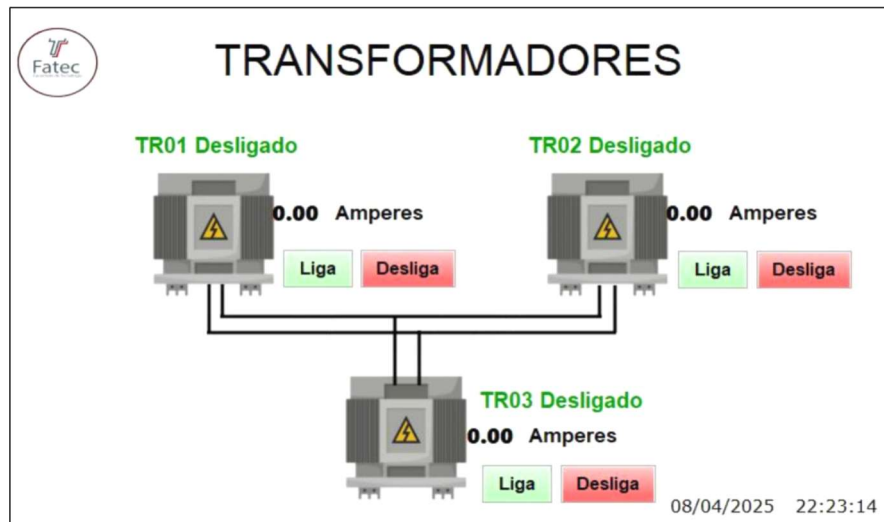
Figura 15 - Tela dos alimentadores na IHM



Fonte: (Próprio autor, 2025).

- **Tela dos transformadores:** a Figura 16 apresenta os três transformadores do modelo, indicando se estão ligados ou desligados, além da corrente elétrica que está sendo conduzida por cada um deles, com atualização em tempo real;

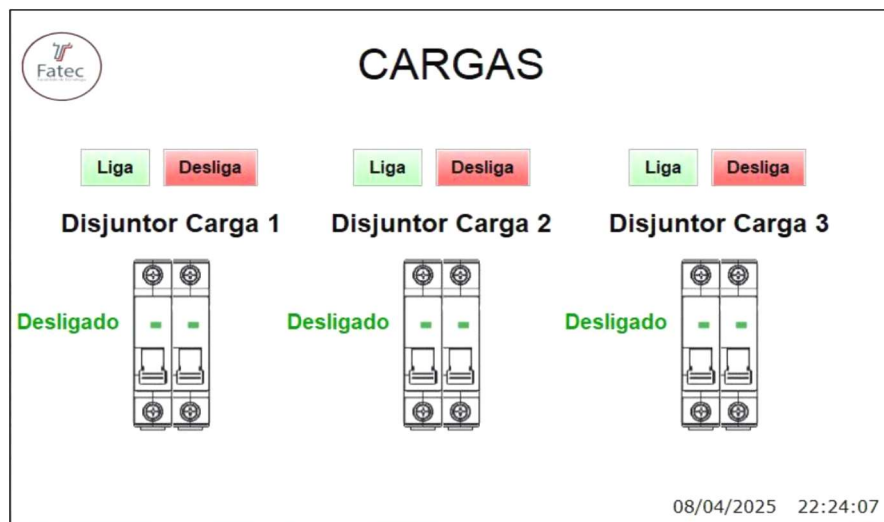
Figura 16 - Tela dos transformadores na IHM



Fonte: (Próprio autor, 2025).

- **Tela das cargas:** na Figura 17 exibe os três disjuntores que alimentam os circuitos de carga, com seus respectivos estados de operação. Em todas essas telas, quando o modo manual está ativado, os botões de comando ficam disponíveis para acionamento direto pelo operador, obedecendo à lógica de segurança programada no CLP;

Figura 17 - Tela das cargas na IHM

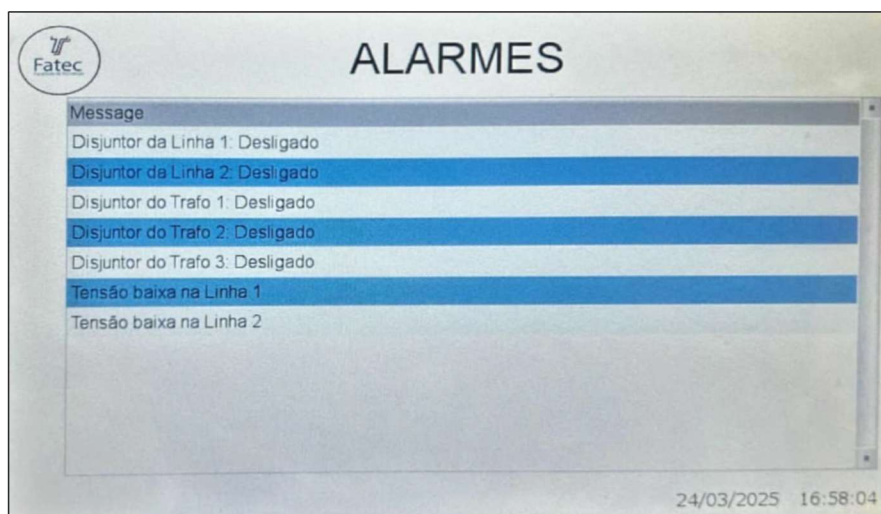


Fonte: (Próprio autor, 2025).

- **Tela dos alarmes:** é responsável por informar qualquer falha ou condição anormal no sistema. Quando um alarme é detectado, ele é imediatamente exibido nessa tela com a descrição do evento, conforme representa a Figura 18, permitindo uma

resposta rápida por parte da equipe de operação. Diferente das demais telas, a tela de alarmes não possui botões de comando, pois tem função apenas informativa.

Figura 18 - Tela dos alarmes na IHM



Fonte: (Próprio autor, 2025).

As variáveis utilizadas nas telas foram todas vinculadas ao programa do CLP, com mapeamento de endereços digitais e analógicos, permitindo a comunicação eficaz entre o CLP e a IHM. A troca de dados é realizada por meio do protocolo Modbus TCP/IP, com comunicação estabelecida através de cabo Ethernet, garantindo velocidade e estabilidade na transmissão das informações.

Após a implementação completa da interface, foram realizados testes com o CLP para validar a funcionalidade de cada elemento gráfico, a confiabilidade dos comandos manuais, a exatidão dos dados apresentados e a detecção de alarmes. O resultado foi uma interface intuitiva, segura e funcional, cumprindo seu papel como ponto central de interação entre o operador e o sistema automatizado da subestação.

4.4. Desenvolvimento do sistema supervisório.

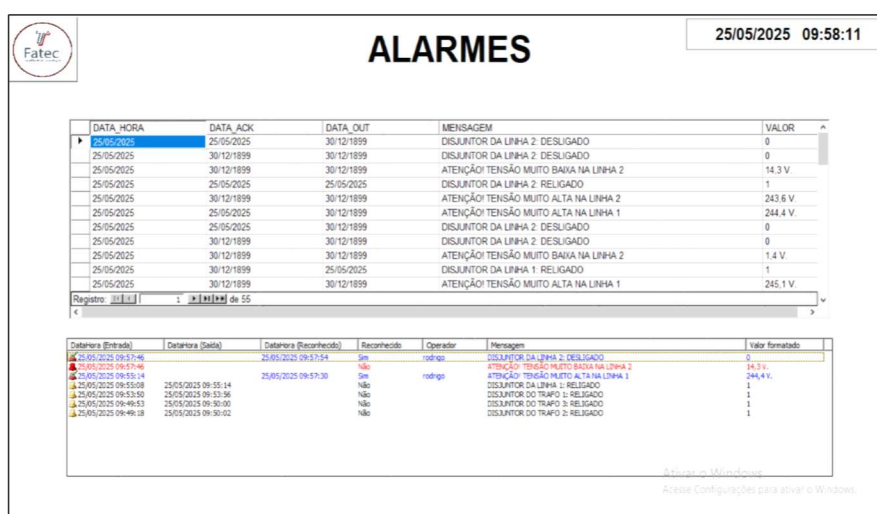
A última etapa do projeto consistiu no desenvolvimento do sistema supervisório utilizando o software Elipse E3, uma ferramenta robusta para supervisão e controle de processos industriais em tempo real. O objetivo principal desta etapa foi proporcionar uma interface gráfica completa e centralizada, que permitisse o monitoramento contínuo e a operação remota da subestação, integrando os dados adquiridos pelo CLP e os comandos do operador em um ambiente virtual de fácil compreensão.

A estrutura do sistema supervisório foi dividida em diversas telas funcionais, espelhando a lógica operacional já implementada na IHM. As telas de alimentadores, transformadores, cargas e alarmes foram reproduzidas com a mesma organização visual e funcionalidade da interface criada no DOPSoft, garantindo familiaridade e padronização para o operador. O desenvolvimento iniciou-se pela criação da base de dados (tags), vinculando cada variável do CLP, tanto digitais quanto analógicas, as variáveis internas do Elipse E3 utilizando o driver de comunicação Modbus TCP/IP, foram configuradas as conexões com o CLP através de um canal de comunicação via Ethernet, assegurando o envio e recebimento de dados em tempo real com baixa latência.

A interface gráfica do supervisório foi elaborada a partir da criação de objetos visuais como botões, lâmpadas indicadoras, medidores digitais e gráficos, todos organizados de forma intuitiva e com padronização de cores para facilitar a interpretação pelo operador. No entanto o sistema supervisório incluiu telas adicionais com recursos mais avançados que não estavam disponíveis na IHM, como:

- **Tela de alarmes:** exibe eventos de falha, como nível baixo ou elevado de tensão, e também quando o disjuntor desarma. Cada alarme é registrado com data, hora e descrição, permitindo rastreabilidade e análise posterior. Embora essa tela de alarmes também esteja disponível na IHM, a rastreabilidade completa é um diferencial do supervisório, que além de armazenar os eventos por mais tempo, também pode registrar o login do operador que reconheceu o alarme, agregando maior controle e segurança operacional, conforme representação na Figura 19;

Figura 19 - Tela de alarmes no supervisório



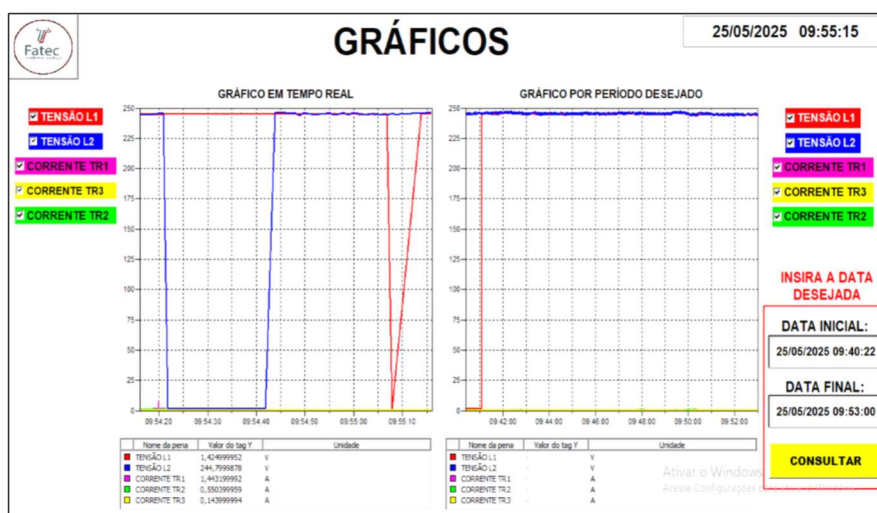
DATA_HORA	DATA_ACK	DATA_OUT	MENSAGEM	VALOR
25/05/2025	25/05/2025	30/12/1899	DISJUNTOR DA LINHA 2 DESLIGADO	0
25/05/2025	30/12/1899	30/12/1899	DISJUNTOR DA LINHA 2 DESLIGADO	0
25/05/2025	30/12/1899	30/12/1899	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 2	14,3 V
25/05/2025	25/05/2025	25/05/2025	DISJUNTOR DA LINHA 2 RELIGADO	1
25/05/2025	30/12/1899	30/12/1899	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 2	243,6 V
25/05/2025	25/05/2025	30/12/1899	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 1	244,4 V
25/05/2025	25/05/2025	30/12/1899	DISJUNTOR DA LINHA 2 DESLIGADO	0
25/05/2025	30/12/1899	30/12/1899	DISJUNTOR DA LINHA 2 DESLIGADO	0
25/05/2025	30/12/1899	30/12/1899	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 2	1,4 V
25/05/2025	30/12/1899	25/05/2025	DISJUNTOR DA LINHA 1 RELIGADO	1
25/05/2025	30/12/1899	30/12/1899	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 1	245,1 V

Datahora (Entrada)	Datahora (Saída)	Datahora (Reconhecido)	Reconhecido	Operador	Mensagem	Valor formatado
25/05/2025 09:57:46		25/05/2025 09:57:54	Sim	rodrigo	DISJUNTOR DA LINHA 2 DESLIGADO	0
25/05/2025 09:57:46			Não		ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 2	14,3 V
25/05/2025 09:55:14		25/05/2025 09:57:30	Sim	rodrigo	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 1	244,4 V
25/05/2025 09:55:08		25/05/2025 09:55:14	Não		DISJUNTOR DA LINHA 1 RELIGADO	1
25/05/2025 09:53:50		25/05/2025 09:53:56	Não		DISJUNTOR DO TRAFEGO 1 RELIGADO	1
25/05/2025 09:49:53		25/05/2025 09:50:00	Não		DISJUNTOR DO TRAFEGO 2 RELIGADO	1
25/05/2025 09:49:18		25/05/2025 09:50:02	Não		DISJUNTOR DO TRAFEGO 3 RELIGADO	1

Fonte: (Próprio autor, 2025).

- **Tela de gráficos:** Disponibiliza gráfico em tempo real para as principais grandezas elétricas, como as tensões das linhas de alimentação e as correntes dos transformadores da subestação. Isso permite ao operador observar variações ao longo do tempo e tomar decisões mais assertivas. Além do gráfico em tempo real, também é possível visualizar gráfico de histórico com base em um período selecionado pelo operador, facilitando análises mais detalhadas e comparativas, conforme Figura 20;

Figura 20 - Tela dos gráficos no supervisório



Fonte: (Próprio autor, 2025).

- **Tela de relatórios:** A tela de relatórios desenvolvida no supervisório permite a geração de dois tipos principais de relatórios: relatórios de grandezas elétricas e relatórios de alarmes. Nos relatórios de grandezas, são registrados dados como as tensões das linhas de alimentação e as correntes dos transformadores da subestação, possibilitando o acompanhamento detalhado dos parâmetros elétricos do sistema. Já nos relatórios de alarmes, são apresentados registros com a data e hora da ocorrência, a mensagem do alarme e o valor da variável (tag) no momento do evento, por exemplo, o valor da tensão no instante da falha.

Esses relatórios podem ser gerados de forma geral (com todos os dados disponíveis) ou filtrados por um período específico, conforme a necessidade do operador ou da equipe técnica. Além disso, os relatórios podem ser exportados em diferentes formatos, como PDF, Excel (.xlsx) e TXT, oferecendo flexibilidade na análise e no arquivamento das informações. A interface dessa funcionalidade pode ser observada na Figura 21. Como exemplo, um modelo de relatório gerado pelo supervisório está apresentado no Apêndice F, demonstrando na prática a estrutura e os dados

disponíveis para consulta e registro.

Figura 21 - Tela de relatórios no supervisório

The screenshot displays the 'RELATÓRIOS' (Reports) interface. It features two side-by-side panels. The left panel is titled 'RELATÓRIO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS' and the right panel is titled 'RELATÓRIO DOS ALARMES'. Both panels have identical controls: 'DATA INICIAL:' and 'DATA FINAL:' text boxes, a 'NOME DO ARQUIVO:' text box, and four yellow buttons: 'VISUALIZAR RELATÓRIO GERAL', 'IMPRIMIR RELATÓRIO GERAL', 'VISUALIZAR RELATÓRIO PARCIAL', and 'IMPRIMIR RELATÓRIO PARCIAL'. Below the buttons are icons for 'EXCEL' (green 'X' in a grid) and 'TEXTO' (black 'T' in a document). The top right corner shows the date '25/05/2025' and time '10:07:55'. The top left corner has a 'Fatec' logo.

Fonte: (Próprio autor, 2025).

Durante o desenvolvimento, foram utilizados scripts em VBScript para automação de tarefas, como reset automático de alarmes após resolução da falha, e ativação de mensagens de alerta em determinadas condições. Além disso, foram criadas expressões lógicas para habilitação ou bloqueio de comandos, conforme o estado atual do sistema e o modo de operação (manual ou automático).

5. Testes e resultados

Após a finalização de todas as etapas de montagem e programação, foram realizados testes funcionais com o objetivo de validar o correto funcionamento do sistema. Os testes incluíram tanto simulações de falhas quanto acionamentos manuais e automáticos, além da verificação da comunicação entre os dispositivos (CLP, IHM e supervisório).

Durante os testes, foi possível observar o funcionamento adequado da lógica de comutação automática entre as alimentações 1 e 2, conforme programado no CLP. Em simulações de falha de alimentação na Linha 1, o sistema executou a transferência para a Linha de alimentação 2 de forma imediata e segura. Da mesma forma, o retorno à linha prioritária ocorreu normalmente após a normalização da tensão.

A comunicação entre o CLP e os demais dispositivos mostrou-se estável e eficiente, com a IHM e o sistema supervisório exibindo em tempo real os valores de corrente e tensão, bem como os estados dos disjuntores e transformadores. Os alarmes programados foram

corretamente disparados em situações simuladas de sobrecorrente e falha de comunicação.

