



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

**Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**

HILANARA BARROS ARAGÃO

**PROJETOS DE MPCCS EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS**

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2010

HILANARA BARROS ARAGÃO

## PROJETOS DE MPCCS EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

*Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Transmissão de Energia

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2010

HILANARA BARROS ARAGÃO

## PROJETOS DE MPCCS EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

*Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Transmissão de Energia

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Professor Avaliador**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Tarso Vilela Ferreira, M. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

*Dedico este trabalho à minha família, fonte da  
minha força e inspiração para seguir adiante com fé  
e perseverança, acreditando sempre que os dias que  
se sucedem podem ser cada vez melhores quando a  
fonte da motivação é o amor.*

*“O primeiro passo para o sucesso é o conhecimento.”*

Nikola Tesla

## RESUMO

Este relatório fomenta os conceitos sobre a criação de Projetos de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão (MPCCS) adquiridos durante o estagio supervisionado na empresa Interest Engenharia. Será exemplificado o projeto de um Vão do Complexo Termelétrico de José de Alencar, que deverá ser instalado no Ceará, com a finalidade de gerar energia alternativa, se interligando a rede básica Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) através da Subestação (SE) de Cauípe.

**Palavras-Chaves:** Transmissão, Comando, Controle e Proteção.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
SE	Subestação Elétrica
EDI	Equipamento Inteligente Digital
MPCCS	Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão
NOS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
TR1	Transformador 1
TR2	Transformador 2
TR3	Transformador 3
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
UC	Unidade de Controle
UP	Unidade de Proteção
RDP	Registrador Digital de Perturbação
87B	Relé Diferencial de Barra
50BF	Relé de Falha de Disjuntor Instantâneo
52X	Disjuntor de Transferência
89.1X	Seccionadora 89.1 do vão de transferência
89.2X	Seccionadora 89.2 do vão de transferência
PSL	Programmable Scheme Logic
CTJA	Complexo Termelétrico de José de Alencar

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
2	Apresentação da Empresa.....	10
3	O Sujeito do Estágio.....	11
4	Desenvolvimento do Projeto .....	12
4.1	Diagrama Funcional.....	14
4.1.1	Diagrama Unifilar de Medição e Proteção .....	14
4.1.2	Distribuição de Polaridade.....	16
4.1.3	Entradas e Saídas Digitais .....	17
4.1.4	Relé de Bloqueio .....	18
4.1.5	Relés Auxiliares.....	18
4.1.6	Circuitos de fechamento e abertura do Disjuntor .....	18
4.1.7	Diagramas Lógicos .....	19
4.2	Diagrama de Fiação .....	19
4.3	Diagrama de Interligação .....	20
5	Conclusão.....	21
6	Referências Bibliográficas.....	22
7	Anexos.....	23

# 1 INTRODUÇÃO

Para que se assegure a transmissão de energia contínua, os elos da geração, transmissão e distribuição tem que estar perfeitamente ligados entre si e em operação. Isto significa que todos os elementos de um sistema de potência são importantes: um isolador é tão importante quanto um disjuntor, e o mau funcionamento de um acarretará o mau funcionamento do sistema como um todo.

Um dos ramos que mais cresce na Engenharia Elétrica de Potência é a **Proteção e Controle**. A eficiência e velocidade da Proteção e Controle têm sido substancialmente elevadas graças aos Equipamentos Digitais Inteligentes (EDI), que devem atuar para que as faltas sejam rapidamente isoladas e que o sistema seja minimamente afetado.

Os EDIs mais importantes aos sistemas de potência são os relés de proteção e as unidades de controle. Em conjunto, protegem não somente contra faltas naturais como também contra erros humanos. De uma maneira similar, o EDI deve garantir controle seguro e confiável incluindo intertravamento, religamento eficiente e manuseio de informações sempre com o intuito de minimizar o efeito de uma perturbação. Proteção duplicada, retaguarda local ou remota pode ser utilizadas para melhorar a confiabilidade.

Com a evolução da tecnologia os relés tornaram-se equipamentos digitais versáteis e muito mais seguros que os antigos relés eletromecânicos, que ainda se encontram em operação dentro de algumas subestações de energia.

De maneira a aperfeiçoar a confiabilidade e segurança para a máxima confiança de rede é necessário que se projete, selecione as EDIs para cada tipo de falta, aplicação e condições operacionais.

## 2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A **Interest Engenharia Limitada**, fundada em 1990, é uma empresa de projetos, consultoria, acompanhamento e fiscalização de obras, referentes a sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

O seu corpo técnico é formado por engenheiros e técnicos especialistas, com reconhecida experiência, que se destacaram durante a sua carreira profissional, nas áreas de estudos, projetos e implantação de sistemas elétricos de potência, envolvendo-se diretamente com vários empreendimentos de destaque da engenharia nacional.

As áreas de atuação podem ser divididas em duas: Projetos e estudos de engenharia e Engenharia de campo. Na primeira área, fornece diversos serviços referentes a:

- Subestações de alta e extra-alta tensão, tais como projetos básico e executivo;
- Projetos de recapacitação para substituição de sistemas de proteção eletromecânicos ou estáticos por sistemas digitais;
- Especificações de sistemas de medição, proteção, comando, controle e supervisão;
- Assessoria no processo de aquisição de equipamentos e materiais, etc.
- Usinas Hidrelétricas e Termelétricas, tais como projetos básico e executivo de medição, proteção, comando, controle e supervisão;
- Estudos de coordenação e seletividade de proteções, etc.

Já na área de Engenharia de Campo, oferece os seguintes serviços:

- Gerenciamento e acompanhamento de obras; fiscalização de usinas e subestações em operação; fiscalização de montagem;
- Recapacitação para substituição de sistemas de proteção eletromecânicos ou estáticos por sistemas digitais; inspeção técnica de materiais e equipamentos elétricos;
- Comissionamento de equipamentos.

### 3 O SUJEITO DO ESTÁGIO

O estágio, cuja duração foi de quatro meses com carga horária de 40 horas semanais, pode ser dividido basicamente entre duas fases. Na primeira, equivalente ao primeiro mês, ou seja, agosto de 2010, a estagiária dedicou seu tempo à compreensão do funcionamento de subestações, através do estudo dos diagramas que fazem parte do projeto de uma subestação.

Na segunda fase, iniciaram-se os projetos e foi feita uma divisão por vãos da SE José de Alencar, empreendimento do Complexo Termelétrico de José de Alencar (CTJA) que será construído no Ceará, sendo interligada ao sistema básico CHESF através da SE de Cauípe, onde cada projetista se encarregou de um dado vão, devido à complexidade do projeto.

A construção do CTJA não foi iniciada, tendo previsão para 2011, mas a montagem dos painéis já foram iniciadas sendo mostrados aspectos físicos no Anexo XVI.

Ao se elaborar o projeto é que, de fato, podem-se fixar os conceitos relativos às subestações. Tarefas exercidas na elaboração do projeto:

- Diagramas funcionais;
- Diagramas lógicos;
- Diagramas de Interligação e Lista de cabos;
- Lista de pontos do sistema digital – Nível 1;
- Projeto dos painéis:
  - Lista de material;
  - Lista de etiquetas;
  - Vistas e cortes;
  - Diagrama topográfico de fiação.

Neste relatório será exemplificado o projeto referente ao Vão de transferência denominado Vão X, do setor de 230 kV e lógicas de proteção.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Antes do início do projeto, foi feito um estudo dos diagramas funcionais padrão CHESF de SEs de 230 kV. Primeiramente, foi feito um estudo das SEs, de acordo com o padrão convencional, onde são empregados equipamentos digitais

Foram feitas várias análises nos vãos (também referidos por *bays*) para fixar os conceitos e entender como o sistema funciona e está interligado, a fim de haver a familiarização com a nomenclatura e simbologia concernentes ao projeto.

A SE José de Alencar, será construída para elevar a tensão dos geradores da Usina e interligá-los, através da linha Cauípe, à SE de Cauípe (rede básica CHESF).

Para a elaboração do projeto de MPCCS, foi feita a divisão deste por vão, isto é, cada componente da equipe participou da elaboração dos diagramas funcionais, de interligação e de fiação de um vão do CTJA. Para iniciar o projeto executivo de MPCCS é necessário obter diversas informações e documentação técnica, tais como:

- Esquemas internos e diagramas de fiação de todos os equipamentos de pátio;
- Catálogos técnicos detalhados das unidades de proteção e controle;
- Catálogos técnicos dos relés auxiliares e todos os componentes a serem aplicados na subestação;
- Projeto Básico da subestação;
- Projeto executivo padrão.

A partir das informações adquiridas, inicia-se a elaboração dos três diagramas que compõem o projeto executivo de MPCCS, sendo eles o diagrama funcional, o de fiação e o de interligação, tendo previamente previsto a lista de pontos (alarmes e sinalizações que estarão inseridas nos painéis).

Nesta fase, tomando-se por base os Procedimento de Rede do ONS e das definições de projeto, elabora-se a lista de pontos de Nível 1. Estes pontos são uma relação contendo todos os alarmes a serem monitorados pela unidade de controle e de proteção e são necessários para o controle e supervisão das SEs.

No caderno do diagrama funcional, são mostrados todos os equipamentos e suas ligações e toda a lógica necessária para o funcionamento da subestação. Todavia, são mostradas nesse diagrama apenas as ligações por funcionalidade, ou seja, ele não

expressa exatamente como os componentes estão interconectados na prática. A seguir, desenha-se o diagrama de fiação que contém todas as ligações internas ao painel e inclui também a lista dos materiais usados. Por fim, elabora-se o diagrama de interligação, que contém todas as ligações entre o painel e os equipamentos de pátio ou entre painéis de diferentes vãos.