No sistema supervisório desenvolvido no Elipse E3, os gráficos de tendência apresentaram variações das grandezas elétricas ao longo do tempo, confirmando a precisão na coleta dos dados. Além disso, os scripts implementados para controle de permissões e reset automático de alarmes funcionaram conforme o esperado.

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica do modelo proposto, evidenciando sua capacidade de operar de forma segura, confiável e com respostas rápidas a eventos anormais. A integração entre os sistemas e a qualidade das interfaces gráficas contribuíram significativamente para a usabilidade do projeto, tornando a operação da subestação clara e intuitiva.

6. Considerações finais

O desenvolvimento deste modelo de subestação elétrica com supervisão em tempo real permitiu demonstrar, na prática, a aplicação de tecnologias de automação industrial voltadas à segurança, controle e eficiência operacional de sistemas elétricos. Ao longo do projeto, foram implementadas soluções integradas que envolveram CLP, IHM, sistema supervisório SCADA e multimedidor de energia, todos conectados por meio de rede Ethernet utilizando o protocolo Modbus TCP/IP.

Os objetivos propostos foram plenamente alcançados, com destaque para a funcionalidade da lógica de transferência automática entre alimentadores, a interface intuitiva da IHM e do supervisório, e a estabilidade na comunicação entre os dispositivos. A possibilidade de operação remota e local, aliada à visualização em tempo real das grandezas elétricas, representa um avanço significativo em termos de monitoramento e tomada de decisão rápida.

Entre os pontos fortes do projeto, destaca-se a integração eficiente entre os sistemas, a organização do painel elétrico e a aplicação de práticas modernas de supervisão. Como principal limitação, destaca-se a ausência de testes práticos em condições reais de carga e demanda energética, uma vez que o modelo foi desenvolvido exclusivamente em um ambiente controlado de laboratório, sem aplicação em cenários de operação real.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação do modelo com a inserção de funcionalidades como controle de demanda, análise de fator de potência e integração com banco de capacitores. Este trabalho contribui para a formação técnica dos alunos envolvidos e serve como referência para aplicações futuras em ambientes industriais e educacionais.

REFERÊNCIAS

Altus. **O que é e porque você deve utilizar uma IHM na sua aplicação.** Disponível em:<<https://www.altus.com.br/post/360/o-que-e-e-porque-voce-deve-utilizar-uma-ihm-na-sua-aplicacao>>. Acesso em 21 set. 2024.

Branquinho, Marcelo Ayres et al. **Segurança de Automação Industrial e SCADA.** Elsevier Brasil, 2014.

Coelho, Marcelo S. **Apostila de Sistemas Supervisórios.** 2010. Notas de Aula. Instituto Federal de São Paulo, Campus Cubatão. Disponível em:
<https://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_%20Sistema%20Supervis%C3%B3rio.pdf>. Acesso em: 6 set. 2024.

Constain, Nicole Beatriz Portilla et al. **Integração de sistemas SCADA com a implementação de controle supervisorio em CLP para sistemas de manufatura.** 2011.

Dos Santos Ribeiro, et al. Montagem de painel educacional inovador para práticas de instalações elétricas. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 1, p. 60-70, 2017.

Dpstelecom. **How do SCADA systems work?** Disponível em:
<<https://www.dpstele.com/scada/how-systems-work.php>>. Acesso em 20 set. 2024.

Eletrobras Furnas. **O que é uma subestação?** Disponível em:
<<https://www.furnas.com.br/subestacoes/?culture=pt>>. Acesso em 15 set. 2024.

Embrasul. **Multimedidor de energia: o que é?** Disponível em:
<<https://embrasul.com.br/multimedidor-de-energia-o-que-e/>>. Acesso em 7 set. 2024.

Energes. **O que é uma subestação.** Disponível em:<<https://energes.com.br/o-que-voce-precisa-saber-sobre-subestacoes-em-media-tensao/>>. Acesso em 14 set. 2024.

Ensinandoeletrica. **Transformador de corrente – TC.** Disponível em:
<<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2016/03/transformador-de-corrente-tc.html>>. Acesso em 20 set 2024.

Esc. **Ensaio de Relés Digitais de Proteção Utilizando o Protocolo IEC 61850**. Disponível em: <<http://esc.com.br/artigos/ensaio-de-reles-digitais-de-protecao-utilizando-o-protocolo-iec-61850>>. Acesso em 20 set. 2024.

Grupojvm. **O que é uma subestação de energia?** Disponível em: <<https://grupojvm.com.br/blog/o-que-e-uma-subestacao-de-energia/>>. Acesso em 21 set. 2024.

Mardegan, Cláudio. Capítulo I Transformadores de corrente, potencial e bobinas de Rogowski para fins de proteção—Parte. **Revista O Setor Elétrico, São Paulo**, p. 22-31, 2010.

Mardegan, Cláudio. Capítulo II Transformadores de corrente, potencial e bobinas de Rogowski para fins de proteção—Parte. **Revista O Setor Elétrico, São Paulo**, p. 24-33, 2010.

Meshengenharia. **Fusível HH**. Disponível em: <<https://meshengenharia.com/2023/04/20/fusivel-hh/>>. Acesso em 20 set. 2024.

Meshengenharia. **Tipos de chave seccionadora de média tensão**. Disponível em: <<https://meshengenharia.com/2023/02/25/tipos-de-chave-seccionadora-de-media-tensao/>>. Acesso em 20 set. 2024.

Monteiro, Paulo Roberto Duailibe. **Introdução à subestação e seus principais equipamentos**. Seven Editora, 2023.

Petruszella, Frank D. **Controladores lógicos programáveis**. AMGH Editora, 2014.

Pinheiro, José Mauricio Santos. **Introdução às Redes de Supervisão e Controle**. 2006. Disponível em: https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_de_supervisao_e_controle.php>. Acesso em 6 set. 2024.

Pronextengenharia. **Aspectos construtivos dos Para-Raios**. Disponível em: <<https://pronextengenharia.com.br/aspectos-construtivos-dos-para-raios/>>. Acesso 20 set. 2024.

Rossi, R. **Subestações Elétricas de AT/MT – Manutenção Elétrica**. Curitiba: CAMSE, 2010.

Silva, Márcio Gabriel Melo. **Avaliação de desempenho de relés de proteção digitais**. 2012.

Souza, Rodrigo Barbosa de. **Uma arquitetura para sistemas supervisórios industriais e sua aplicação em processos de elevação artificial de petróleo**. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Tanenbaum, Andrew S.; Wetherall, David. **Redes de computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

Tecniar. **O que é um clp ou plc?** Disponível em: <<https://www.tecniar.com.br/noticias/o-que-e-o-clp/>>. Acesso em 20 set. 2024.

Voltimum. **Multimedidor de energia**. Disponível em: <<https://www.voltimum.com.br/artigos/noticias-do-setor/multimedidor-de-energia#comments>>. Acesso em 7 set. 2024.

Weg. **Disjuntor a vácuo de média tensão VBW**. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controls/Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Circuitos-El%C3%A9tricos/Disjuntores-a-V%C3%A1cuo/Disjuntor-a-V%C3%A1cuo-de-M%C3%A9dia-Tens%C3%A3o-VBW/Disjuntor-a-V%C3%A1cuo-de-M%C3%A9dia-Tens%C3%A3o-VBW/p/MKT_WDC_BRAZIL_MEDIUM_VOLTAGE_VACUUM_CIRCUIT_BREAKER_VBW>. Acesso em 20 set. 2024.

Zorzal, Loercyo Guisso. Aplicação da NR 10 a subestações prediais e estudo de caso. **Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, Brasil**, 2008.

APÊNDICE A

FATEC SBC

ENDEREÇO: AV. PEREIRA BARRETO 400
CIDADE: SÃO BERNARDO DO CAMPO
CEP: 09751-000

Empresa / Cliente

Descrição do projeto

Número de desenho

Departamento

MODELO DE TRANSFERENCIA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA

MOD_SE_01

IARA MOREIRA DE SOUSA

Fabricante (Empresa)

Nome do projeto

Alimentação de entrada

Tensão de Comando

Painel de Montagem

Local de instalação

Autor

FATEC SBC

SUBESTAÇÃO ELÉTRICA

220 VAC 2~+PE

24 V

FATEC SBC

IARA MOREIRA DE SOUSA

Criado em

05/10/2024

Editado em

14/10/2024

Quantidade de páginas

25

Data

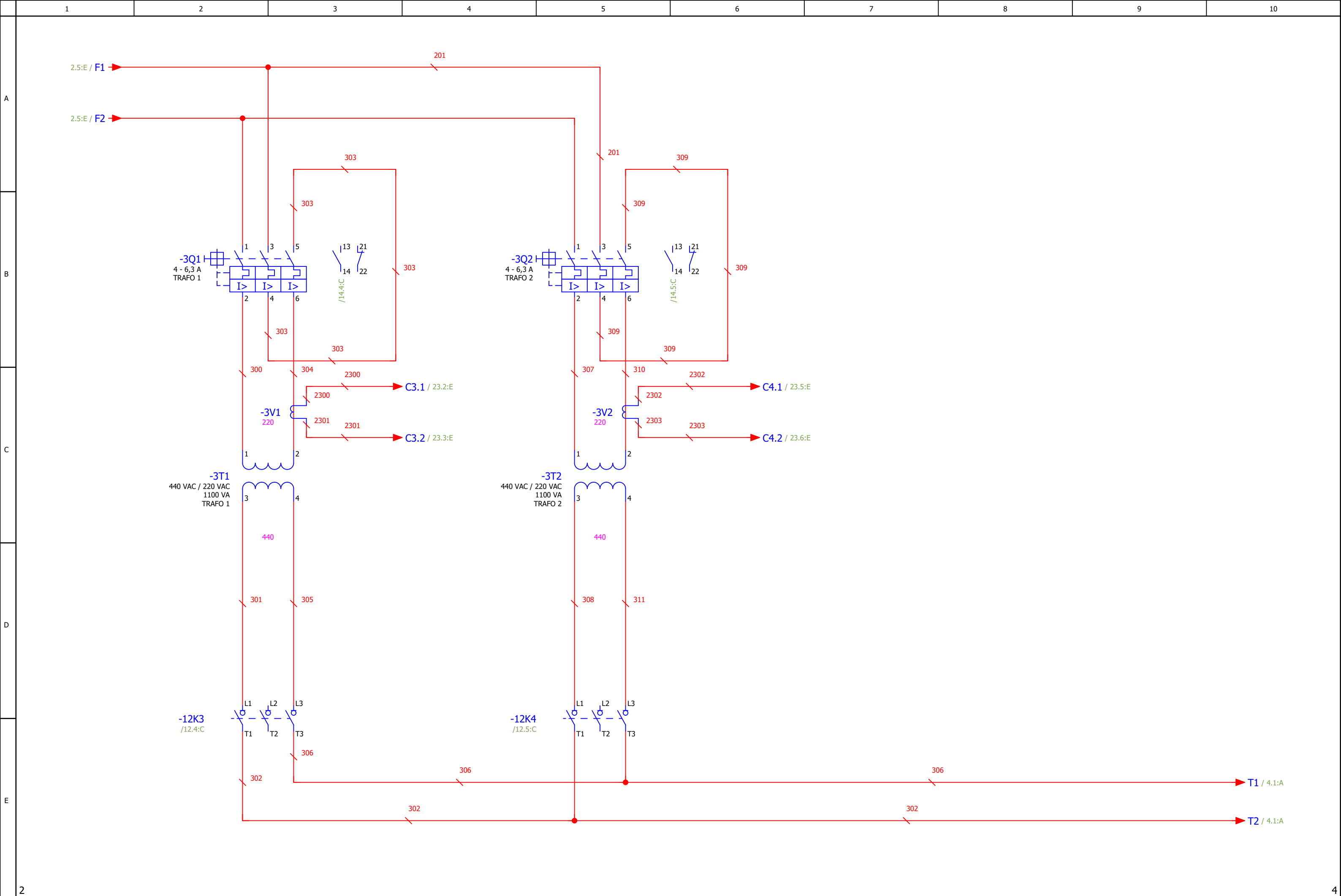
11/10/2024

IARA MOREIRA DE SOUSA

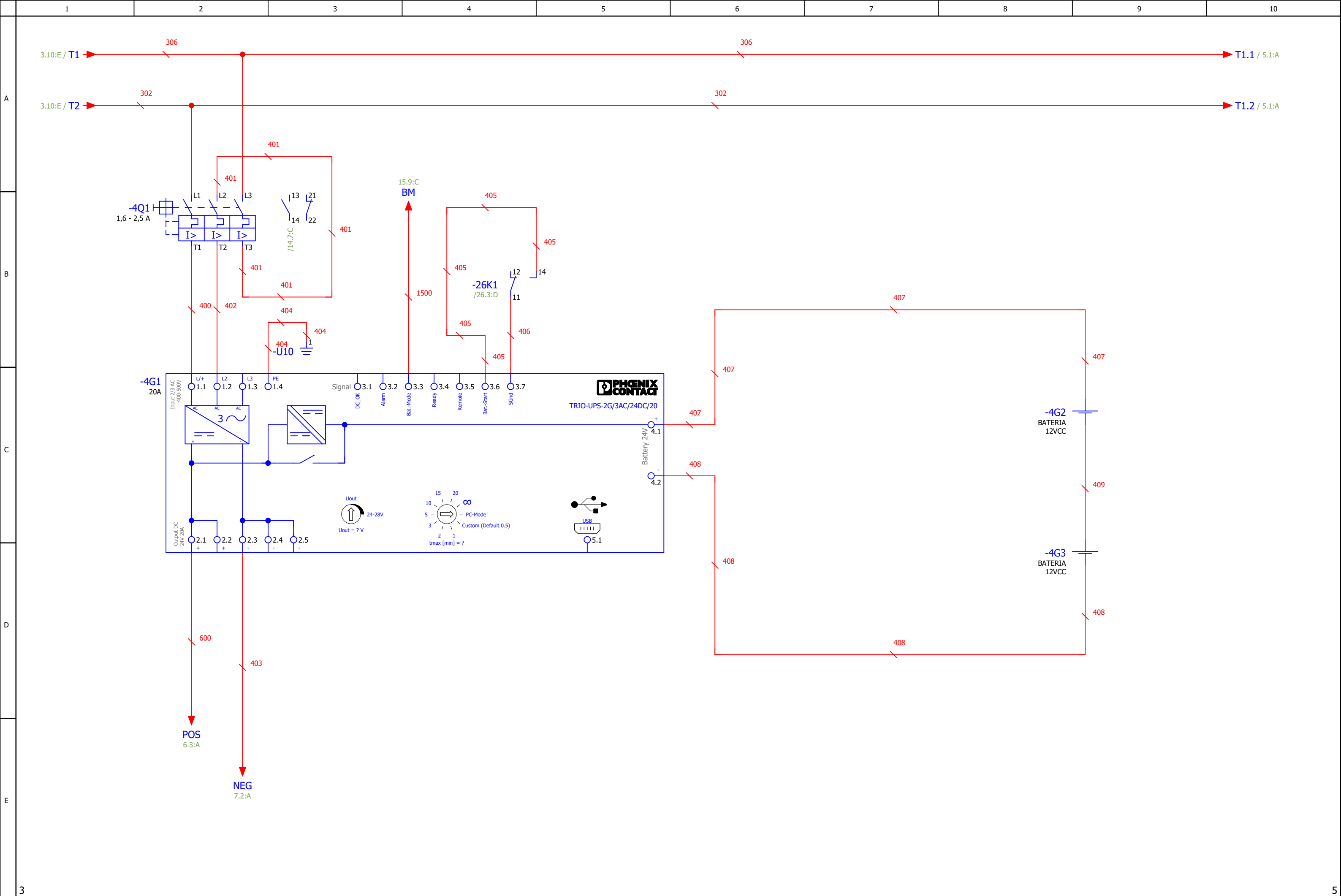
FATEC SBC

CAPA





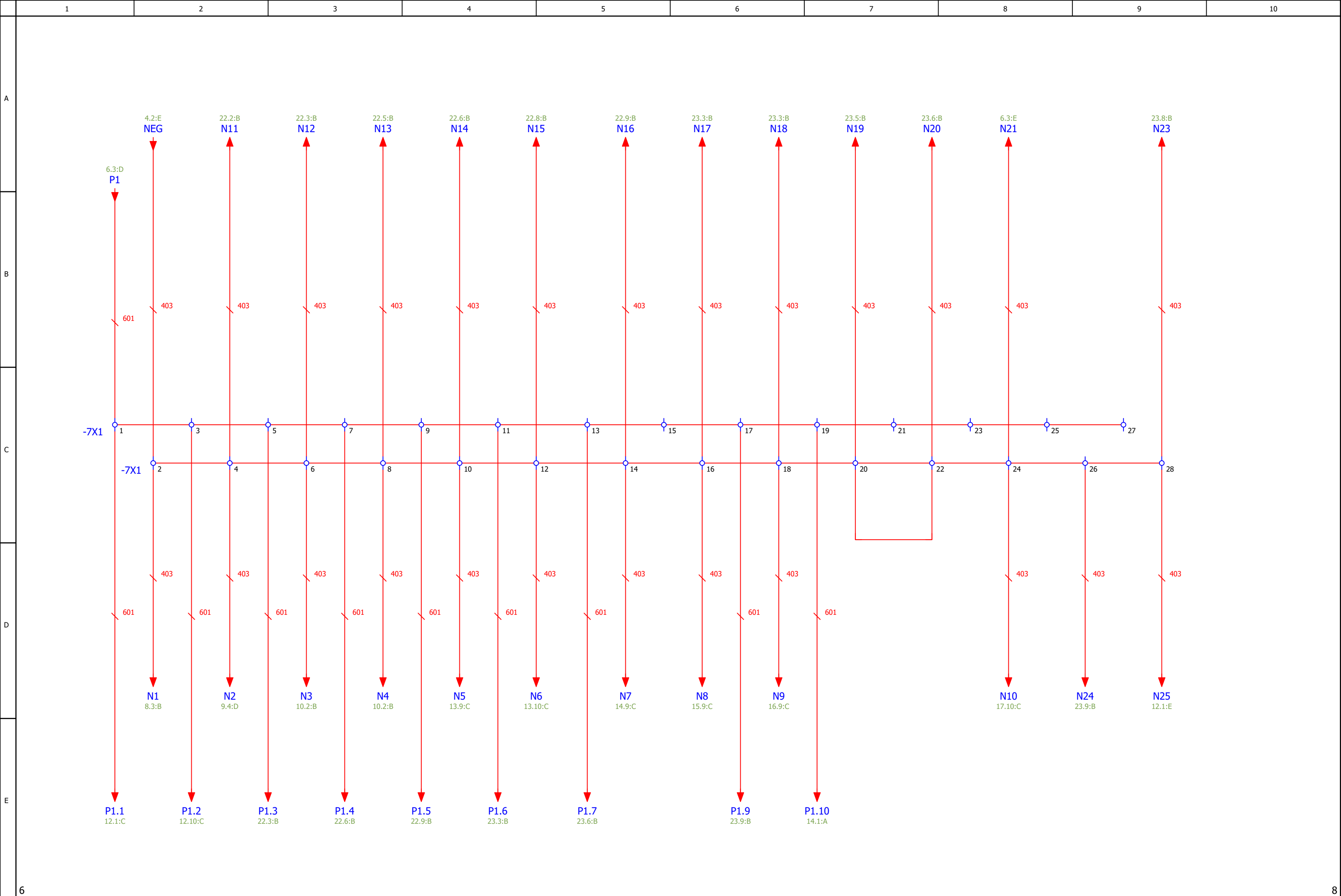
			Data	11/10/2024	IARA MOREIRA DE SOUSA		FATEC SBC	TRANSFORMADORES PRIMARIOS			= SUB		
			Editor								+ PN_CENTR		
			Verif						MODELO DE TRANSFERENCIA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA			MOD_SE_01	Folha
Alteração	Data	Nome	Orig		Em substituição de	Substituído por					Página	3 / 25	

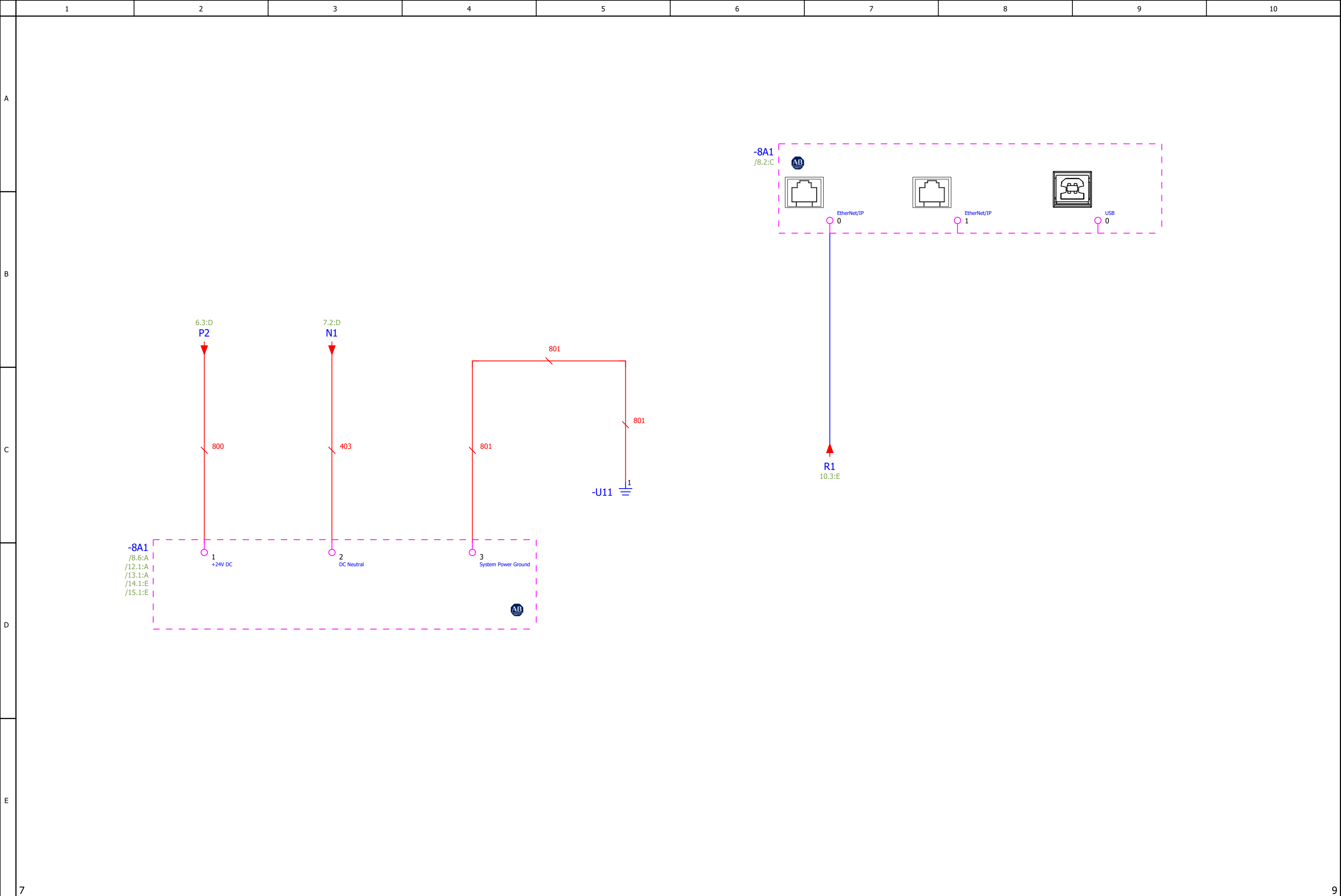


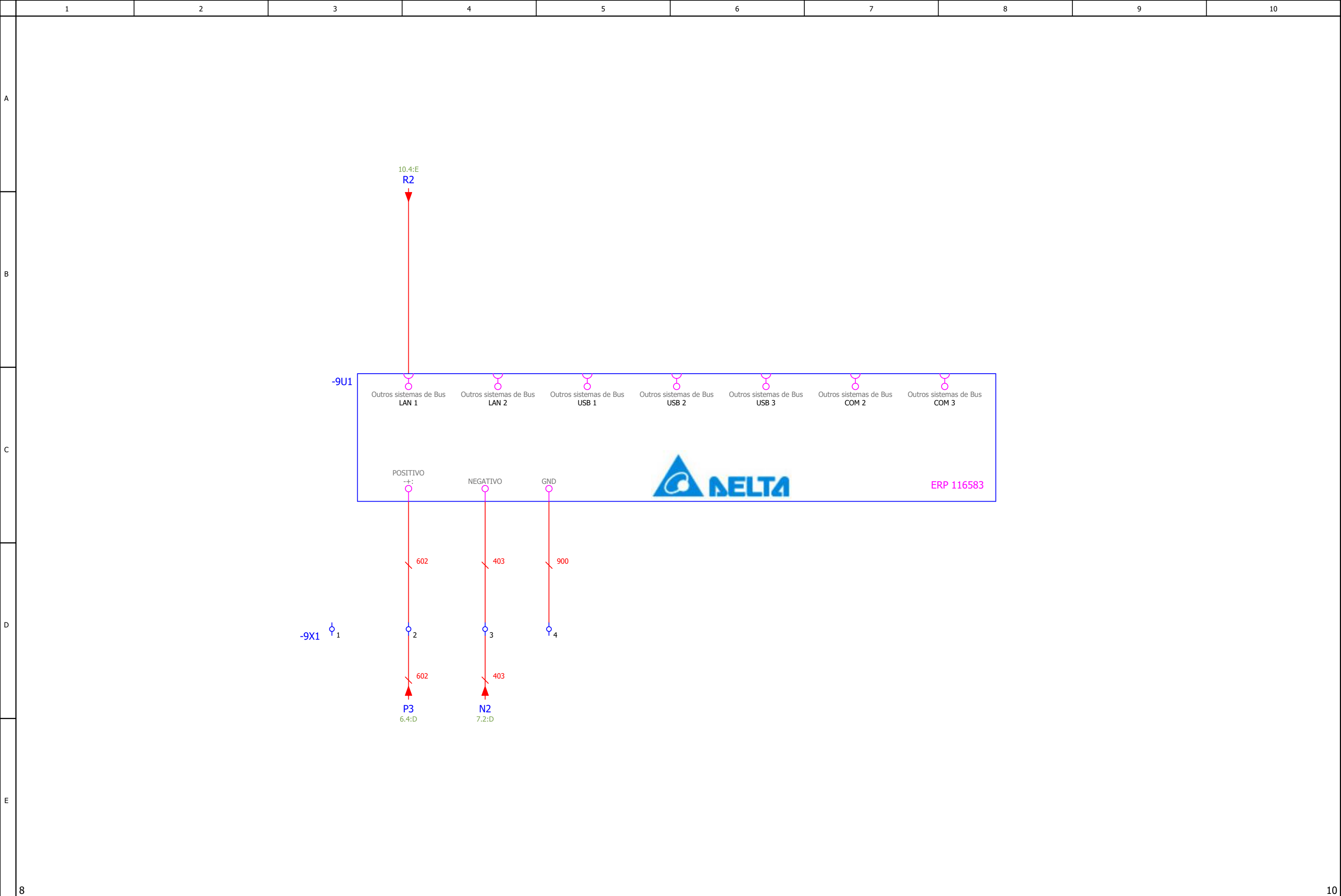


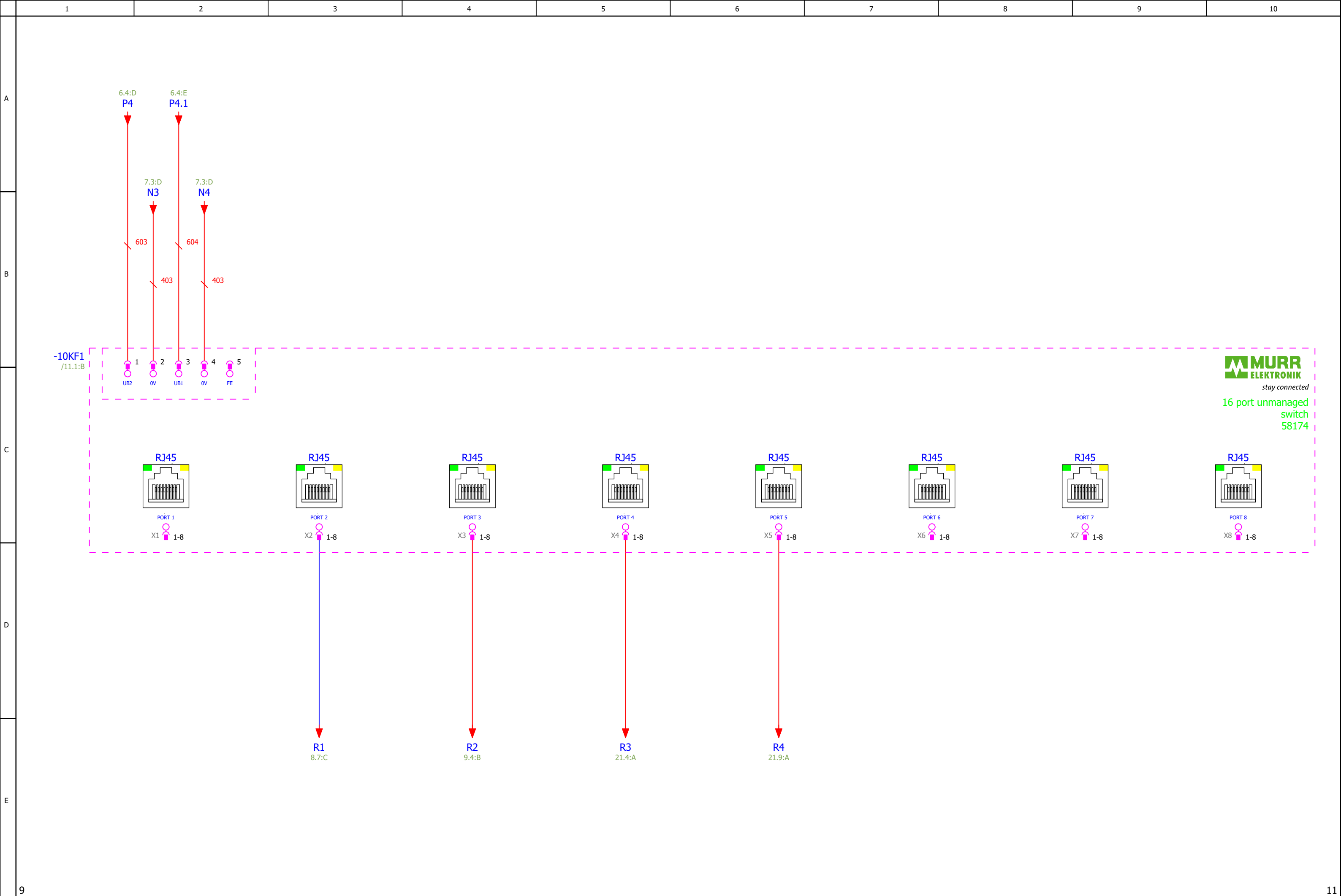
5
5

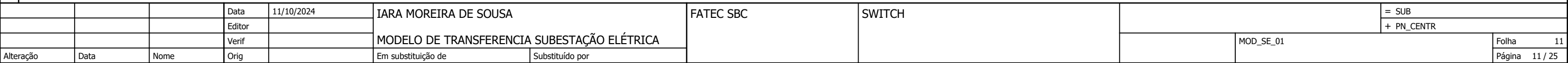
7







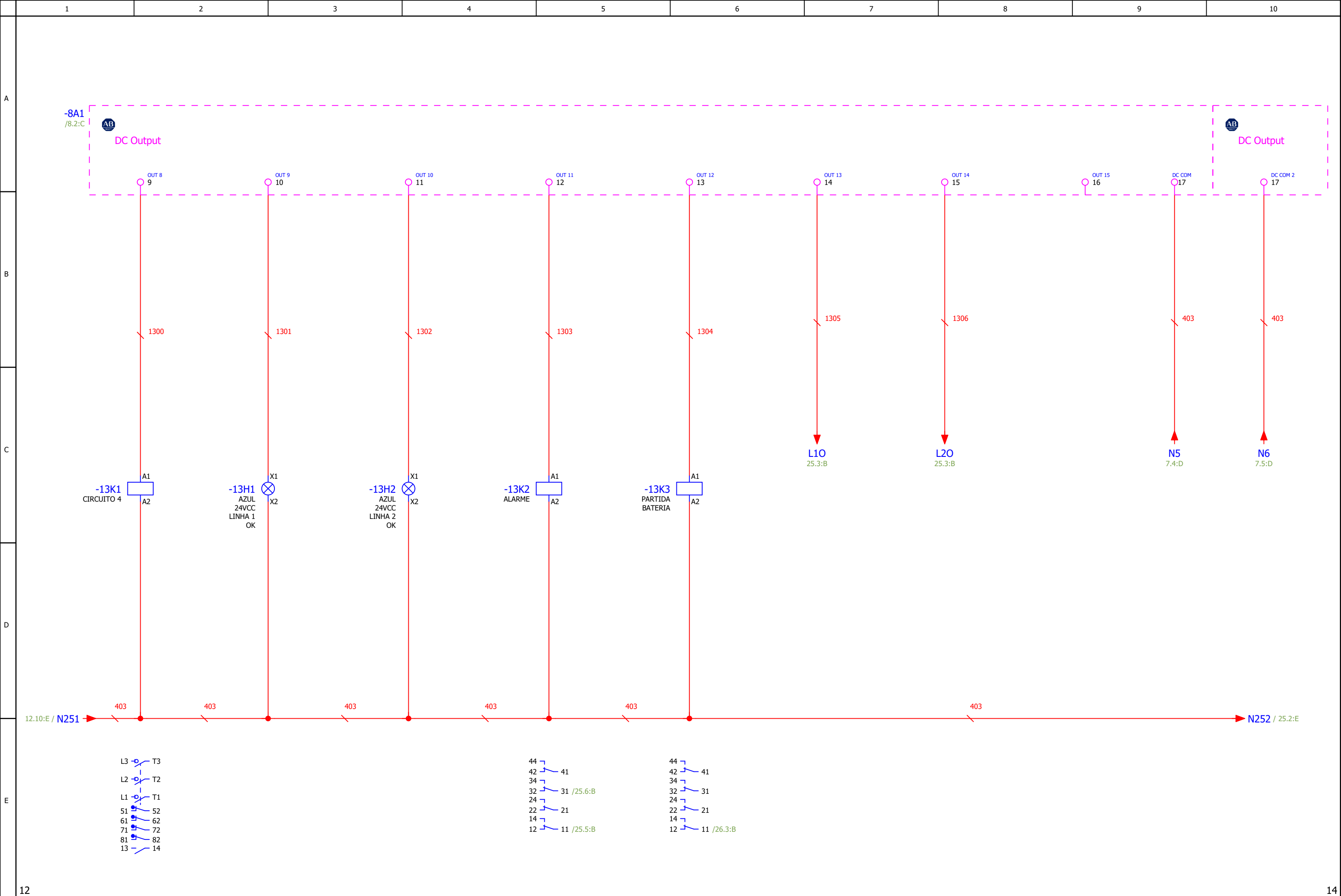


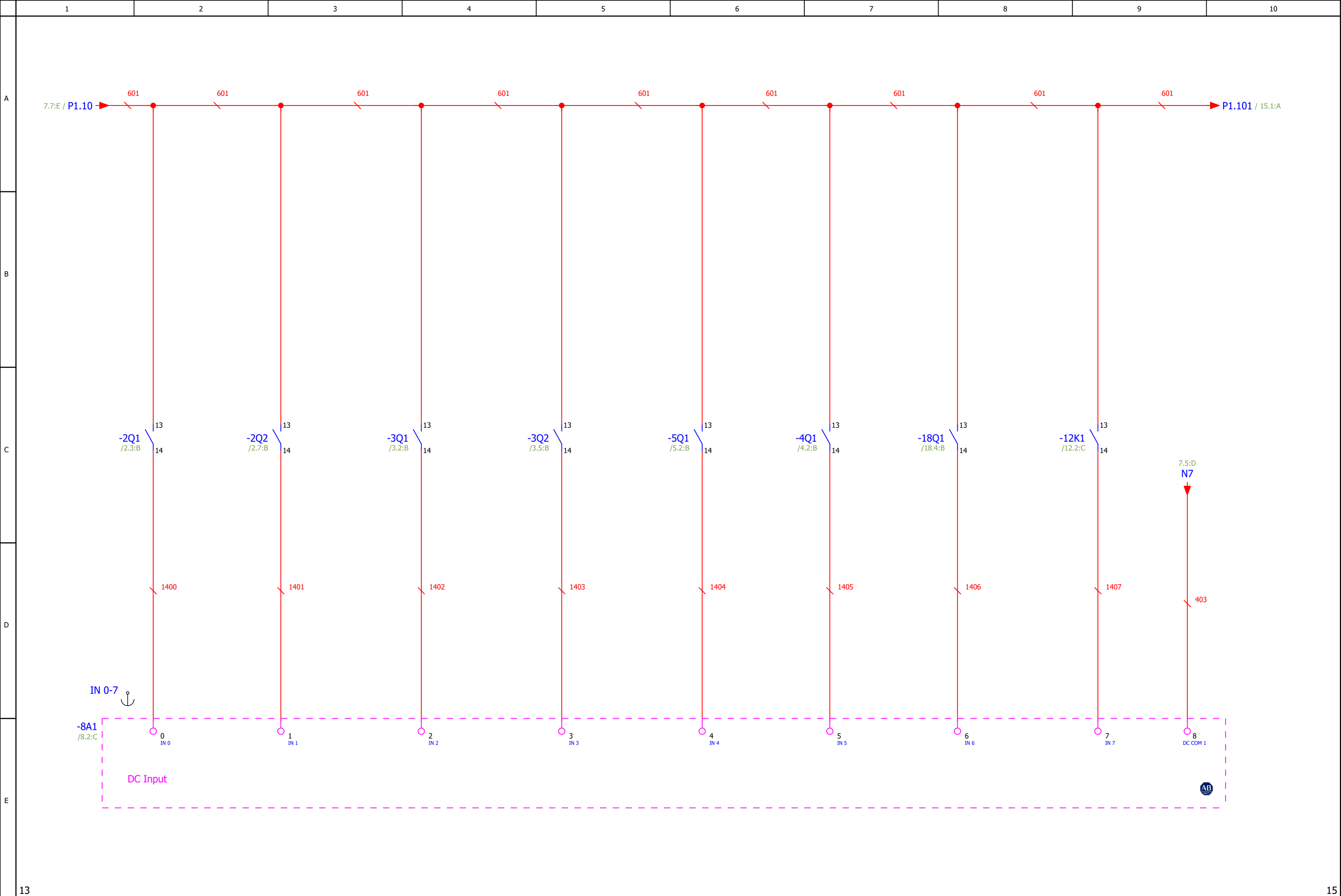


11

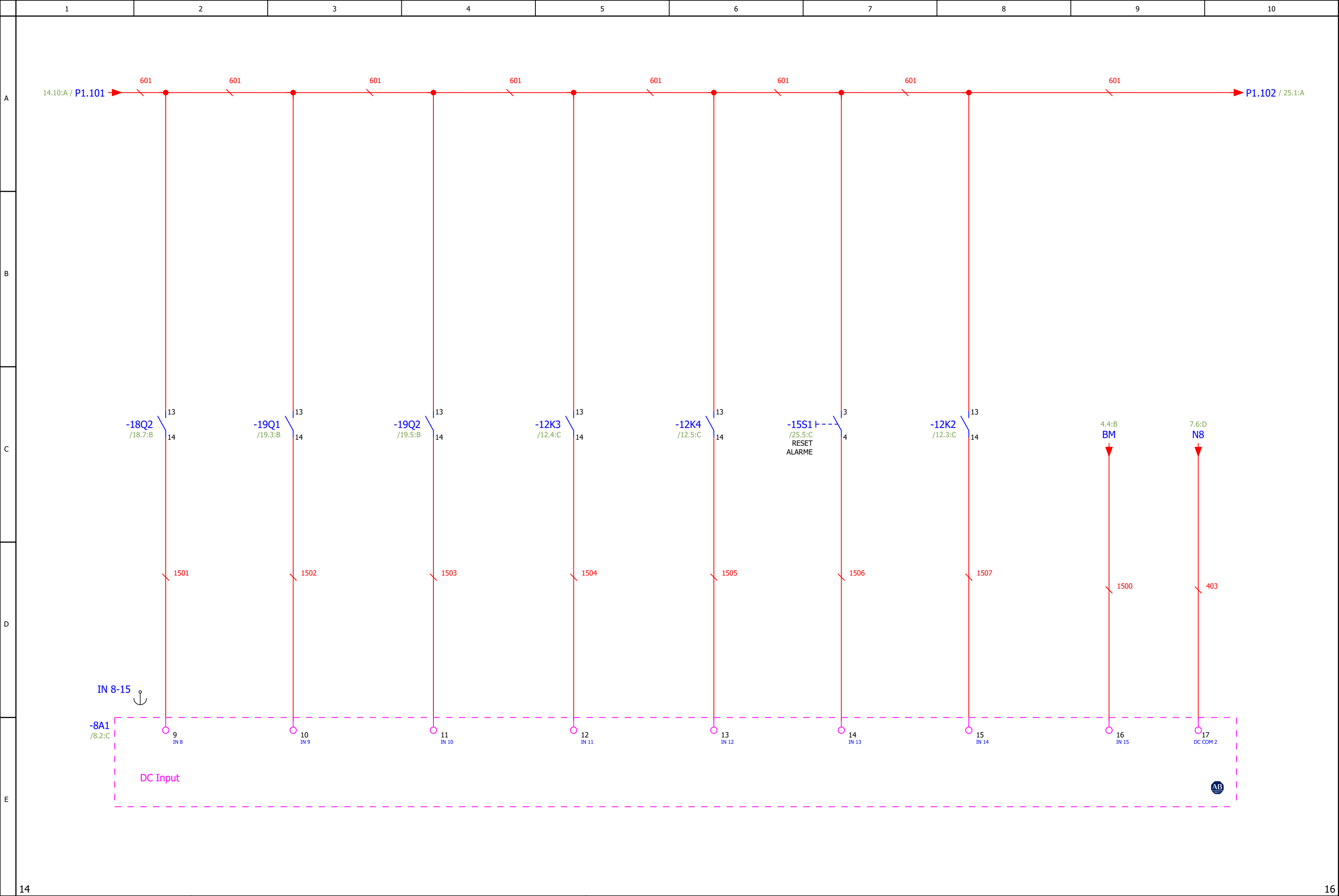
13

			Data	14/10/2024	IARA MOREIRA DE SOUSA		FATEC SBC	SAIDAS DIGITAIS			= SUB	
			Editor								+ PN_CENTR	
			Verif						MODELO DE TRANSFERENCIA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA			
Alteração	Data	Nome	Orig		Em substituição de	Substituído por			MOD_SE_01		Folha	12
											Página	12 / 25





			Data	14/10/2024	IARA MOREIRA DE SOUSA		FATEC SBC	ENTRADAS DIGITAIS			= SUB	
			Editor								+ PN_CENTR	
			Verif						MODELO DE TRANSFERENCIA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA			
Alteração	Data	Nome	Orig		Em substituição de	Substituído por				MOD_SE_01	Folha	14
											Página	14 / 25