Para realizar esse tipo de trabalho, a organização e a padronização são fundamentais, já que é necessária muita eficiência para se cumprir os prazos e fornecer um trabalho de qualidade.

É importante frisar que o estabelecimento de uma metodologia leva certo tempo para que se definam as arrumações, desenhos, relés, etc. À medida que o projeto ia sendo desenvolvido, melhorias eram propostas, e as metodologias eram modificadas. No entanto, as mudanças de metodologia não podem ser muito freqüentes ou profundas, já que interferem no andamento do projeto. São muito relevantes também a organização e a interação entre os projetistas, visto que os vãos estão altamente interconectados e dependentes um do outro.

Os projetistas executam o projeto com caneta e papel, e após desenhá-los à mão, os desenhos são passados para os profissionais especializados em plantas digitais (conhecidos no meio como cadistas), que digitalizam as plantas redesenhando-as em um software especialista (Autodesk AutoCAD®). Eram necessárias pelo menos três canetas para projetar: uma de tinta vermelha, outra verde e outra amarela (um marcador de texto). Para fazer os desenhos, imprimem-se algumas folhas para servir como modelo e evitar muitos desenhos manuais. Estes modelos são oriundos de projetos anteriores similares, caso já tenha havido; caso contrário, os desenhos eram feitos a partir de uma folha em branco. Usa-se a caneta vermelha para acrescentar novas ligações e verde para removê-las.

Depois que os projetistas recebem os desenhos feitos no computador, eles são comparados com o original para saber se houve erros na digitalização. O desenho original é então “amarelado” (riscado com o marca texto), significando que as ligações já foram verificadas. Quando há diferenças, altera-se o desenho novo com as canetas verde ou vermelho e a folha é repassada para o cadista.

Uma SE é representada pelo seu diagrama unifilar, onde é dividida em setores, e cada setor é organizado em vãos que são denotados em geral por uma letra, como pode ser visto no Anexo 1 (diagrama unifilar completo do setor 230 kV). Um vão é um trecho

da subestação, que contém uma ou mais chaves e outros equipamentos e que possuem uma determinada função, a depender do seu tipo.

No Anexo 1, há os seguintes tipos de vãos:

- Vão de linha: Y no setor de 230 kV.
- Vão do transformador: vãos A, B e C 230 kV.
- Vão de transferência: X no setor 230 kV.

Na SE José de Alencar, conforme figura Anexo I, o setor de 230 kV emprega o arranjo de barra dupla a quatro chaves, que permite que os vãos sejam alimentados por qualquer um dos barramentos, o que faz aumentar a confiabilidade e flexibilidade operacional do sistema. É estabelecido pelos procedimentos de rede do ONS este tipo de arranjo para SEs a partir de 230 kV. (ONS, 2000)

Na hachura do Anexo I, o setor selecionado corresponde ao vão de transferência. A principal característica desse vão é que, ao operar com o disjuntor fechado, permite que os outros vãos sejam alimentados por qualquer um dos barramentos. O disjuntor do vão de transferência pode substituir por vez qualquer outro disjuntor de outro vão, substituindo assim todas as proteções necessárias do vão transferido para o seu disjuntor.

## 4.1 DIAGRAMA FUNCIONAL

O diagrama funcional inclui todas as funções existentes e mostra as ligações dos equipamentos, mas não significa que a ligação física esteja dessa mesma forma. É esse caderno que representa como funciona a SE. Ele contém os diagramas lógicos usados para programar os equipamentos digitais que participam das funções de controle e proteção da SE.

O projeto consiste em desenvolver as páginas contendo as funções listadas a seguir.

### 4.1.1 DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

Nessa folha são mostrados quais enrolamentos dos TCs e TPs são usados para a função de proteção (ligado na unidade de proteção) e de medição de grandezas elétricas

(ligado na unidade de controle), tais como corrente, tensão, potência. É especificado também quais proteções serão usadas, assim como unidade de controle e oscilógrafo. No Anexo II pode-se observar o Diagrama Unifilar de Medição e Proteção do Vão X – Vão de Transferência, Setor 230 kV.

Através deste diagrama é possível identificar os equipamentos de Controle e Proteção usados para o projeto do Vão:

- Unidade de Controle (UC);
- Unidade de Proteção (UP3 P742);
- Unidade de Proteção Central (UP3-C P741);
- Oscilógrafo (RDP);
- Oscilógrafo Central(RDP-C);
- Blocos de Teste (BT1, BT2, BT3 e BT5).

A Unidade de Controle, como o próprio nome sugere, é o equipamento responsável pelo controle e comando dos demais equipamentos, como seccionadoras e disjuntores. Também faz a sinalização dos estados de operação dos equipamentos e a aquisição de valores de corrente e tensão dos TCs e TPs, fazendo assim o processamento dos dados. São usados blocos de testes entre as ligações dos enrolamentos dos TCs e TPs e a UC com o intuito de protegê-la de possíveis falhas que ocorram nos circuitos desses equipamentos. Os BT se assemelham a um agrupamento de chaves conectadas, onde se muda a posição de todas de uma só vez.

O registrador digital de perturbação (oscilógrafo) permite que se registrem dados em memória não volátil, durante a ocorrência de anomalias (faltas). Esses dados são então utilizados para a impressão de tabelas, geração de gráficos ou transferência para uma interface externa. As grandezas coletadas são selecionadas e associadas aos eventos que causaram os seus registros. Diversas grandezas podem ser coletadas simultaneamente.

O RDP-C é o registrador central, os RDPs dos vãos adquirem os dados e os enviam via fibra ótica para a central para o RDP-C, e esta os processa. (Reason, 2008)

A UP3-C é uma unidade de proteção central, recebe constantemente os dados de todas as UP3 dos outros vãos via fibra ótica, e compara os valores recebidos. Quando detectada alguma diferença nos valores dessa leitura, este relé é ativado, e instantaneamente manda informação de ação (*trip*) para as UP3 de todos os vãos.

Na detecção de uma falta, a UP3-C manda abrir todos os disjuntores conectados a essa barra (limpa a barra).

As unidades de proteção são escolhidas de acordo com o tipo de vão que elas protegerão. No caso do vão de transferência é usado um relé de proteção com as seguintes funções:

**87B – Relé diferencial de Barra:** O relé diferencial funciona por uma percentagem ou ângulo de fase ou outra diferença quantitativa de correntes elétricas ou de outras grandezas elétricas (AREVA, 2009). Na detecção de uma falta no barramento por esse relé, instantaneamente é enviado a todos os disjuntores ligados a eles a informação de *trip* isolando assim o barramento.

**50BF – Relé de falha de disjuntor:** Essa proteção é ativada quando um disjuntor falhar (disjuntor não abriu) na informação de *trip*.

Na detecção de falha de disjuntor, este relé manda *trip* para todos os disjuntores ligados a barra (limpa a barra), e *transfer trip* se o disjuntor que falhar for o do vão de linha ou de transformador, mandando assim abrir o disjuntor adjacente da linha ou o do outro lado do transformador (AREVA, 2009).

Na lógica é garantido que toda vez que alguma proteção der *trip* em um disjuntor, também seja enviada a informação de partida de falha, pois caso ele falhe, essa proteção já estará pronta para atuar.

**End Fault** – Este relé detecta faltas em zonas mortas, ou seja, no caso de um disjuntor já aberto. Ocorrendo uma falta entre o disjuntor aberto e o TC, por exemplo, como o trecho não é protegido pelos outros relés, a função *End Fault* é sensibilizada dando *trip* nos demais disjuntores que possam alimentar a falta (AREVA, 2009)

#### 4.1.2 DISTRIBUIÇÃO DE POLARIDADE

Esta parte é então elaborada para definir de onde vêm as tensões que alimentam os circuitos de certas funções. Essas tensões são supervisionadas por relés auxiliares de falta de tensão, que indicam se há uma falta de tensão no barramento CC.

Pelo Anexo III é possível perceber a redundância de alimentação do painel, (painel alimentado por dois circuitos CC) sendo essa redundância feita em todos os painéis da SE. Se qualquer circuito CC, por algum motivo não mais alimentar o painel tem-se outro circuito para não permitir a desenergização, já que os circuitos de comando e controle não podem em nenhum momento ficar sem alimentação.

#### 4.1.3 ENTRADAS E SAÍDAS DIGITAIS

As entradas digitais são conectadas a outros elementos de forma a se ter os alarmes definidos na lista de pontos. Para ligar os alarmes dos disjuntores e seccionadoras, analisa-se o seu esquema interno, onde estão os contatos que representam os alarmes desejados.

As saídas digitais são usadas para mandar informação para outros circuitos podendo ser do mesmo vão, ou de vãos diferentes. No vão de transferência, por exemplo, existem informações de atuação das proteções dos outros vãos no circuito da UP. Isto ocorre na transferência de um vão, pois as proteções do vão transferido deverão ser aplicadas ao vão de transferência, dado que este é o que irá realizar a proteção através do seu disjuntor.

##### **Entradas Digitais da UC**

Nas entradas digitais da UC, no Anexo IV pode-se perceber informações de posição de seccionadoras, estado de funcionamento do disjuntor como baixa de pressão de SF<sub>6</sub> do primeiro e segundo estágio, falta de tensão dos circuitos de equipamentos e de painéis, assim como outros alarmes não exemplificados neste Anexo.