A

B

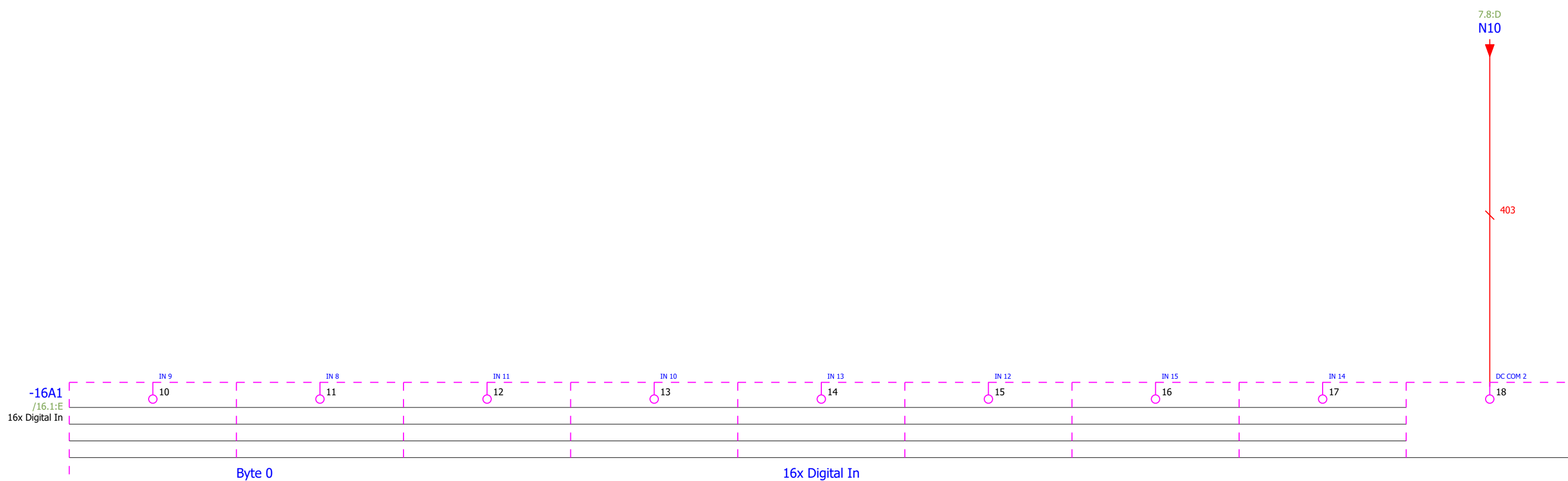
C

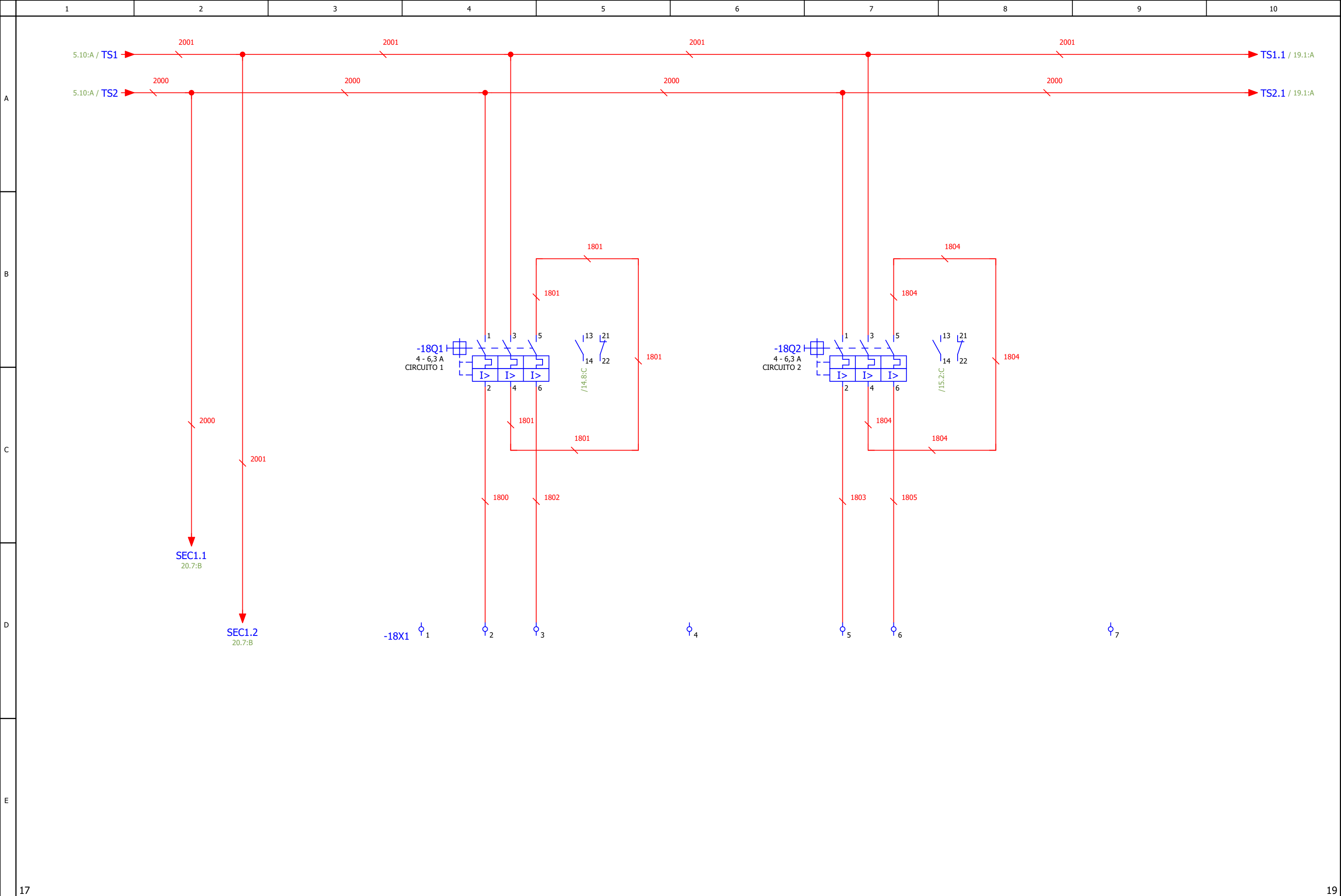
D

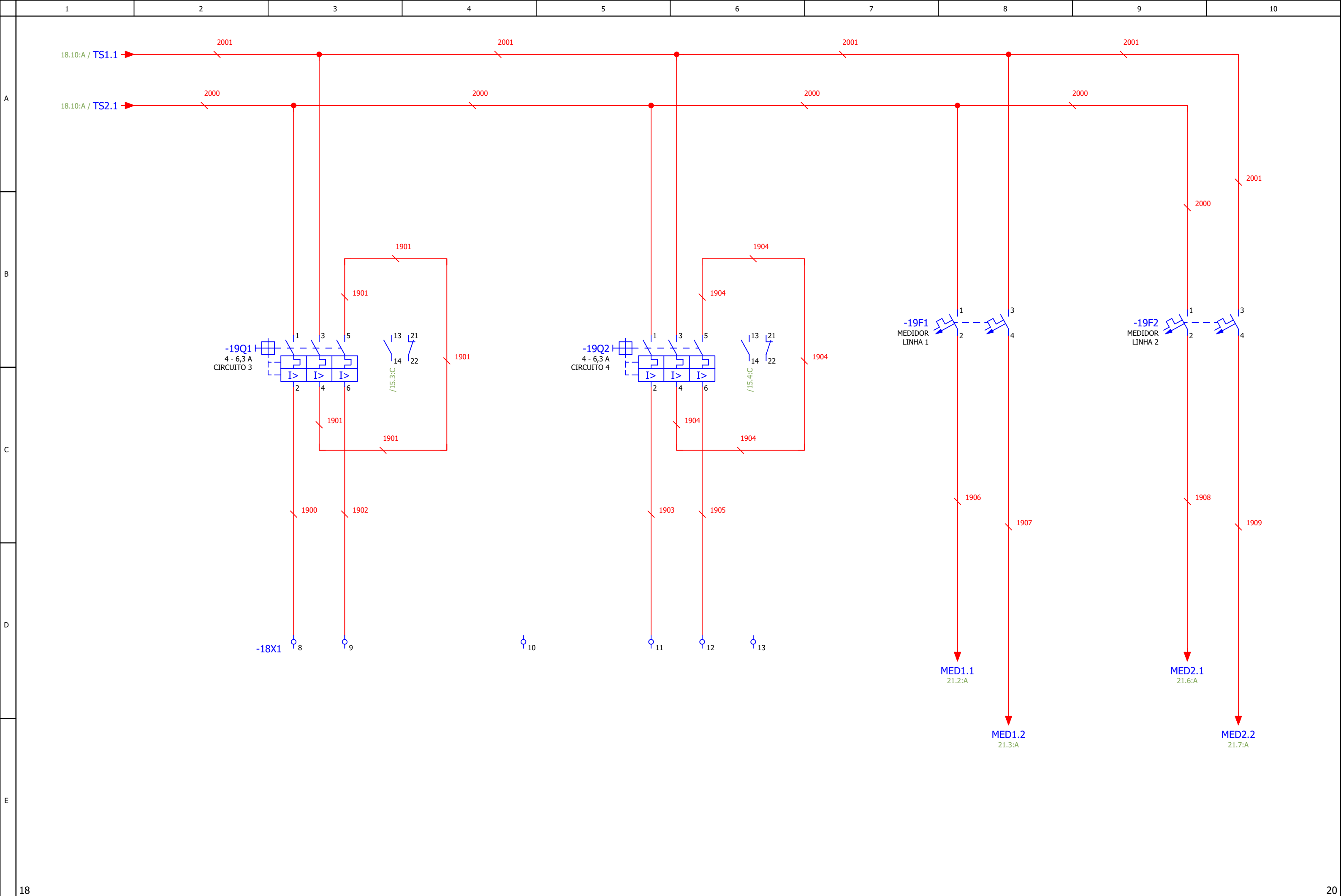
E

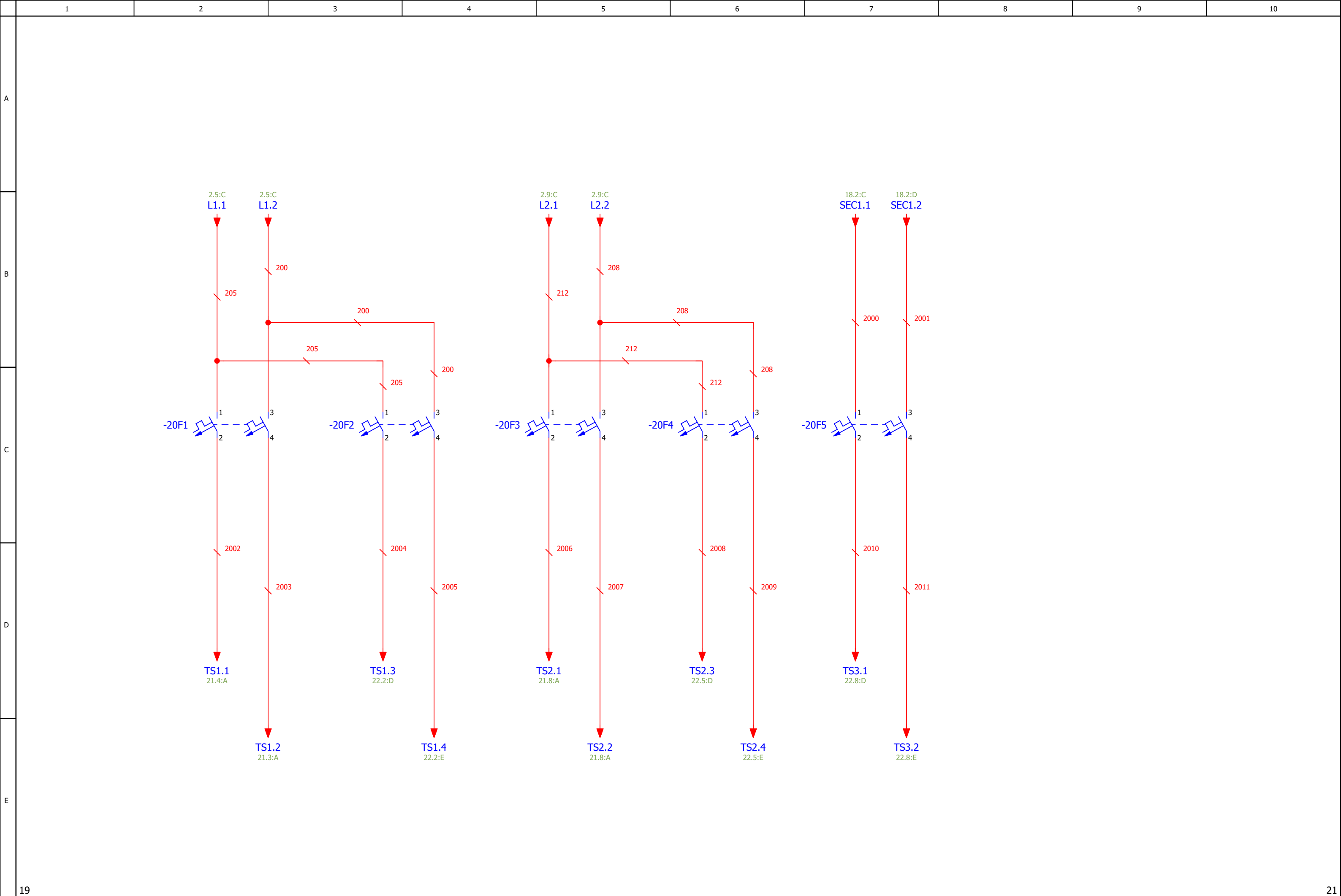
16

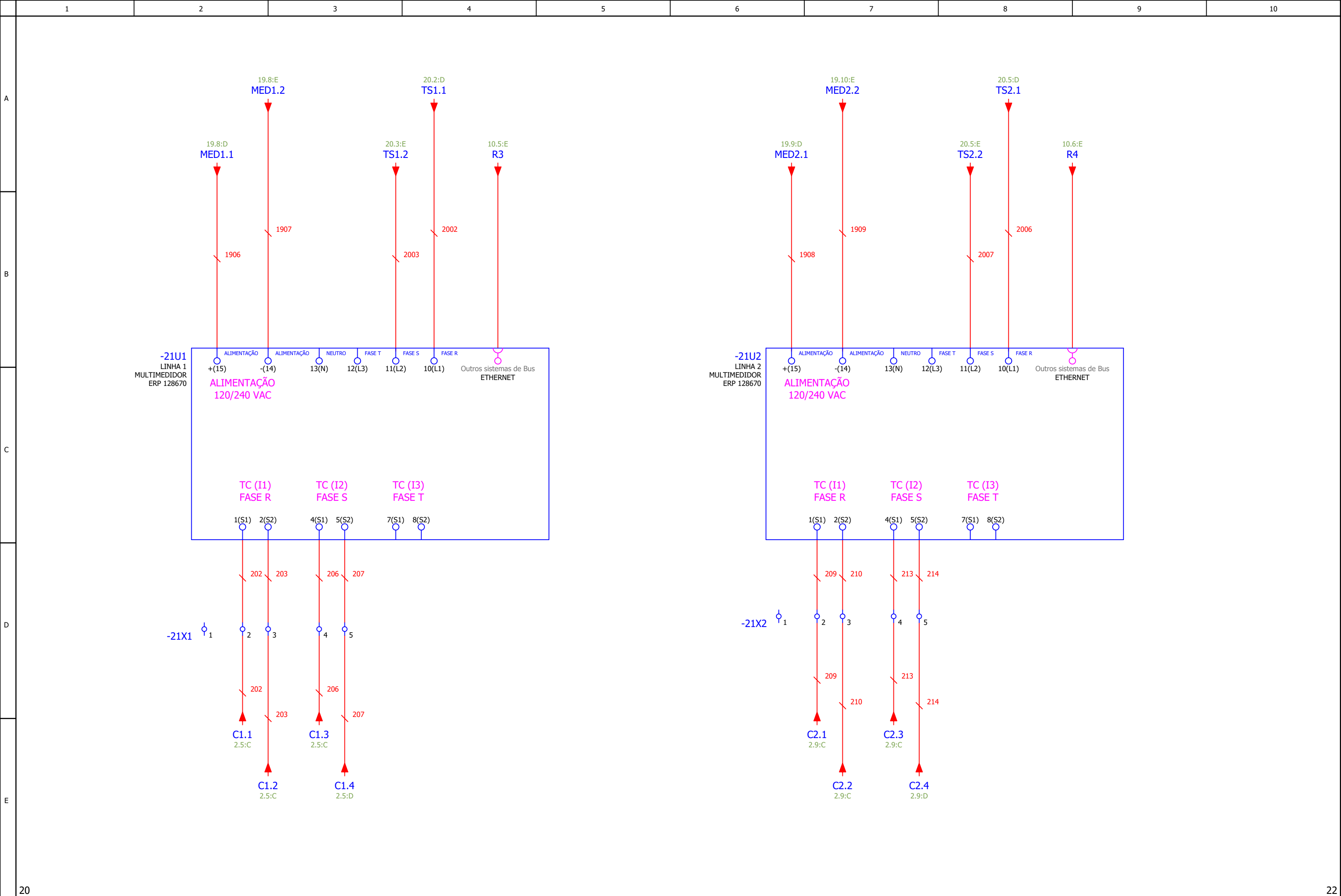
18

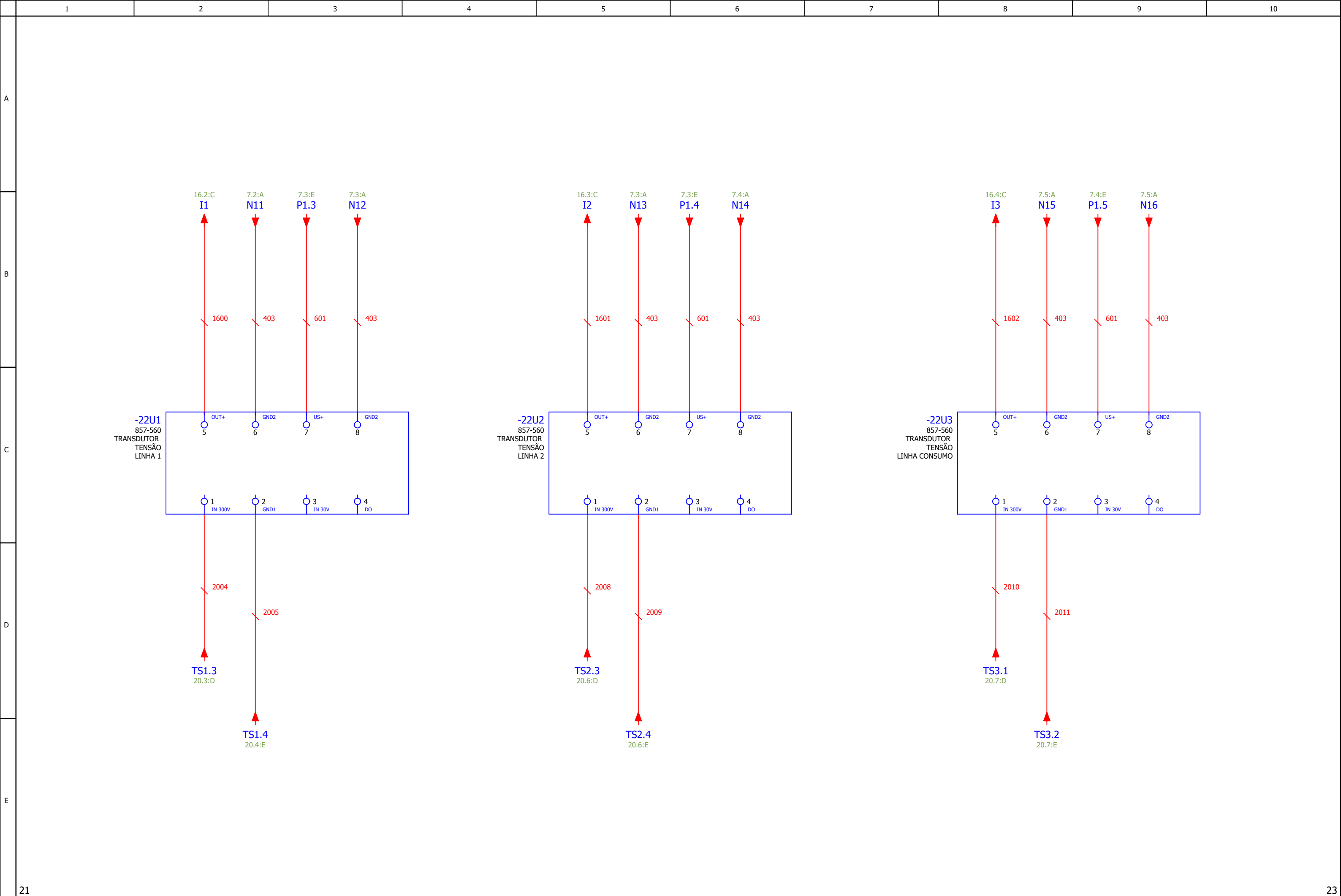


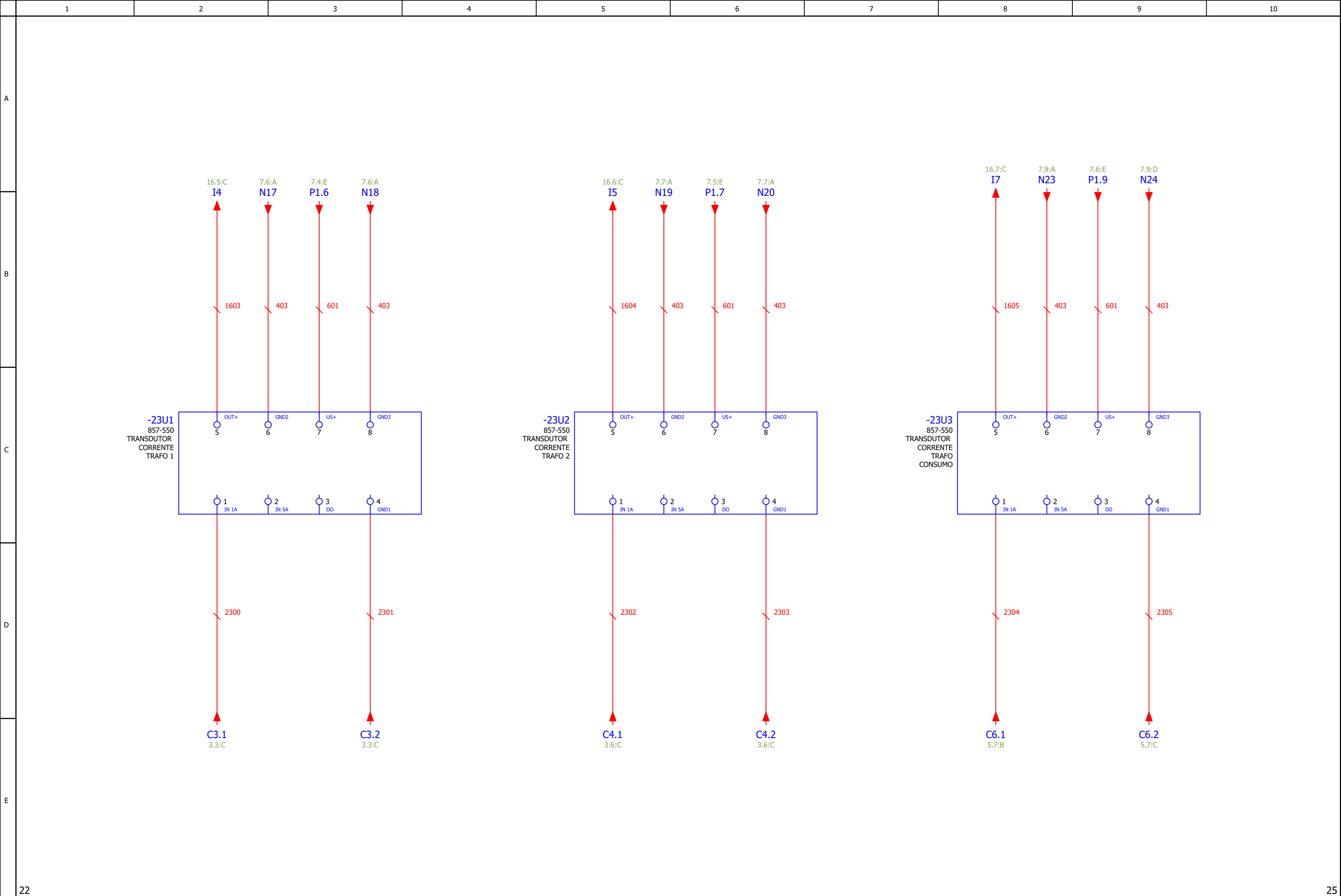


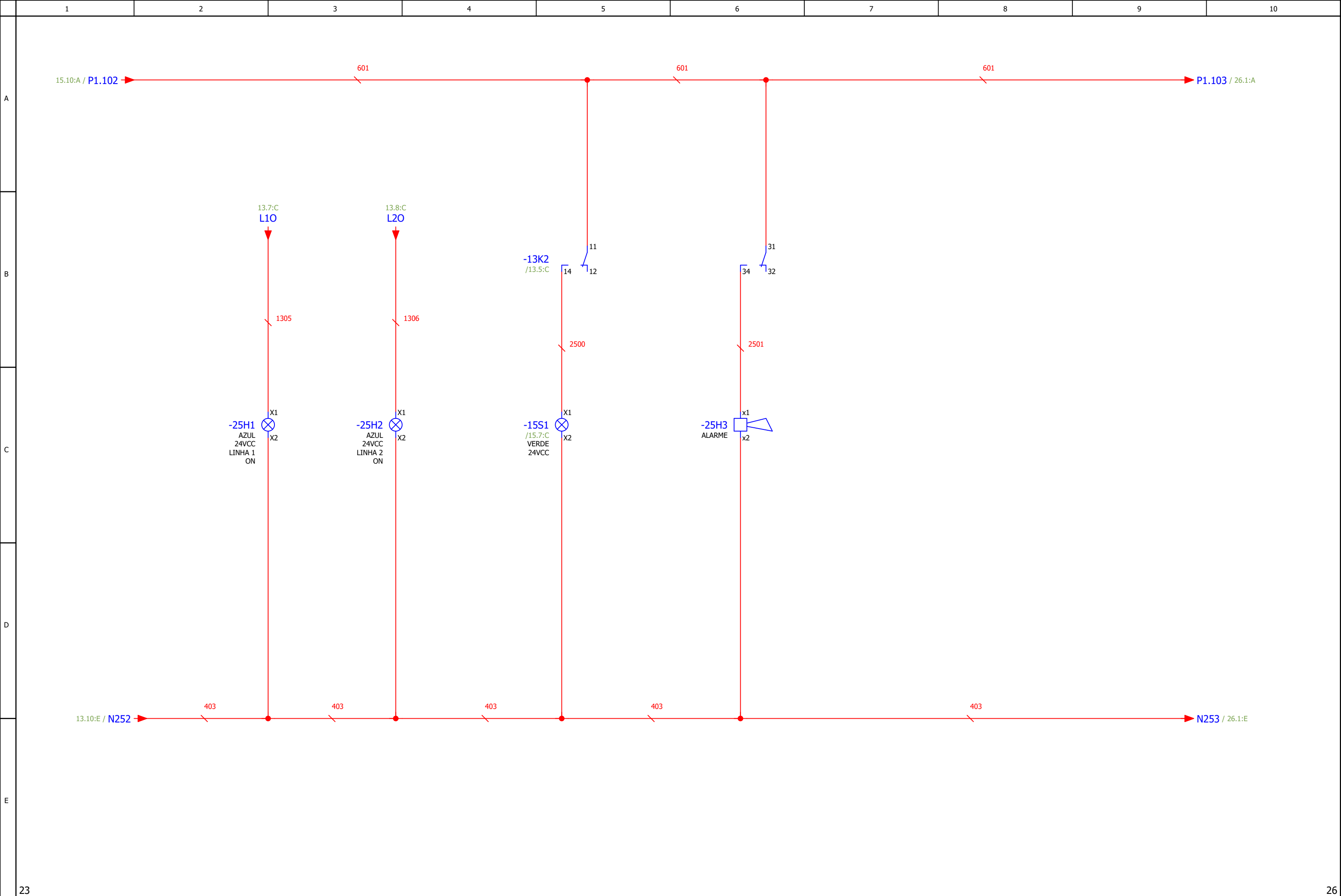




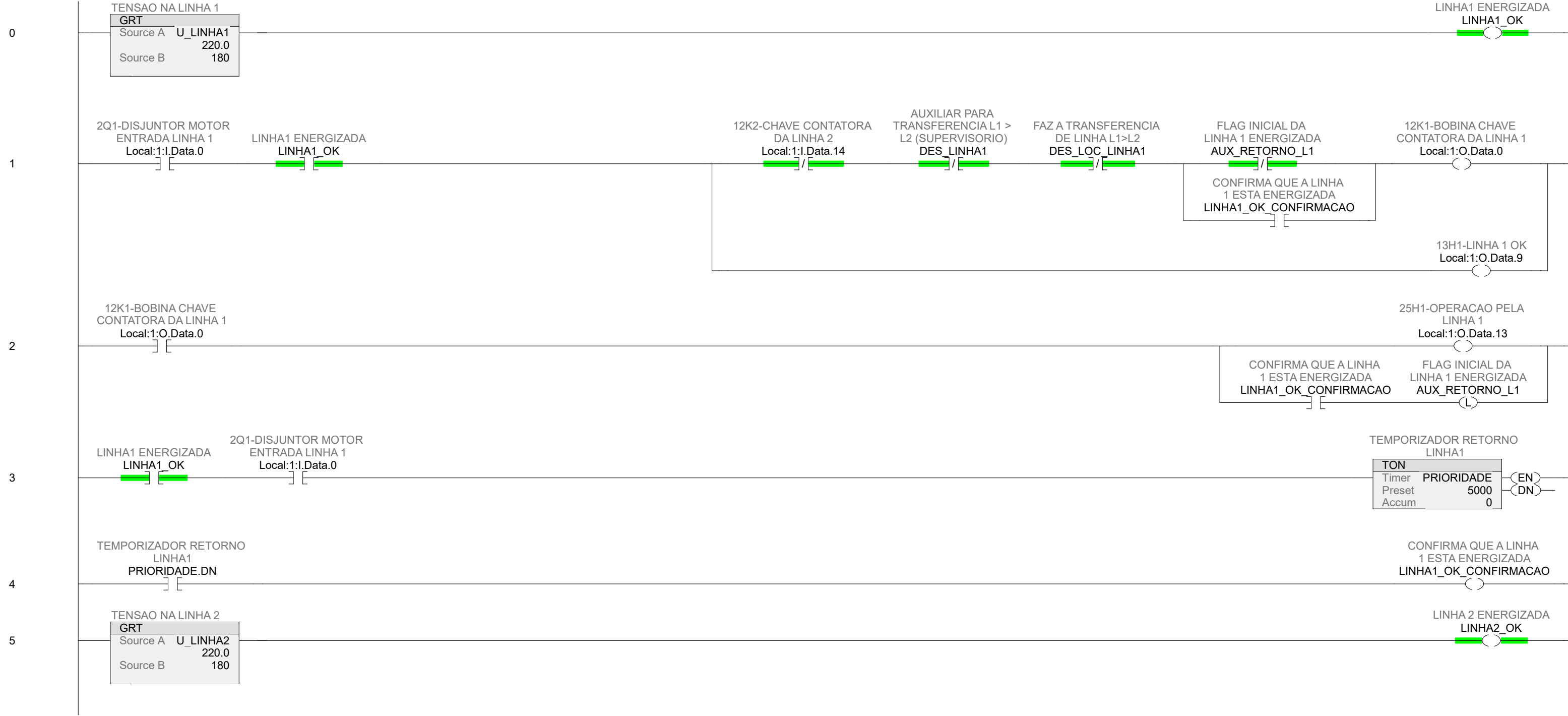


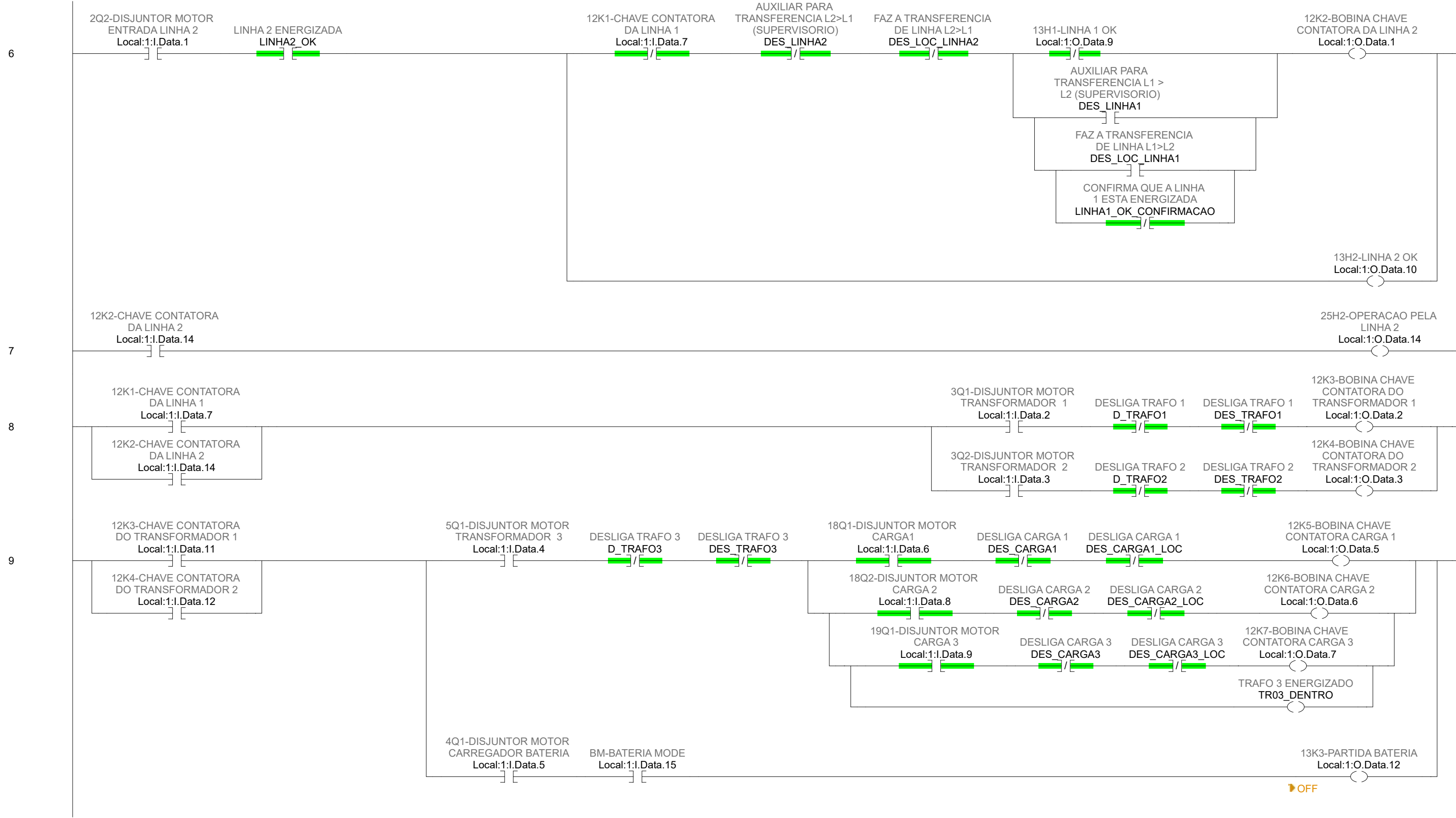


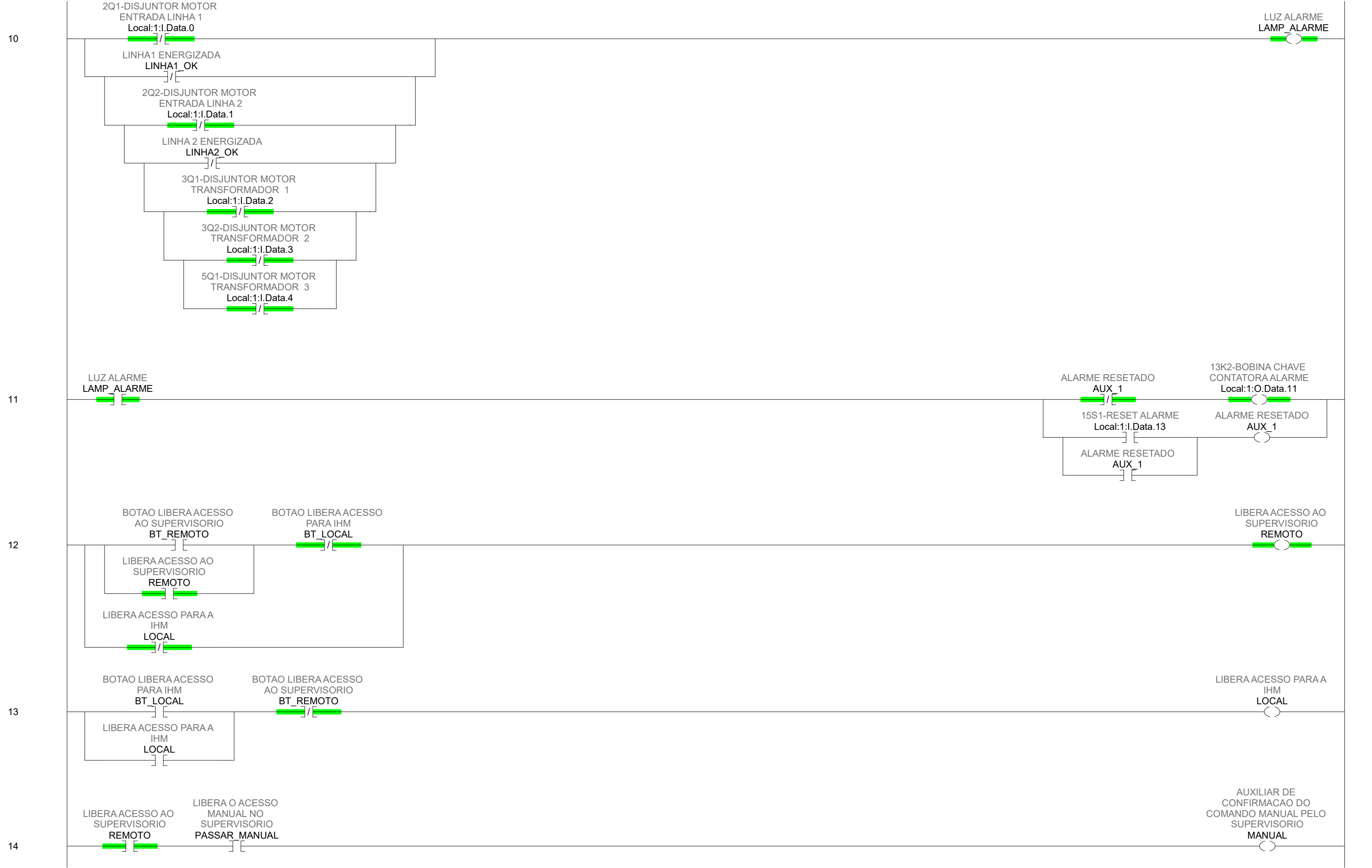


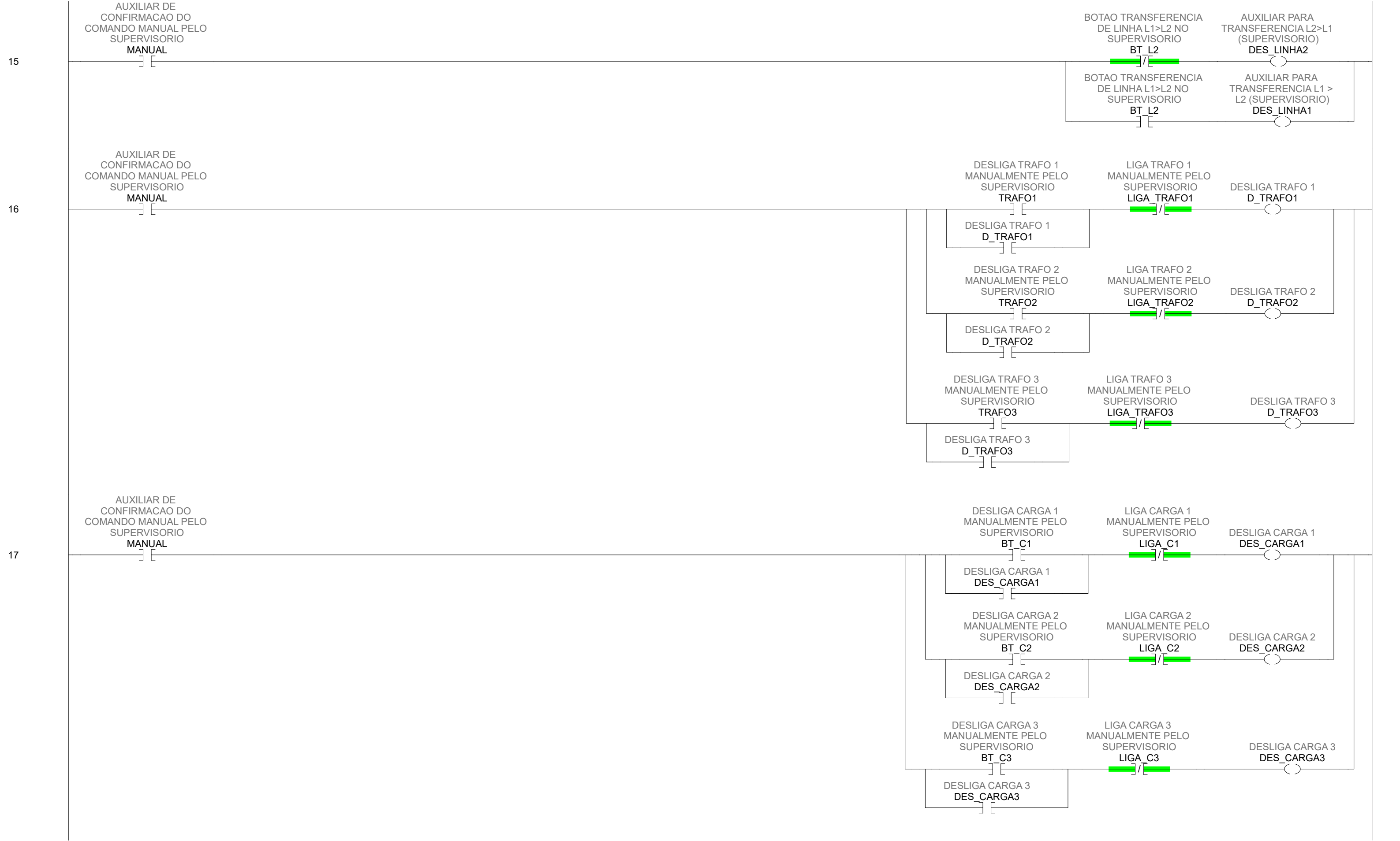


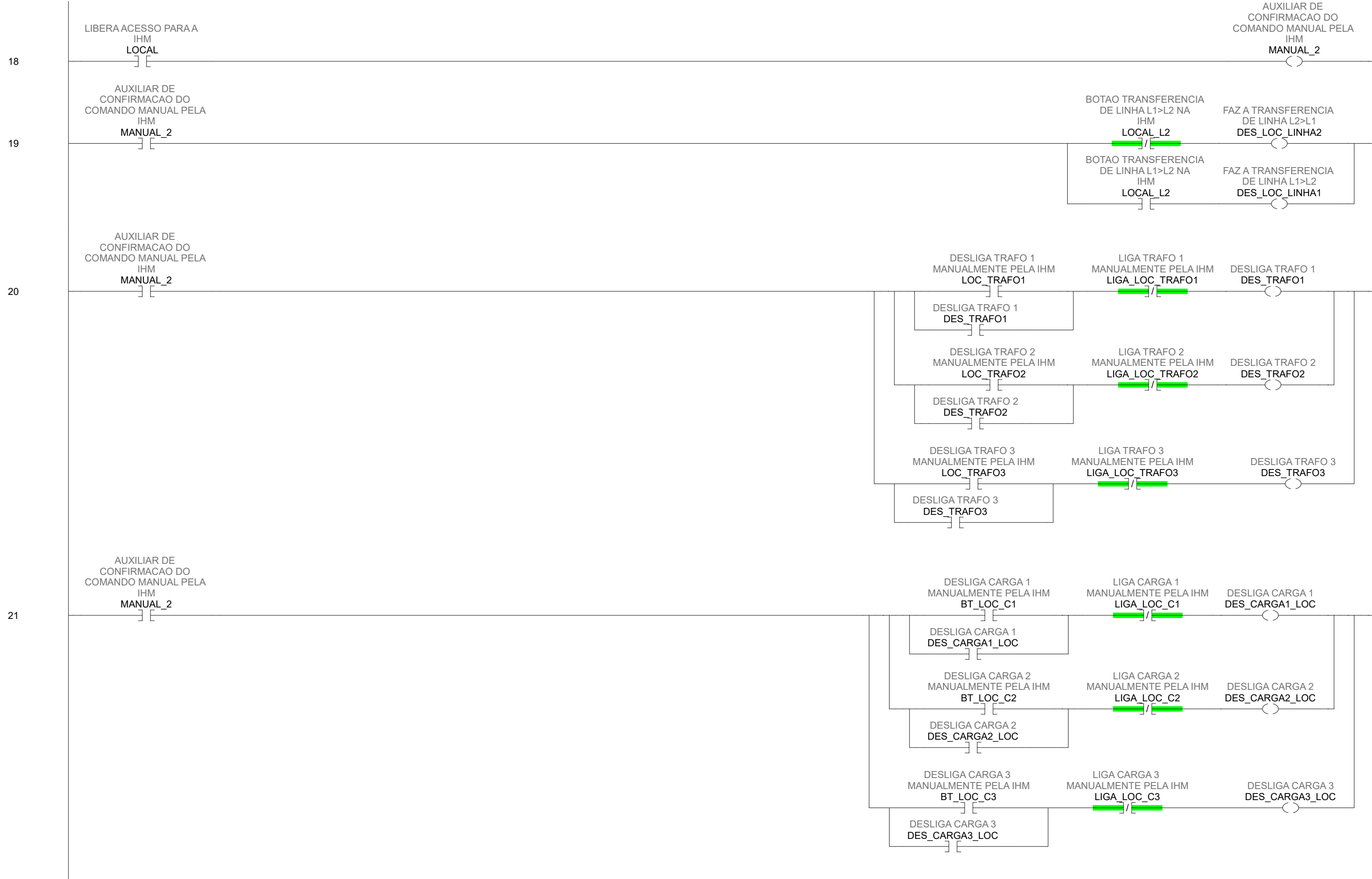
APÊNDICE B





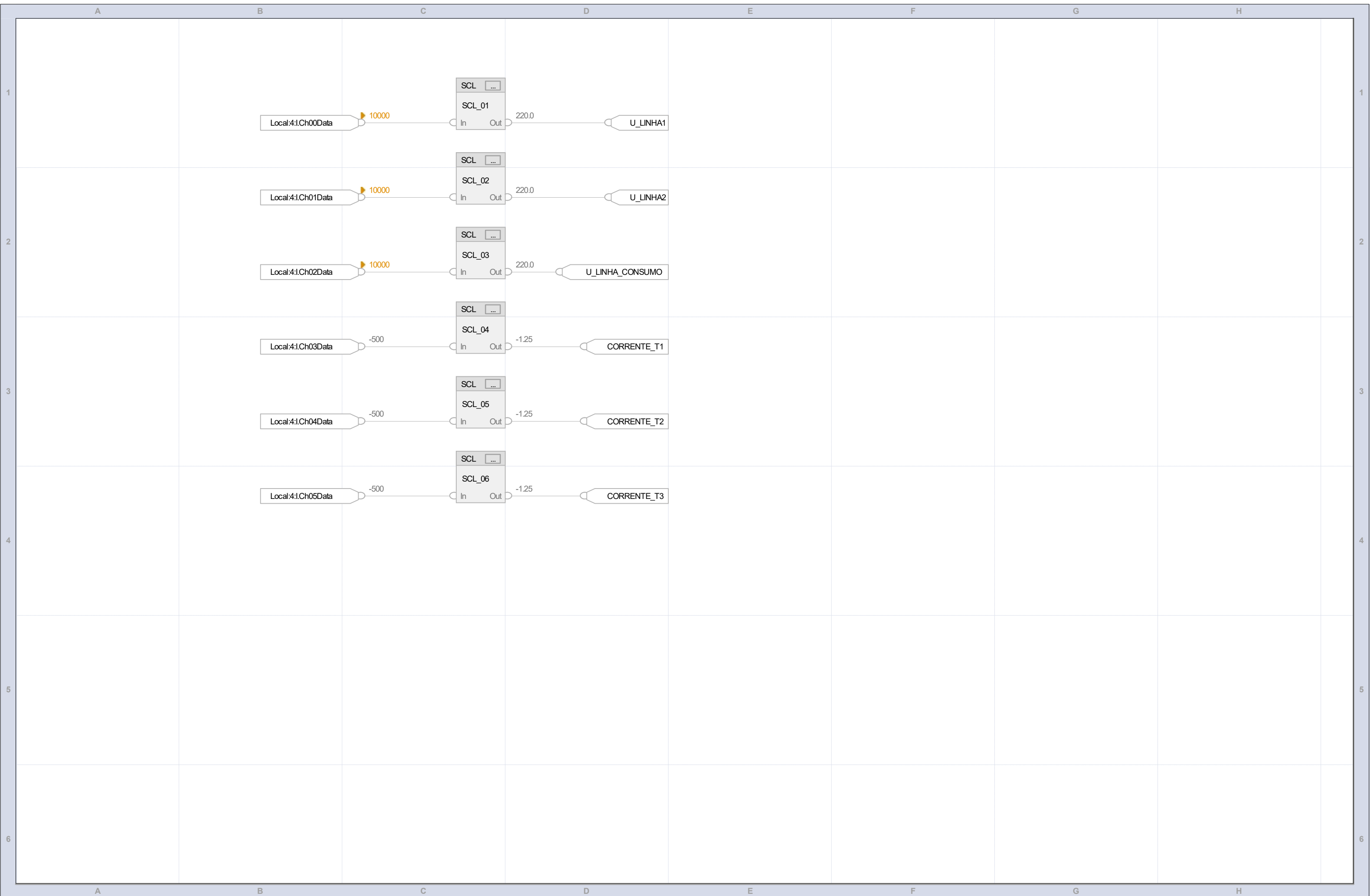








APÊNDICE C





APÊNDICE D

Name	Value	Data Type	Scope
AUX_1	0	BOOL	MainProgram
ALARME RESETADO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
AUX_1 - MainProgram/seq - *11(OTE), 11(XIC), 11(XIO)			
AUX_RETORNO_L1	0	BOOL	MainProgram
FLAG INICIAL DA LINHA 1 ENERGIZADA			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
AUX_RETORNO_L1 - MainProgram/seq - *2(OTL), 1(XIO)			
BT_C1	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA CARGA 1 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_C1 - MainProgram/seq - 17(XIC)			
BT_C2	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA CARGA 2 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_C2 - MainProgram/seq - 17(XIC)			
BT_C3	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA CARGA 3 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_C3 - MainProgram/seq - 17(XIC)			
BT_L2	0	BOOL	MainProgram
BOTAO TRANSFERENCIA DE LINHA L1>L2 NO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_L2 - MainProgram/seq - 15(XIC), 15(XIO)			
BT_LOC_C1	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA CARGA 1 MANUALMENTE PELA IHM			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_LOC_C1 - MainProgram/seq - 21(XIC)			
BT_LOC_C2	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA CARGA 2 MANUALMENTE PELA IHM			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_LOC_C2 - MainProgram/seq - 21(XIC)			
BT_LOC_C3	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA CARGA 3 MANUALMENTE PELA IHM			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_LOC_C3 - MainProgram/seq - 21(XIC)			
BT_LOCAL	0	BOOL	MainProgram
BOTAO LIBERA ACESSO PARA IHM			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_LOCAL - MainProgram/seq - 12(XIO), 13(XIC)			
BT_REMOTO	0	BOOL	MainProgram
BOTAO LIBERA ACESSO AO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BT_REMOTO - MainProgram/seq - 12(XIC), 13(XIO)			
D_TRAFO1	0	BOOL	MainProgram

D_TRAFO1 (Continued)					
DESLIGA TRAFO 1					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
D_TRAFO1 - MainProgram/seq - *16(OTE), 16(XIC), 8(XIO)					
D_TRAFO2		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA TRAFO 2					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
D_TRAFO2 - MainProgram/seq - *16(OTE), 16(XIC), 8(XIO)					
D_TRAFO3		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA TRAFO 3					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
D_TRAFO3 - MainProgram/seq - *16(OTE), 16(XIC), 9(XIO)					
DES_CARGA1		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA CARGA 1					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_CARGA1 - MainProgram/seq - *17(OTE), 17(XIC), 9(XIO)					
DES_CARGA1_LOC		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA CARGA 1					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_CARGA1_LOC - MainProgram/seq - *21(OTE), 21(XIC), 9(XIO)					
DES_CARGA2		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA CARGA 2					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_CARGA2 - MainProgram/seq - *17(OTE), 17(XIC), 9(XIO)					
DES_CARGA2_LOC		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA CARGA 2					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_CARGA2_LOC - MainProgram/seq - *21(OTE), 21(XIC), 9(XIO)					
DES_CARGA3		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA CARGA 3					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_CARGA3 - MainProgram/seq - *17(OTE), 17(XIC), 9(XIO)					