##### **Saídas Digitais da UC**

Nas saídas digitais da UC, no Anexo V percebem-se contatos dispensados para o comando fechamento ou abertura de seccionadoras e disjuntor, comando de rearme do relé de bloqueio, e outros não demonstrados neste Anexo.

##### **Entradas Digitais da UP3**

Nas entradas digitais da UP3, no Anexo VI percebem-se, por exemplo, a informação de baixa de pressão de SF<sub>6</sub> do segundo estágio do disjuntor. Tal informação é fornecida através da saída digital da UC, através de contatos que sinalizam a posição de seccionadoras e disjuntor.

Também é observado que na função partida de falha de disjuntor todos os vãos da SE enviam contatos das suas UPs para a UP do vão de transferência. Isto se dá pois, se algum vão estiver transferido e a sua respectiva UP detectar a existência de falta, imediatamente é enviado para o relé de falha de disjuntor do vão de transferência que ouve informação de *trip*, pois se o disjuntor não abrir o circuito isolando a falta, é então enviada informação para todos os outros vãos abrirem seus disjuntores. Esta é a única forma para isolamento da falta, até que o disjuntor defeituoso seja desligado do circuito.

### **Saídas Digitais da UP3**

Nas saídas digitais da UP3, no Anexo VII percebe-se, por exemplo, a informação de atuação da proteção 50BF, e esse contato será usado para permitir a manobra das seccionadoras que isolam o disjuntor, pois só desta forma tem-se o disjuntor desligado do circuito.

#### **4.1.4 RELÉ DE BLOQUEIO**

O relé de bloqueio é acionado pela unidade de proteção, quando houver alguma falha detectada pela UP, e rearmado pela unidade de controle, na eliminação da falha, informação mostrada no Anexo VIII. Um dos contatos desse relé é ligado ao circuito do disjuntor, para que ele não feche em caso de alguma falha na linha ou no próprio disjuntor, sem que esta seja reparada.

#### **4.1.5 RELÉS AUXILIARES**

São relés eletromecânicos geralmente usados para multiplicar contatos, pois às vezes os contatos originais do relé não são suficientes. Relés auxiliares também são empregados para detectar faltas/falhas CC no final de potenciais. Eles podem ser acionados tanto por uma saída digital da unidade de controle quanto uma saída da unidade de proteção como mostrado no Anexo IX.

#### **4.1.6 CIRCUITOS DE FECHAMENTO E ABERTURA DO DISJUNTOR**

No circuito de abertura mostrado no Anexo X percebe-se o contato do relé de bloqueio que fora dito anteriormente. Já no circuito de fechamento nesse mesmo Anexo,

percebe-se que varias UPs de outros vão da SE enviam contatos para o circuito de abertura, isso se deve ao fato de que, quando disjuntor de transferência transferir algum vão, as proteções do vão transferido é que vão atuar sobre o disjuntor de transferência, enviando assim informações de *trip* na presença de faltas (AREVA, 2008).

#### 4.1.7 DIAGRAMAS LÓGICOS

São circuitos digitais que representam como os comandos são executados internamente aos equipamentos digitais, isto é, eles são usados para programar a unidade de controle e de proteção. Para implementar esses diagramas, é necessário compreender o funcionamento da SE, a fim de se produzir os alarmes nas saídas das unidades de controle ou de proteção.

Nos projetos da SE José de Alencar utilizou o relé de proteção AREVA P742. (ONS, 2000) A parametrização destes relés se dá numa interface chamada *Programmable Scheme Logic (PSL)* por meio do software *MICOM SI Studio*. Nesta interface definem-se quais proteções devem atuar e como devem atuar.

A finalidade do PSL é permitir ao usuário do relé configurar um esquema de proteção individual. Isso é obtido através do uso de portas lógicas e dispositivos de tempo programáveis.

Como exemplo, tem-se a figura do Anexo XI, que é a lógica para comandar o disjuntor. Pode-se observar que o intertravamento do disjuntor, de modo a liberar algum comando, só ocorre se não houver nenhum defeito no disjuntor. É mostrada no Anexo XII a lógica da UP3, para atuação de *trip*, rearme de *trip* e atuação de relé de bloqueio.

## 4.2 DIAGRAMA DE FIAÇÃO

Depois de feito o Diagrama Funcional, é elabora o Diagrama de Fiação. Geralmente segue-se essa sequência, pois o fabricante necessita deste digrama para começar a montagem dos painéis que serão instalados na SE.

Para cada vão associa-se pelo menos um painel, que é um tipo de *rack* onde ficam guardados e fixados alguns dos elementos de controle e proteção. Também é onde são feitas as ligações entre os dispositivos. Assim, são mostradas nesse diagrama todas

as conexões entre os relés, unidades digitais, disjuntores internos, régua de bornes, ou seja, tudo o que se encontra dentro do painel.

O diagrama de fiação engloba: a lista de material; a lista de etiquetas para identificar cada elemento no painel; as conexões da unidade de controle e de proteção, dos relés auxiliares, dos disjuntores internos e das régua de bornes.

De posse deste projeto o fabricante do painel executa a montagem de todos os dispositivos no painel e realiza testes de plataforma em fábrica, para saber se o projeto foi executado corretamente.

Para se fazer a fiação, é necessária a visualização dos equipamentos como mostra o Anexo XIII à visualização do painel, pois dessa forma, tenta-se fiar os equipamentos que estão interligados de forma a percorrer um menor caminho entre eles como no Anexo XIV.

### 4.3 DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

Esse caderno representa as ligações físicas entre os equipamentos, já que as ligações por funcionalidade já foram definidas, no Anexo XV tem a visualização dessas ligações.

São feitas as ligações entre os equipamentos de pátio (disjuntores, seccionadoras, TCs e TPs) e o painel, e os cabos dessas ligações são identificados por um determinado padrão.

Os nomes dos cabos são escolhidos a depender do tipo de ligação, se é entre painel e equipamento ou entre painéis.

Para completar os diagramas de certo vão, é necessário que os dos outros vão também estejam prontos, já que existe interligação entre eles.

## 5 CONCLUSÃO

Após quatro meses de duração do estágio curricular, conclui-se que o período do estágio foi de extrema importância para formação técnica, profissional e pessoal da estagiária. Foi prioritária a execução ótima das tarefas, sendo estas desenvolvidas com afinco e responsabilidade, contribuindo para o desenvolvimento e projeção da empresa. Procurou-se a assimilação de todas as instruções proporcionadas pelo estágio, focando-se a realização de um bom trabalho e a consolidação da estagiária como profissional da *Interest Engenharia*.

O foco principal do estágio foi a realização de projetos de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão (MPCCS) de Subestações Elétricas e Usinas Térmicas.

Como para este tipo de trabalho é necessária a compreensão do funcionamento de relés digitais, houve dificuldade por parte da estagiária nesse aspecto, visto que esse assunto não é abordado durante o período acadêmico.

Foram descobertos aspectos novos e importantes da profissão Engenheiro Eletricista, os quais só poderiam ser adquiridos com o desenvolvimento de uma atividade profissional prática, que se destine à aplicação dos conhecimentos adquiridos e oferta de novas modalidades de aprendizado. Muitas destas experiências não são possíveis no ambiente acadêmico, e neste aspecto reside à importância do estágio curricular.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AREVA T&D, MiCOM Differential Busbar Protection Relay - Technical Manual P74x/EN M/J74, 2009.

ONS – Procedimentos de Rede – Submódulo 2.6 e 2.7, 2000.

Interest Engenharia - Suape II/III - Projeto de MPCCS, 2009.