DES_CARGA3_LOC		0	BOOL		MainProgram
DESLIGA CARGA 3					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_CARGA3_LOC - MainProgram/seq - *21(OTE), 21(XIC), 9(XIO)					
DES_LINHA1		0	BOOL		MainProgram
AUXILIAR PARA TRANSFERENCIA L1 > L2 (SUPERVISORIO)					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_LINHA1 - MainProgram/seq - *15(OTE), 1(XIO), 6(XIC)					
DES_LINHA2		0	BOOL		MainProgram
AUXILIAR PARA TRANSFERENCIA L2>L1 (SUPERVISORIO)					
Constant		No			
External Access:		Read/Write			
DES_LINHA2 - MainProgram/seq - *15(OTE), 6(XIO)					
DES_LOC_LINHA1		0	BOOL		MainProgram
FAZ A TRANSFERENCIA DE LINHA L1>L2					

DES_LOC_LINHA1 (Continued)	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
	DES_LOC_LINHA1 - MainProgram/seq - *19(OTE), 1(XIO), 6(XIC)			
DES_LOC_LINHA2	0		BOOL	MainProgram
	FAZ A TRANSFERENCIA DE LINHA L2>L1			
	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
DES_TRAFO1	DES_LOC_LINHA2 - MainProgram/seq - *19(OTE), 6(XIO)			
	0		BOOL	MainProgram
	DESLIGA TRAFO 1			
	Constant	No		
DES_TRAFO2	External Access:	Read/Write		
	DES_TRAFO1 - MainProgram/seq - *20(OTE), 20(XIC), 8(XIO)			
	0		BOOL	MainProgram
	DESLIGA TRAFO 2			
DES_TRAFO3	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
	DES_TRAFO2 - MainProgram/seq - *20(OTE), 20(XIC), 8(XIO)			
	0		BOOL	MainProgram
IHM_2Q1	DESLIGA TRAFO 3			
	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
	DES_TRAFO3 - MainProgram/seq - *20(OTE), 20(XIC), 9(XIO)			
IHM_2Q2	0		BOOL	MainProgram
	UTILIZACAO DO 2Q1 NA IHM			
	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_3Q1	IHM_2Q1 - MainProgram/seq - *22(OTE)			
	0		BOOL	MainProgram
	UTILIZACAO DO 2Q2 NA IHM			
	Constant	No		
IHM_3Q2	External Access:	Read/Write		
	IHM_2Q2 - MainProgram/seq - *23(OTE)			
	0		BOOL	MainProgram
	UTILIZACAO DO 3Q1 NA IHM			
IHM_5Q1	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
	IHM_3Q1 - MainProgram/seq - *24(OTE)			
	0		BOOL	MainProgram
IHM_12K1	UTILIZACAO DO 3Q2 NA IHM			
	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