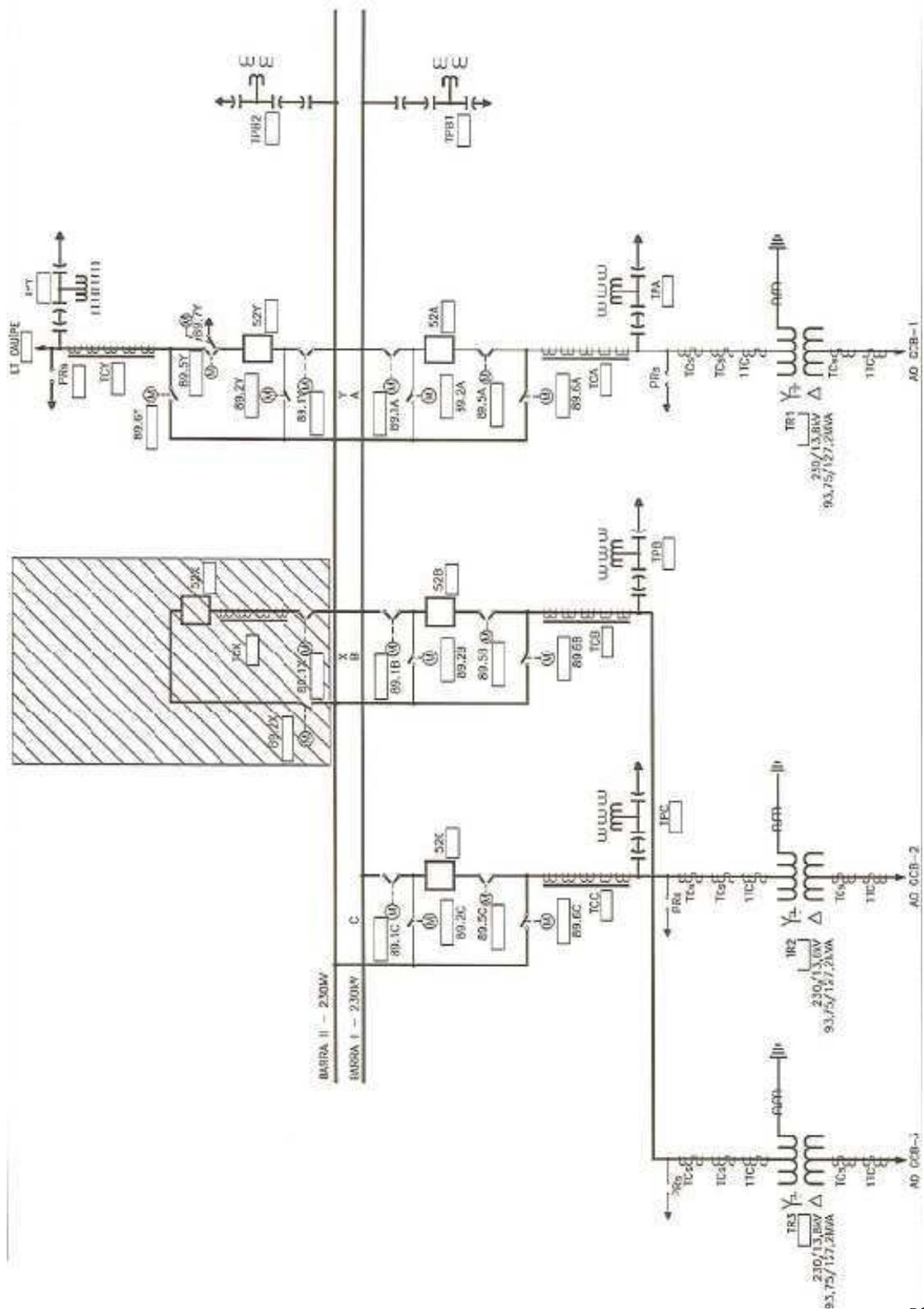
AREVA – Diagrama Elétrico Disjuntor SF<sub>6</sub>: Tipo GL313X – 245 kV – 49 kA – 31 mm/kV, 2008.

AREVA – Esquema Elétrico Seccionadores S2DA(T)/S3CVR, 2008.

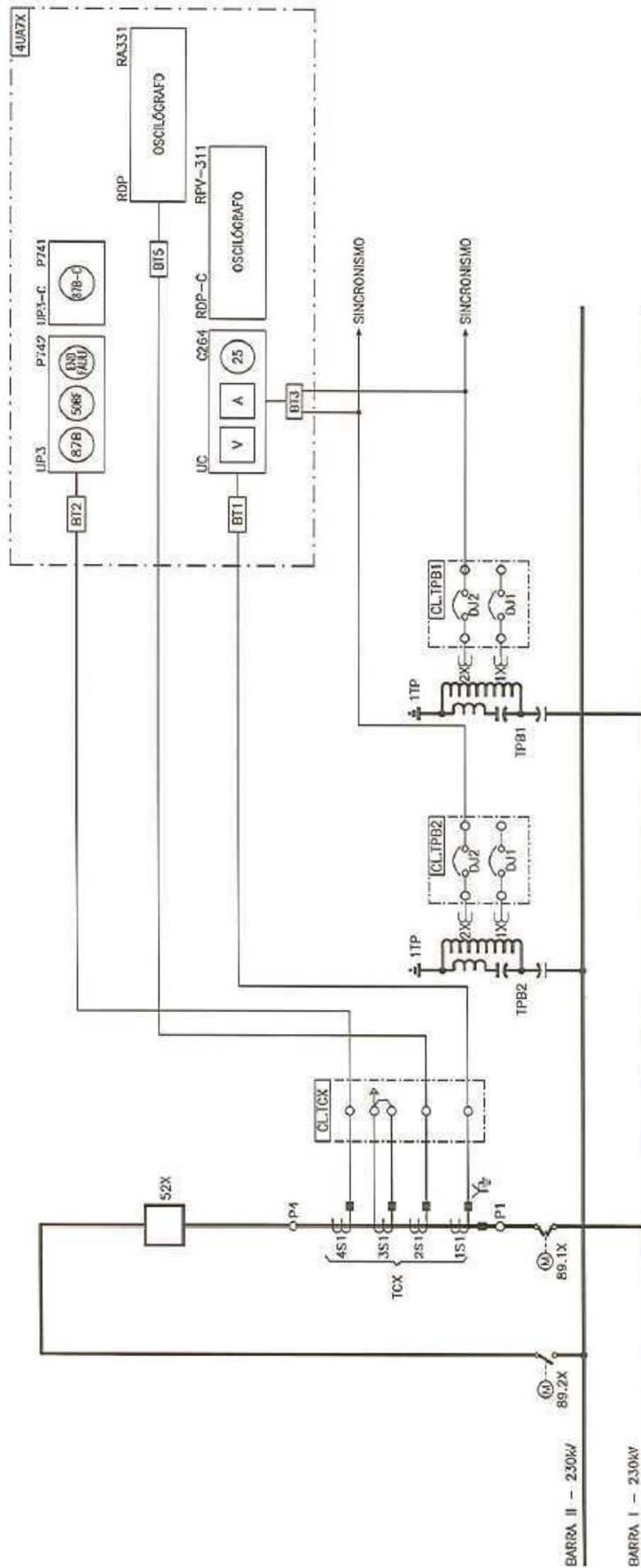
Reason – Manual de Equipamento – Registrador Digital de Perturbação RA331/RPV-331, 2008.

# 7 ANEXOS

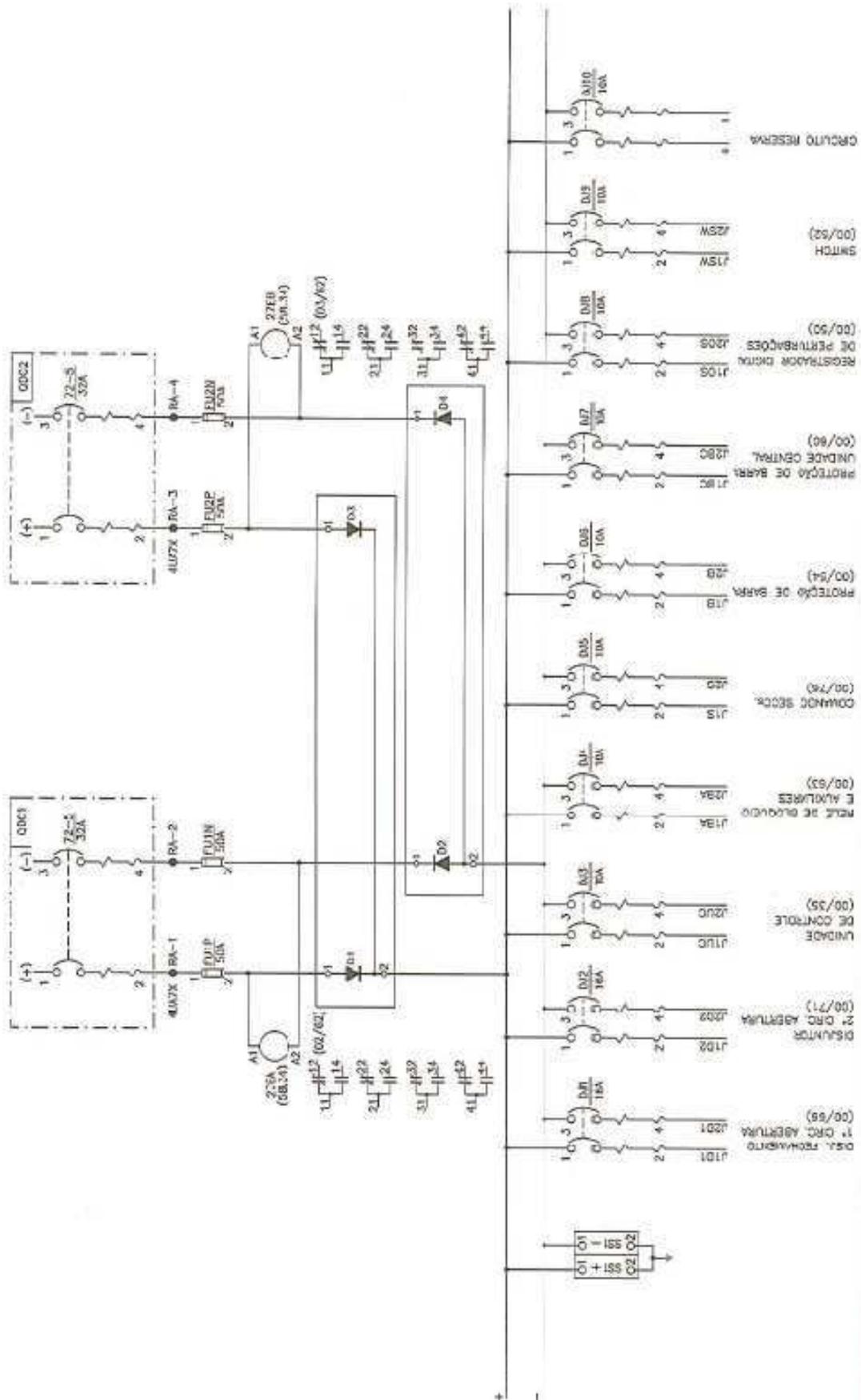
## Anexo I – Diagrama Unifilar da SE José de Alencar – Setor 230 kV.



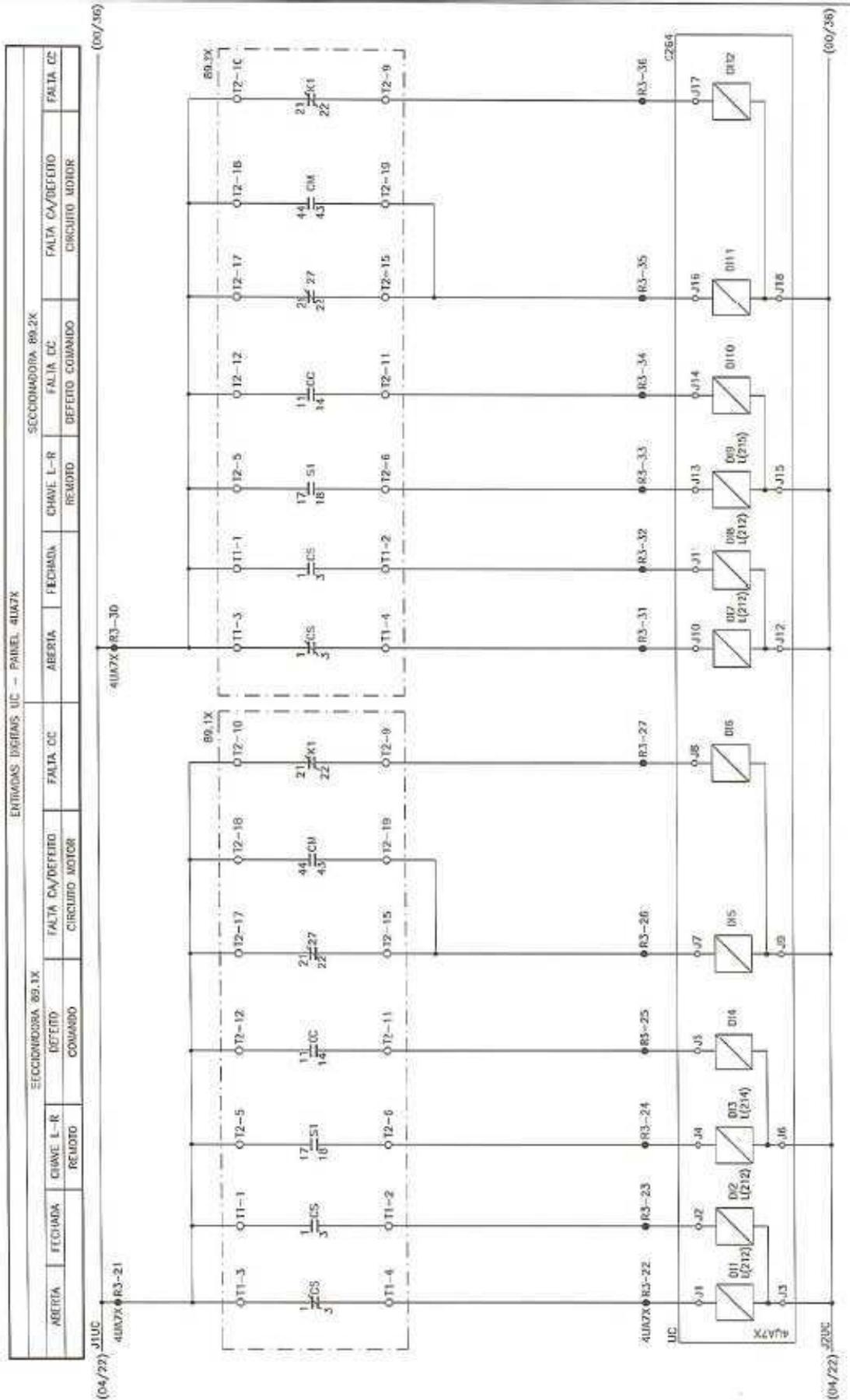
## Anexo II – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Vão de Transferência – Setor 230 kV.