	IHM_3Q2 - MainProgram/seq - *25(OTE)			
IHM_12K2	0		BOOL	MainProgram
	UTILIZACAO DO 5Q1 NA IHM			
	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_12K2	IHM_5Q1 - MainProgram/seq - *26(OTE)			
	0		BOOL	MainProgram
	UTILIZACAO DO 12K1 NA IHM			
	Constant	No		
IHM_12K2	External Access:	Read/Write		
	IHM_12K1 - MainProgram/seq - *27(OTE)			
	0		BOOL	MainProgram
	UTILIZACAO DO 12K2 NA IHM			
IHM_12K2	Constant	No		

IHM_12K2 (Continued)	External Access:	Read/Write		
	IHM_12K2 - MainProgram/seq - *28(OTE)			
IHM_12K3	0	BOOL		MainProgram
UTILIZACAO DO 12K3 NA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_12K3 - MainProgram/seq - *29(OTE)				
IHM_12K4	0	BOOL		MainProgram
UTILIZACAO DO 12K4 NA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_12K4 - MainProgram/seq - *30(OTE)				
IHM_12K5	0	BOOL		MainProgram
UTILIZACAO DO 12K5 NA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_12K5 - MainProgram/seq - *31(OTE)				
IHM_12K6	0	BOOL		MainProgram
UTILIZACAO DO 12K6 NA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_12K6 - MainProgram/seq - *32(OTE)				
IHM_12K7	0	BOOL		MainProgram
UTILIZACAO DO 12K7 NA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
IHM_12K7 - MainProgram/seq - *33(OTE)				
LAMP_ALARME	1	BOOL		MainProgram
LUZ ALARME	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
LAMP_ALARME - MainProgram/seq - *10(OTE), 11(XIC)				
LIGA_C1	0	BOOL		MainProgram
LIGA CARGA 1 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
LIGA_C1 - MainProgram/seq - 17(XIO)				
LIGA_C2	0	BOOL		MainProgram
LIGA CARGA 2 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
LIGA_C2 - MainProgram/seq - 17(XIO)				
LIGA_C3	0	BOOL		MainProgram
LIGA CARGA 3 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
LIGA_C3 - MainProgram/seq - 17(XIO)				
LIGA_LOC_C1	0	BOOL		MainProgram
LIGA CARGA 1 MANUALMENTE PELA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		
LIGA_LOC_C1 - MainProgram/seq - 21(XIO)				
LIGA_LOC_C2	0	BOOL		MainProgram
LIGA CARGA 2 MANUALMENTE PELA IHM	Constant	No		
	External Access:	Read/Write		