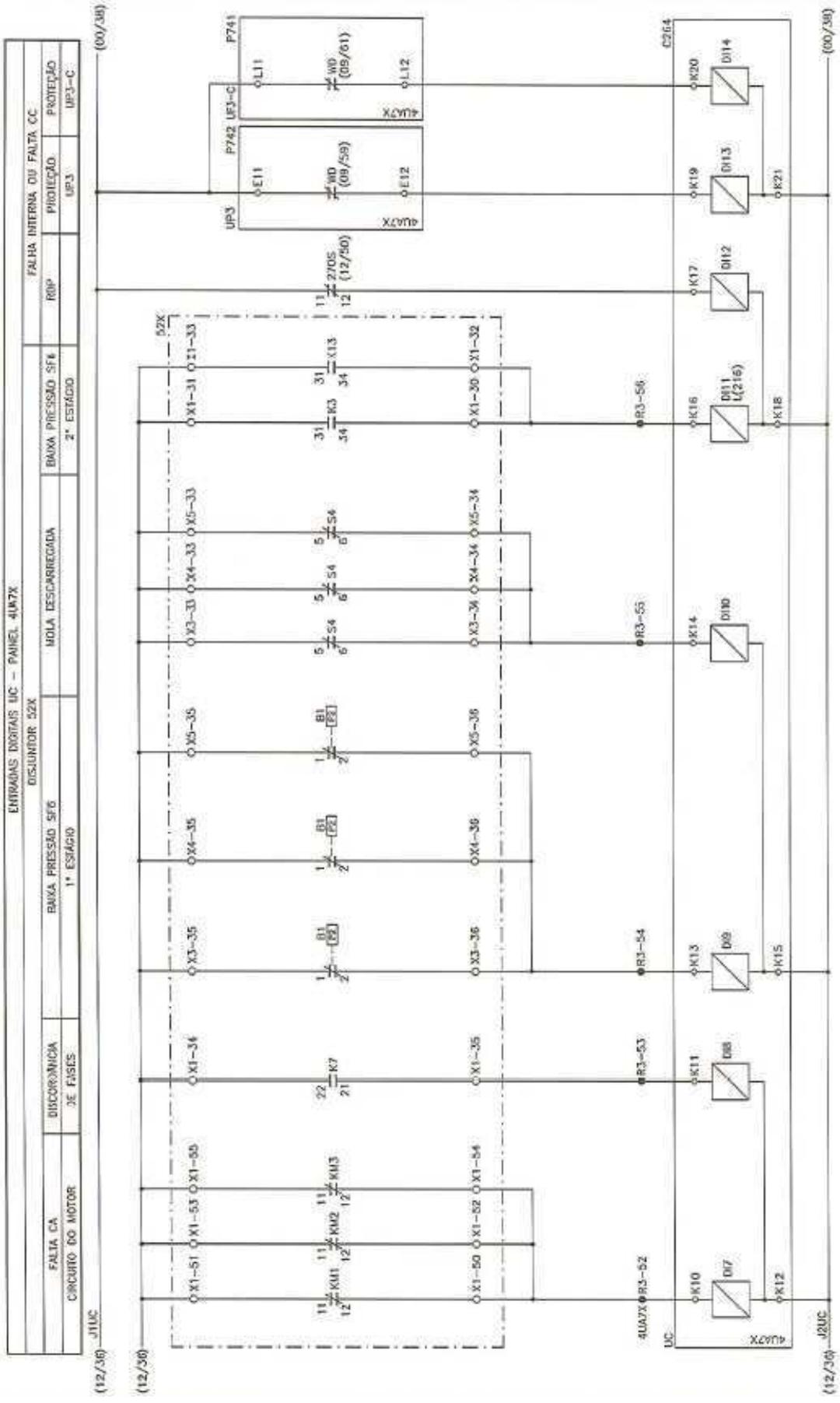


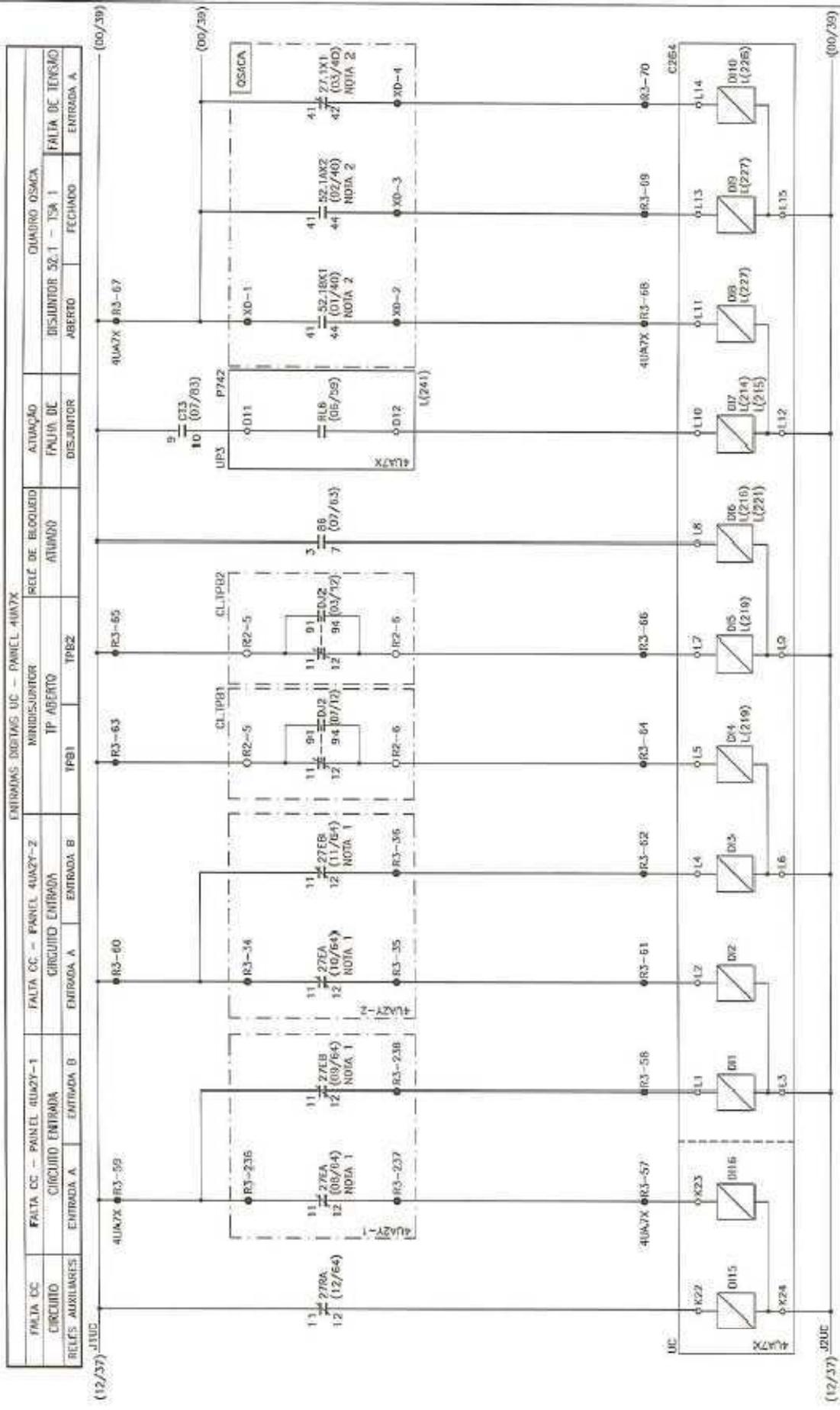
### Anexo III – Distribuição de Polaridades 125 Vcc