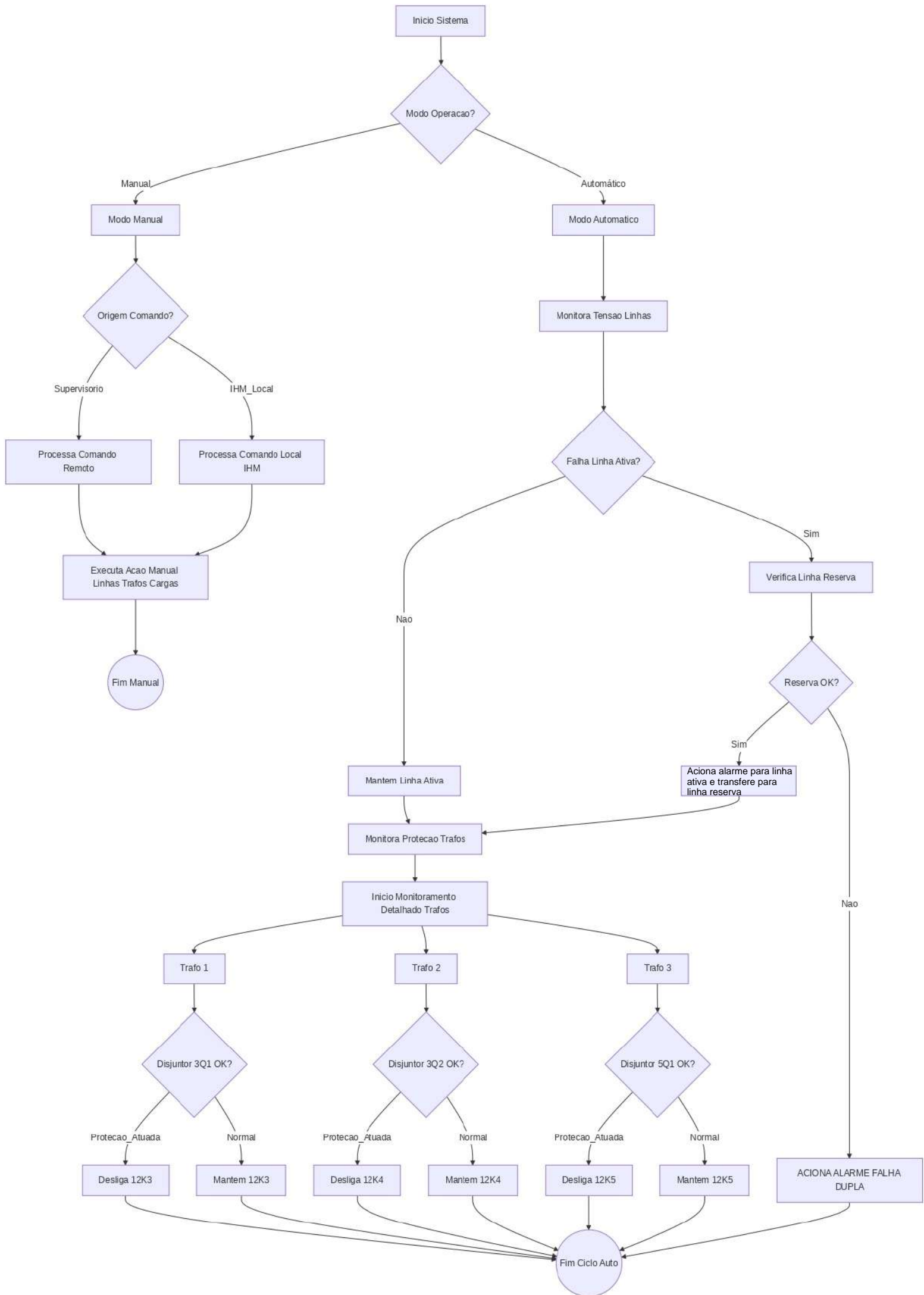
LIGA_LOC_C2 (Continued)				
LIGA_LOC_C2 - MainProgram/seq - 21(XIO)				
LIGA_LOC_C3	0		BOOL	MainProgram
LIGA CARGA 3 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_LOC_C3 - MainProgram/seq - 21(XIO)				
LIGA_LOC_TRAFO1	0		BOOL	MainProgram
LIGA TRAFO 1 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_LOC_TRAFO1 - MainProgram/seq - 20(XIO)				
LIGA_LOC_TRAFO2	0		BOOL	MainProgram
LIGA TRAFO 2 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_LOC_TRAFO2 - MainProgram/seq - 20(XIO)				
LIGA_LOC_TRAFO3	0		BOOL	MainProgram
LIGA TRAFO 3 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_LOC_TRAFO3 - MainProgram/seq - 20(XIO)				
LIGA_TRAFO1	0		BOOL	MainProgram
LIGA TRAFO 1 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_TRAFO1 - MainProgram/seq - 16(XIO)				
LIGA_TRAFO2	0		BOOL	MainProgram
LIGA TRAFO 2 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_TRAFO2 - MainProgram/seq - 16(XIO)				
LIGA_TRAFO3	0		BOOL	MainProgram
LIGA TRAFO 3 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LIGA_TRAFO3 - MainProgram/seq - 16(XIO)				
LINHA1_OK	1		BOOL	MainProgram
LINHA1 ENERGIZADA				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LINHA1_OK - MainProgram/escala - 2-B3(BNOT,BNOT_06.In), 2-B3(IREF,LINHA1_OK)				
LINHA1_OK - MainProgram/seq - *0(OTE), 1(XIC), 10(XIO), 3(XIC)				
LINHA1_OK_CONFIRMACAO	0		BOOL	MainProgram
CONFIRMA QUE A LINHA 1 ESTA ENERGIZADA				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LINHA1_OK_CONFIRMACAO - MainProgram/seq - *4(OTE), 1(XIC), 2(XIC), 6(XIO)				
LINHA2_OK	1		BOOL	MainProgram
LINHA 2 ENERGIZADA				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LINHA2_OK - MainProgram/escala - 2-B4(BNOT,BNOT_07.In), 2-B4(IREF,LINHA2_OK)				
LINHA2_OK - MainProgram/seq - *5(OTE), 10(XIO), 6(XIC)				
LOC_TRAFO1	0		BOOL	MainProgram
DESLIGA TRAFO 1 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			

LOC_TRAFO1 (Continued)				
External Access:	Read/Write			
LOC_TRAFO1 - MainProgram/seq - 20(XIC)				
LOC_TRAFO2		0	BOOL	MainProgram
DESLIGA TRAFO 2 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LOC_TRAFO2 - MainProgram/seq - 20(XIC)				
LOC_TRAFO3		0	BOOL	MainProgram
DESLIGA TRAFO 3 MANUALMENTE PELA IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LOC_TRAFO3 - MainProgram/seq - 20(XIC)				
LOCAL		0	BOOL	MainProgram
LIBERA ACESSO PARA A IHM				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
LOCAL - MainProgram/seq - *13(OTE), 12(XIO), 13(XIC), 18(XIC)				
Local:1:I			AB:Embedded_DiscreteIO1:I:0	iaara
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
Local:1:I.Data.0		0	BOOL	
2Q1-DISJUNTOR MOTOR ENTRADA LINHA 1				
Local:1:I.Data.0 - MainProgram/escala - 2-B1(BNOT,BNOT_01.In), 2-B1(IREF,Local:1:I.Data.0)				
Local:1:I.Data.0 - MainProgram/seq - 1(XIC), 10(XIO), 22(XIC), 3(XIC)				
Local:1:I.Data.1		0	BOOL	
2Q2-DISJUNTOR MOTOR ENTRADA LINHA 2				
Local:1:I.Data.1 - MainProgram/escala - 2-B1(BNOT,BNOT_02.In), 2-B1(IREF,Local:1:I.Data.1)				
Local:1:I.Data.1 - MainProgram/seq - 10(XIO), 23(XIC), 6(XIC)				
Local:1:I.Data.2		0	BOOL	
3Q1-DISJUNTOR MOTOR TRANSFORMADOR 1				
Local:1:I.Data.2 - MainProgram/escala - 2-B2(BNOT,BNOT_03.In), 2-B2(IREF,Local:1:I.Data.2)				
Local:1:I.Data.2 - MainProgram/seq - 10(XIO), 24(XIC), 8(XIC)				
Local:1:I.Data.3		0	BOOL	
3Q2-DISJUNTOR MOTOR TRANSFORMADOR 2				
Local:1:I.Data.3 - MainProgram/escala - 2-B2(BNOT,BNOT_04.In), 2-B2(IREF,Local:1:I.Data.3)				
Local:1:I.Data.3 - MainProgram/seq - 10(XIO), 25(XIC), 8(XIC)				
Local:1:I.Data.4		0	BOOL	
5Q1-DISJUNTOR MOTOR TRANSFORMADOR 3				
Local:1:I.Data.4 - MainProgram/escala - 2-B3(BNOT,BNOT_05.In), 2-B3(IREF,Local:1:I.Data.4)				
Local:1:I.Data.4 - MainProgram/seq - 10(XIO), 26(XIC), 9(XIC)				
Local:1:I.Data.5		0	BOOL	
4Q1-DISJUNTOR MOTOR CARREGADOR BATERIA				
Local:1:I.Data.5 - MainProgram/seq - 9(XIC)				
Local:1:I.Data.6		1	BOOL	
18Q1-DISJUNTOR MOTOR CARGA1				
Local:1:I.Data.6 - MainProgram/seq - 9(XIC)				
Local:1:I.Data.7		0	BOOL	
12K1-CHAVE CONTATORA DA LINHA 1				
Local:1:I.Data.7 - MainProgram/seq - 6(XIO), 8(XIC)				
Local:1:I.Data.8		1	BOOL	
18Q2-DISJUNTOR MOTOR CARGA 2				
Local:1:I.Data.8 - MainProgram/seq - 9(XIC)				
Local:1:I.Data.9		1	BOOL	
19Q1-DISJUNTOR MOTOR CARGA 3				
Local:1:I.Data.9 - MainProgram/seq - 9(XIC)				
Local:1:I.Data.11		0	BOOL	
12K3-CHAVE CONTATORA DO TRANSFORMADOR 1				
Local:1:I.Data.11 - MainProgram/seq - 9(XIC)				
Local:1:I.Data.12		0	BOOL	
12K4-CHAVE CONTATORA DO TRANSFORMADOR 2				
Local:1:I.Data.12 - MainProgram/seq - 9(XIC)				
Local:1:I.Data.13		0	BOOL	
15S1-RESET ALARME				

Local:1:I (Continued)			
Local:1:I.Data.13 - MainProgram/seq - 11(XIC)			
Local:1:I.Data.14	0	BOOL	
12K2-CHAVE CONTATORA DA LINHA 2			
Local:1:I.Data.14 - MainProgram/seq - 1(XIO), 7(XIC), 8(XIC)			
Local:1:I.Data.15	0	BOOL	
BM-BATERIA MODE			
Local:1:I.Data.15 - MainProgram/seq - 9(XIC)			
Local:1:O		AB:Embedded_DiscreteIO1:O:0	iaara
External Access: Read/Write			
Local:1:O.Data.0	0	BOOL	
12K1-BOBINA CHAVE CONTATORA DA LINHA 1			
Local:1:O.Data.0 - MainProgram/seq - *1(OTE), 2(XIC), 27(XIC)			
Local:1:O.Data.1	0	BOOL	
12K2-BOBINA CHAVE CONTATORA DA LINHA 2			
Local:1:O.Data.1 - MainProgram/seq - *6(OTE), 28(XIC)			
Local:1:O.Data.2	0	BOOL	
12K3-BOBINA CHAVE CONTATORA DO TRANSFORMADOR 1			
Local:1:O.Data.2 - MainProgram/seq - *8(OTE), 29(XIC)			
Local:1:O.Data.3	0	BOOL	
12K4-BOBINA CHAVE CONTATORA DO TRANSFORMADOR 2			
Local:1:O.Data.3 - MainProgram/seq - *8(OTE), 30(XIC)			
Local:1:O.Data.5	0	BOOL	
12K5-BOBINA CHAVE CONTATORA CARGA 1			
Local:1:O.Data.5 - MainProgram/seq - *9(OTE), 31(XIC)			
Local:1:O.Data.6	0	BOOL	
12K6-BOBINA CHAVE CONTATORA CARGA 2			
Local:1:O.Data.6 - MainProgram/seq - *9(OTE), 32(XIC)			
Local:1:O.Data.7	0	BOOL	
12K7-BOBINA CHAVE CONTATORA CARGA 3			
Local:1:O.Data.7 - MainProgram/seq - *9(OTE), 33(XIC)			
Local:1:O.Data.9	0	BOOL	
13H1-LINHA 1 OK			
Local:1:O.Data.9 - MainProgram/seq - *1(OTE), 6(XIO)			
Local:1:O.Data.10	0	BOOL	
13H2-LINHA 2 OK			
Local:1:O.Data.10 - MainProgram/seq - *6(OTE)			
Local:1:O.Data.11	1	BOOL	
13K2-BOBINA CHAVE CONTATORA ALARME			
Local:1:O.Data.11 - MainProgram/seq - *11(OTE)			
Local:1:O.Data.12	0	BOOL	
13K3-PARTIDA BATERIA			
Local:1:O.Data.12 - MainProgram/seq - *9(OTE)			
Local:1:O.Data.13	0	BOOL	
25H1-OPERACAO PELA LINHA 1			
Local:1:O.Data.13 - MainProgram/seq - *2(OTE)			
Local:1:O.Data.14	0	BOOL	
25H2-OPERACAO PELA LINHA 2			
Local:1:O.Data.14 - MainProgram/seq - *7(OTE)			
LOCAL_L2	0	BOOL	MainProgram
BOTAO TRANSFERENCIA DE LINHA L1>L2 NA IHM			
Constant	No		
External Access: Read/Write			
LOCAL_L2 - MainProgram/seq - 19(XIC), 19(XIO)			
MANUAL	0	BOOL	MainProgram
AUXILIAR DE CONFIRMACAO DO COMANDO MANUAL PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access: Read/Write			
MANUAL - MainProgram/seq - *14(OTE), 15(XIC), 16(XIC), 17(XIC)			
MANUAL_2	0	BOOL	MainProgram
AUXILIAR DE CONFIRMACAO DO COMANDO MANUAL PELA IHM			
Constant	No		
External Access: Read/Write			
MANUAL_2 - MainProgram/seq - *18(OTE), 19(XIC), 20(XIC), 21(XIC)			

PASSAR_MANUAL	0	BOOL	MainProgram
LIBERA O ACESSO MANUAL NO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
PASSAR_MANUAL - MainProgram/seq - 14(XIC)			
PRIORIDADE		TIMER	MainProgram
TEMPORIZADOR RETORNO LINHA1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
PRIORIDADE - MainProgram/seq - *3(TON)			
PRIORIDADE.PRE	5000	DINT	
TEMPORIZADOR RETORNO LINHA1			
PRIORIDADE.ACC	0	DINT	
TEMPORIZADOR RETORNO LINHA1			
PRIORIDADE.EN	0	BOOL	
TEMPORIZADOR RETORNO LINHA1			
PRIORIDADE.TT	0	BOOL	
TEMPORIZADOR RETORNO LINHA1			
PRIORIDADE.DN	0	BOOL	
TEMPORIZADOR RETORNO LINHA1			
PRIORIDADE.DN - MainProgram/seq - 4(XIC)			
REMOTO	1	BOOL	MainProgram
LIBERA ACESSO AO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
REMOTO - MainProgram/seq - *12(OTE), 12(XIC), 14(XIC)			
TR03_DENTRO	0	BOOL	MainProgram
TRAFO 3 ENERGIZADO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
TR03_DENTRO - MainProgram/seq - *9(OTE)			
TRAFO1	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA TRAFO 1 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
TRAFO1 - MainProgram/seq - 16(XIC)			
TRAFO2	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA TRAFO 2 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
TRAFO2 - MainProgram/seq - 16(XIC)			
TRAFO3	0	BOOL	MainProgram
DESLIGA TRAFO 3 MANUALMENTE PELO SUPERVISORIO			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
TRAFO3 - MainProgram/seq - 16(XIC)			
U_LINHA1	220.0	REAL	MainProgram
TENSAO NA LINHA 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
U_LINHA1 - MainProgram/escala - *1-D1(OREF,U_LINHA1), 1-C1(SCL,SCL_01.Out)			
U_LINHA1 - MainProgram/seq - 0(GRT)			
U_LINHA2	220.0	REAL	MainProgram
TENSAO NA LINHA 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
U_LINHA2 - MainProgram/escala - *1-D2(OREF,U_LINHA2), 1-C1(SCL,SCL_02.Out)			
U_LINHA2 - MainProgram/seq - 5(GRT)			

APÊNDICE E



APÊNDICE F



RELATÓRIO PARCIAL GRANDEZAS

DATA E HORA	TENSÃO L1	TENSÃO L2	CORRENTE TR1	CORRENTE TR2	CORRENTE TR3
25/05/2025 09:50:46	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:47	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:48	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:49	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:50	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:51	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:52	245 V	245 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:53	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:54	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:55	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:56	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:57	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:58	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:50:59	244 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:00	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:01	246 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:02	244 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:03	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:04	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:05	245 V	246 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:06	244 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:07	245 V	245 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:08	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:09	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:10	245 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:11	244 V	244 V	1 A	1 A	A
25/05/2025 09:51:12	244 V	245 V	1 A	1 A	A



RELATÓRIO PARCIAL ALARMES

DATA E HORA	MENSAGEM	VALOR
25/05/2025 09:53:50	DISJUNTOR DO TRAFO 1: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:53:56	DISJUNTOR DO TRAFO 1: RELIGADO	1
25/05/2025 09:53:59	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 1	1,4 V.
25/05/2025 09:53:59	DISJUNTOR DA LINHA 1: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:54:15	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 1	245,6 V.
25/05/2025 09:54:15	DISJUNTOR DA LINHA 1: RELIGADO	1
25/05/2025 09:54:21	DISJUNTOR DA LINHA 2: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:54:22	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 2	1,4 V.
25/05/2025 09:54:44	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 2	246,2 V.
25/05/2025 09:54:44	DISJUNTOR DA LINHA 2: RELIGADO	1
25/05/2025 09:55:08	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 1	1,4 V.
25/05/2025 09:55:08	DISJUNTOR DA LINHA 1: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:55:14	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 1	245,1 V.
25/05/2025 09:55:14	DISJUNTOR DA LINHA 1: RELIGADO	1
25/05/2025 09:57:05	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 2	1,4 V.
25/05/2025 09:57:05	DISJUNTOR DA LINHA 2: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:57:20	DISJUNTOR DA LINHA 2: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:57:30	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 1	244,4 V.
25/05/2025 09:57:36	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 2	243,6 V.
25/05/2025 09:57:36	DISJUNTOR DA LINHA 2: RELIGADO	1
25/05/2025 09:57:46	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO BAIXA NA LINHA 2	14,3 V.
25/05/2025 09:57:46	DISJUNTOR DA LINHA 2: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:57:54	DISJUNTOR DA LINHA 2: DESLIGADO	0
25/05/2025 09:58:46	ATENÇÃO! TENSÃO MUITO ALTA NA LINHA 2	244,8 V.
25/05/2025 09:58:46	DISJUNTOR DA LINHA 2: RELIGADO	1