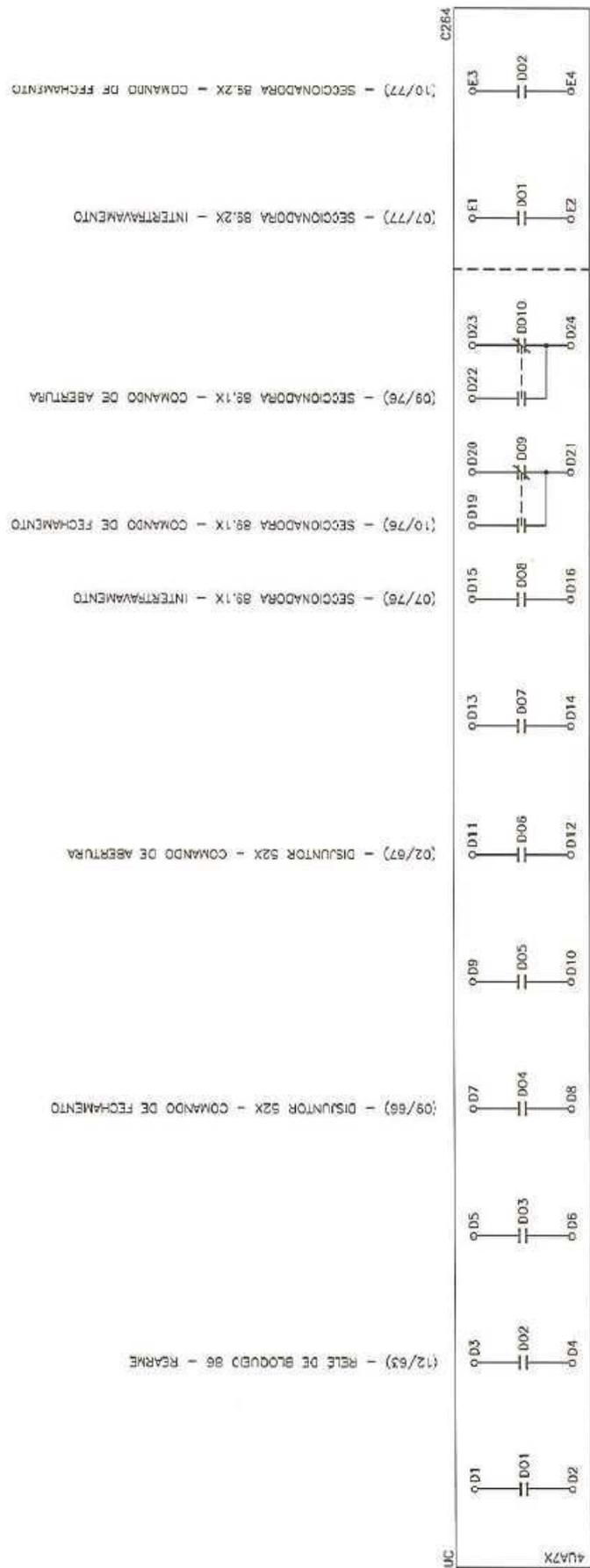
# Anexo IV – Entradas Digitais UC



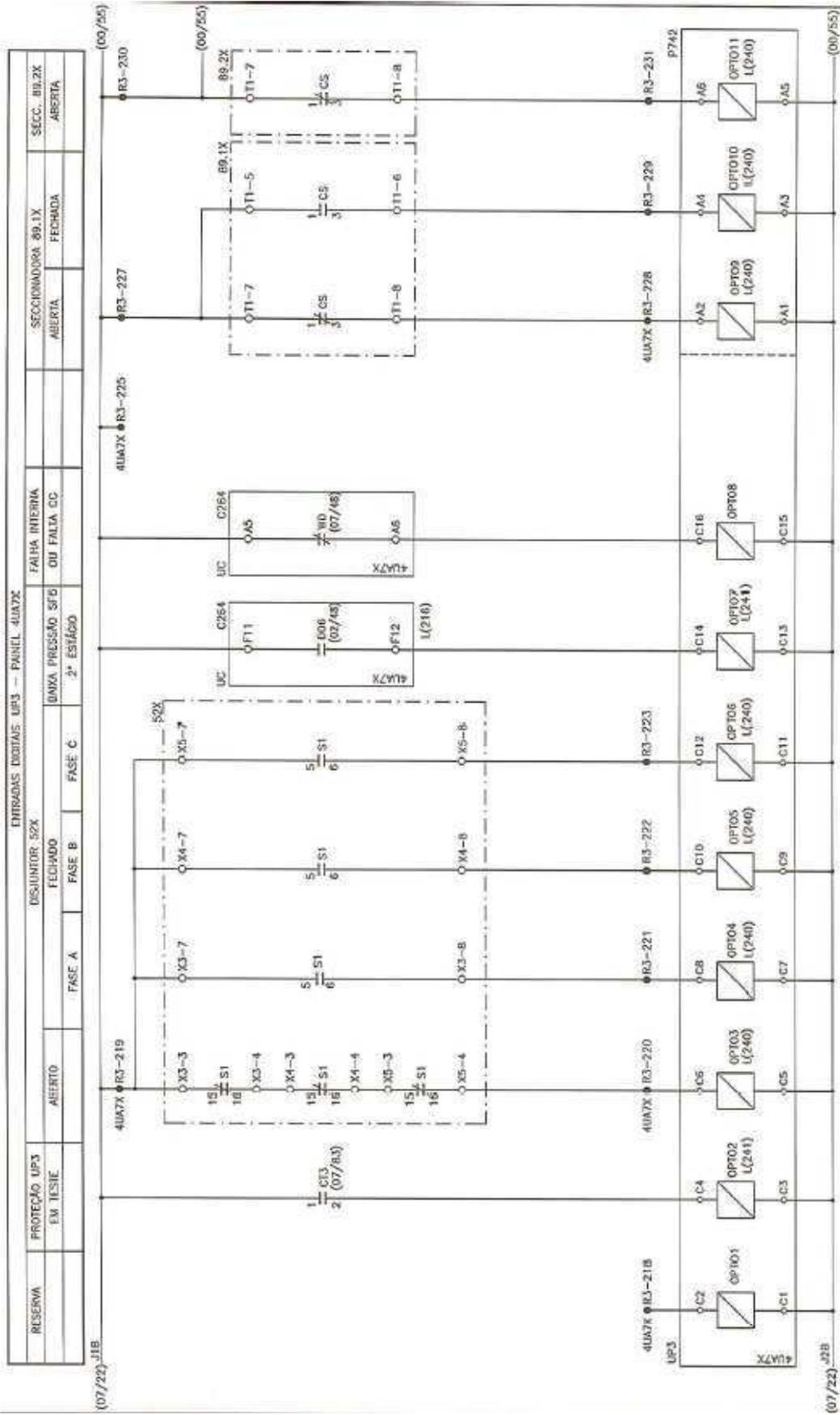


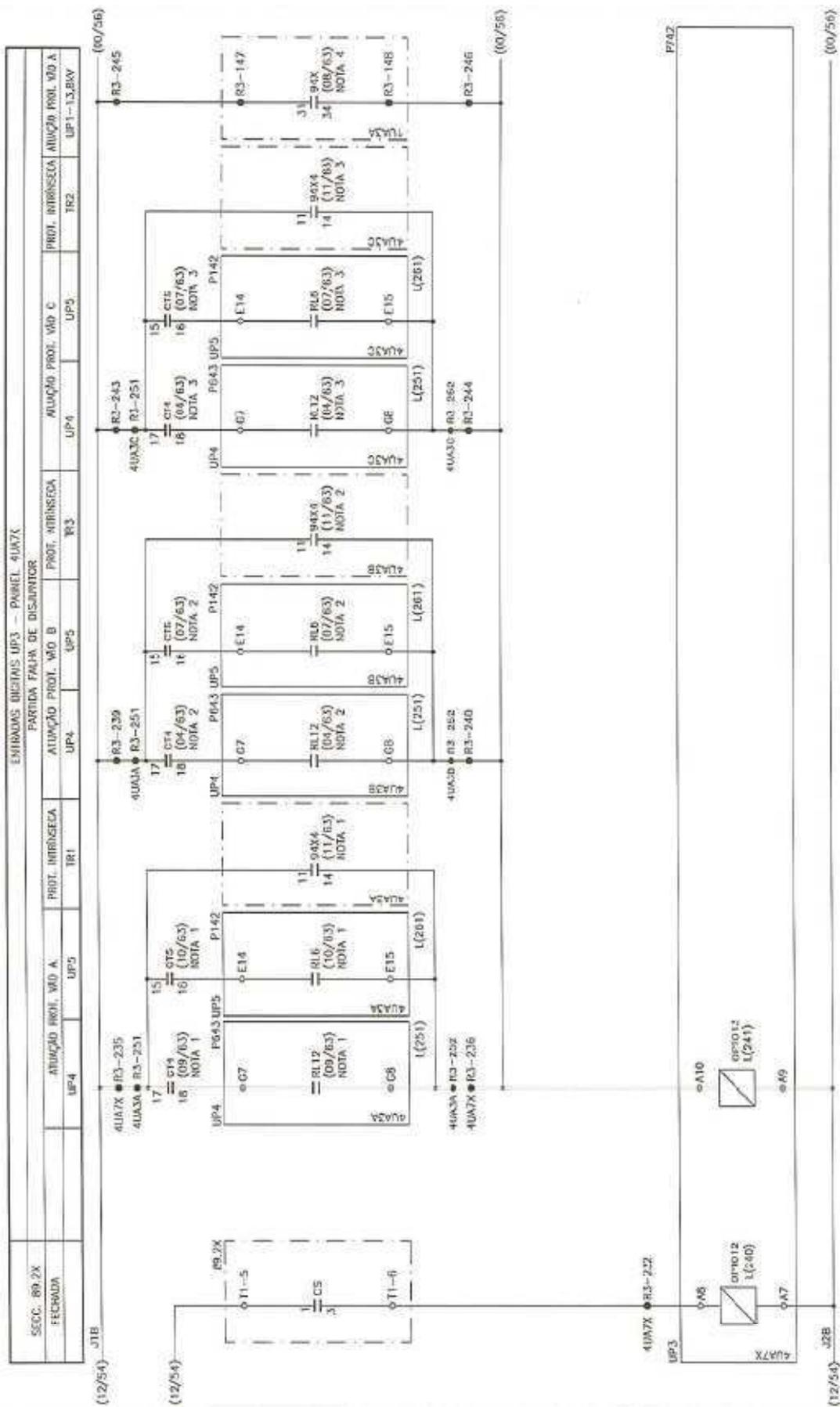


# Anexo V – Saídas Digitais UC

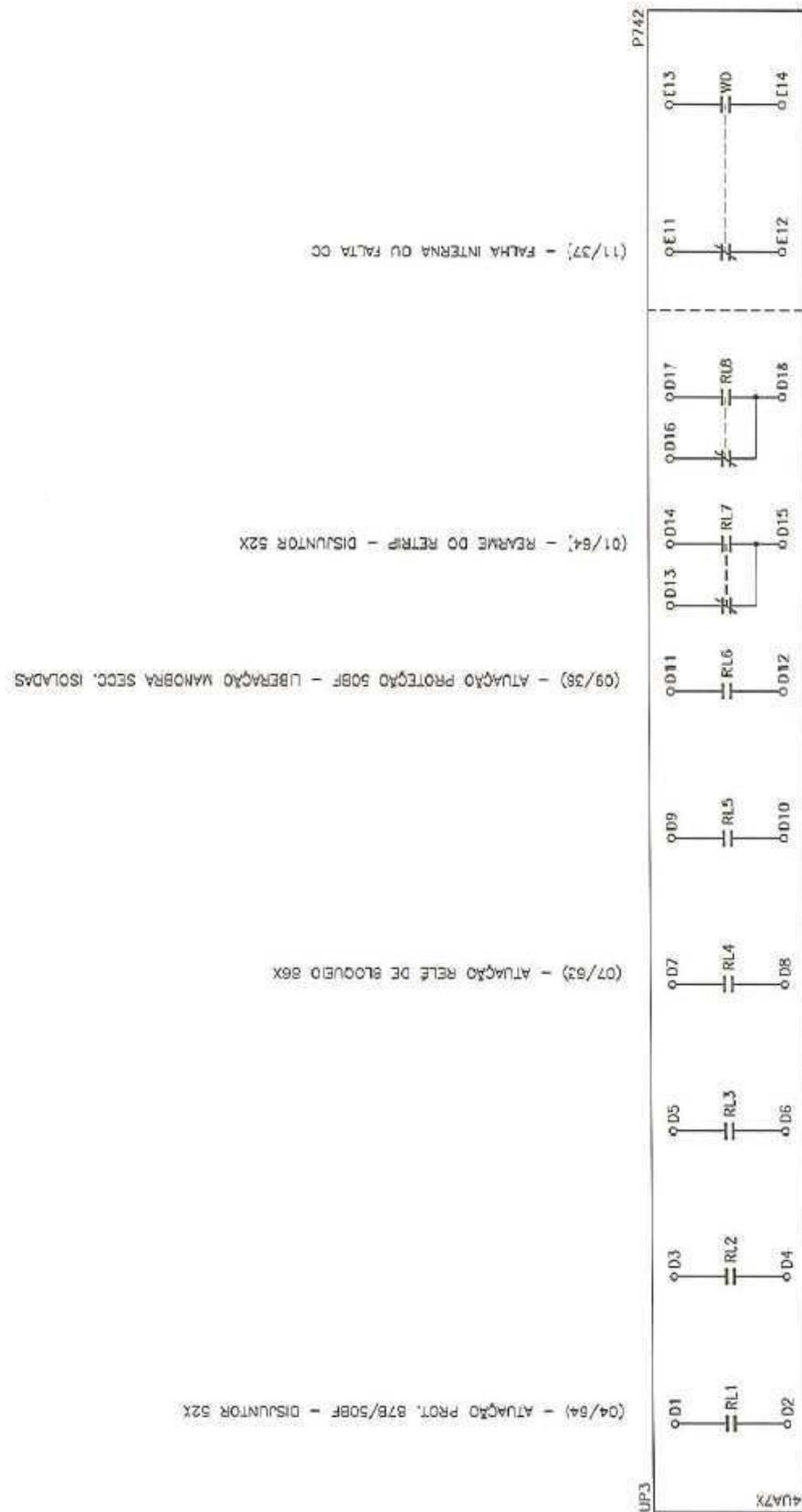


# Anexo VI – Entradas Digitais UP3

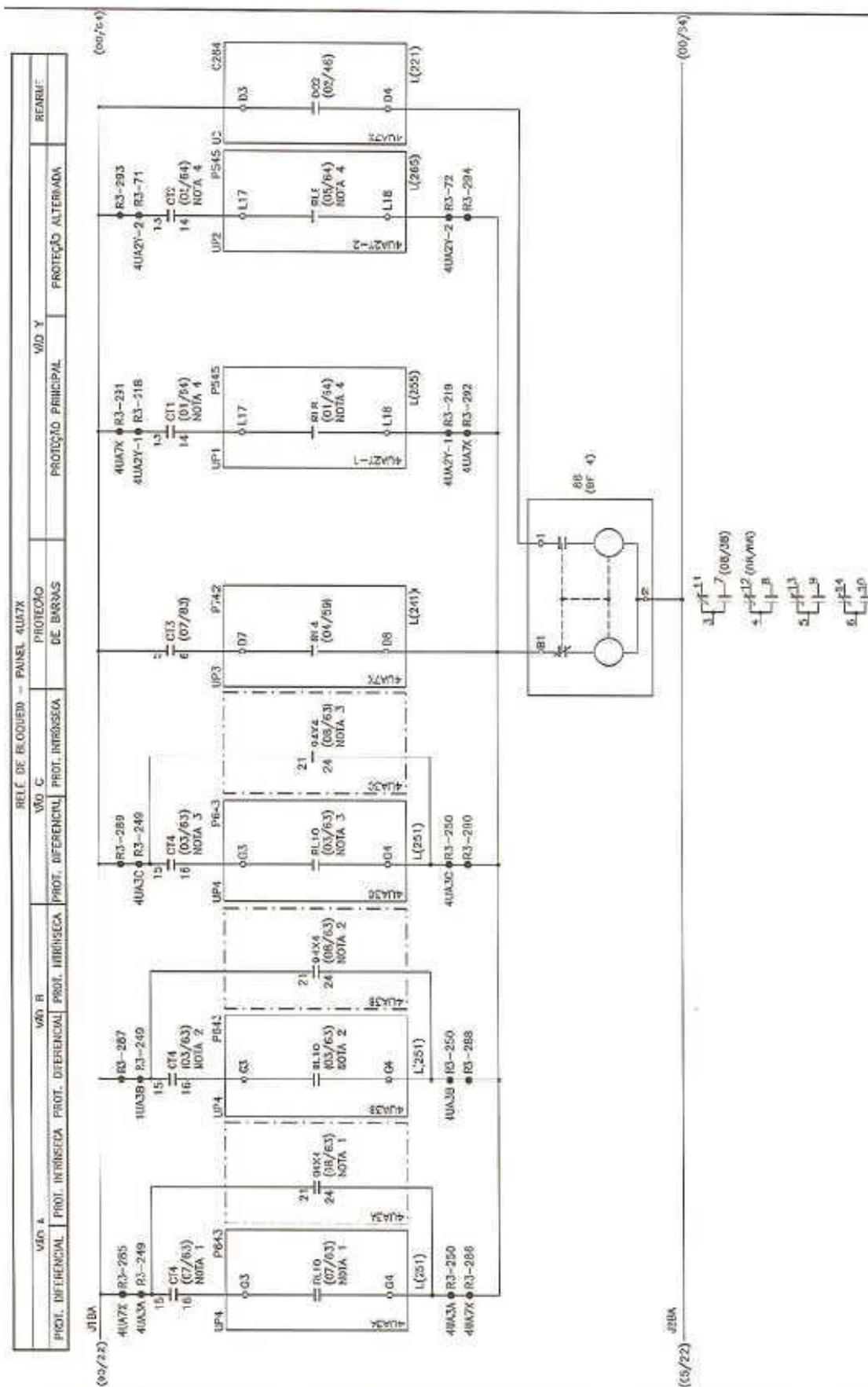




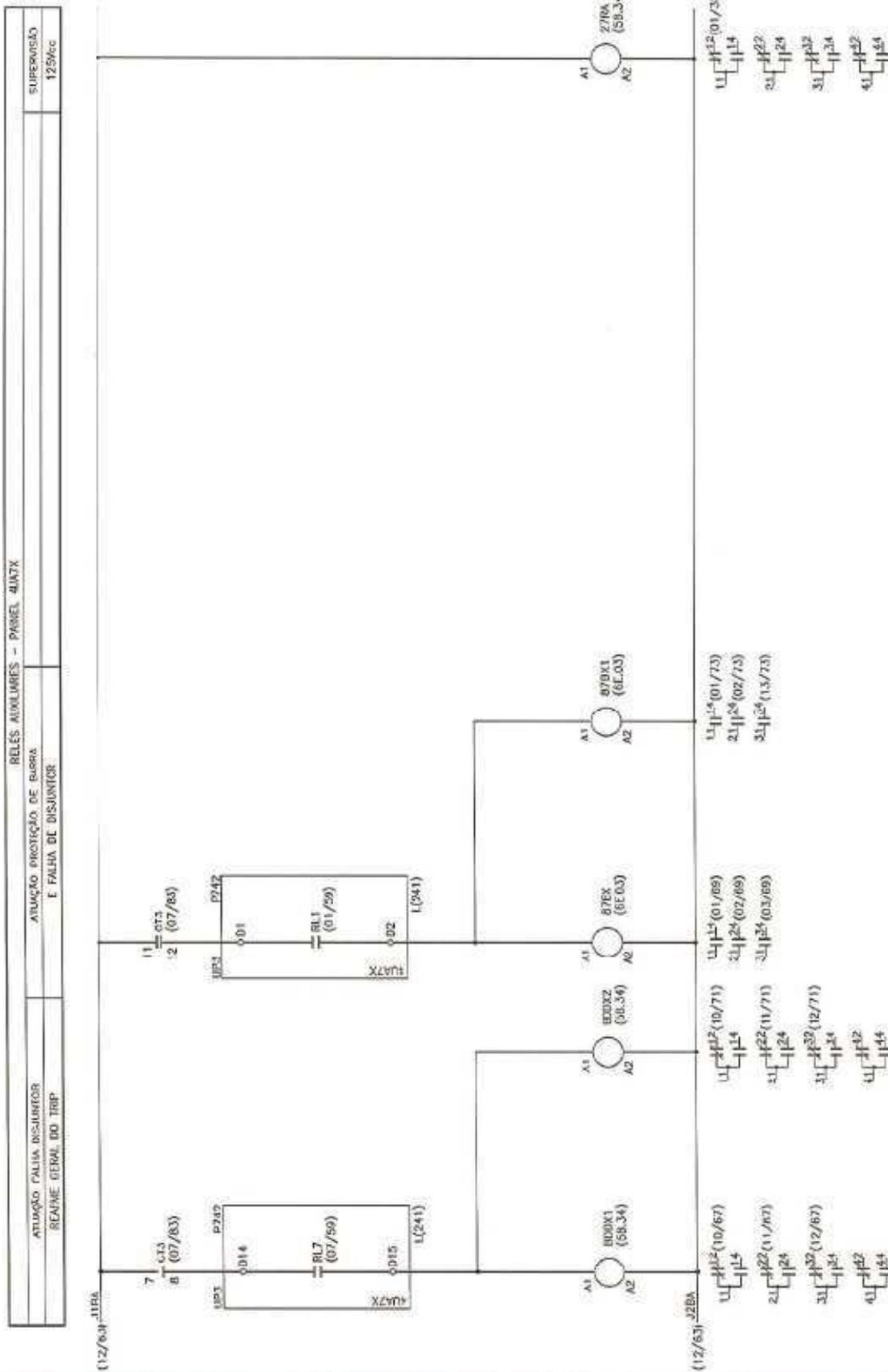
## Anexo VII – Saídas Digitais UP3



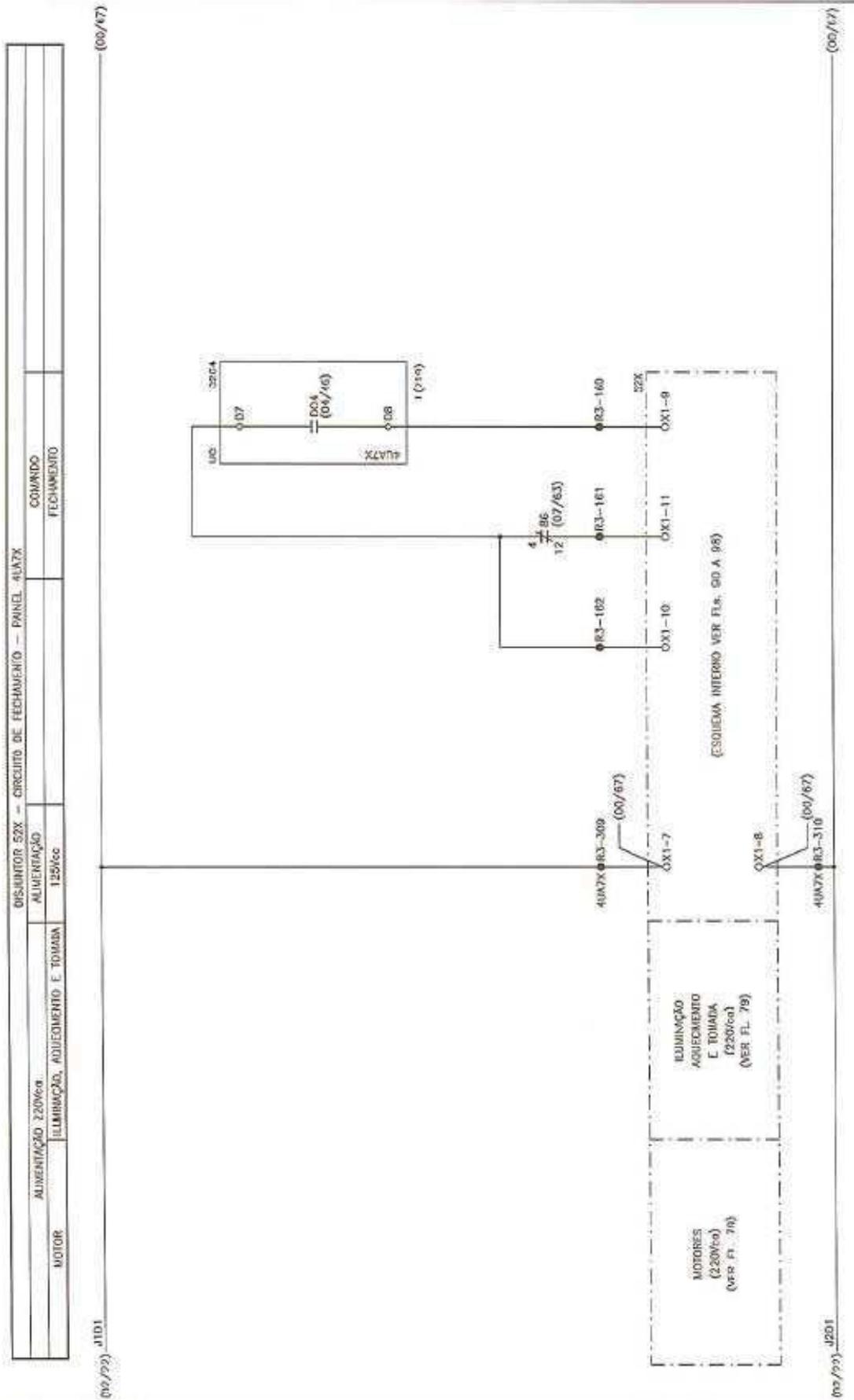
# Anexo VIII – Relé de Bloqueio

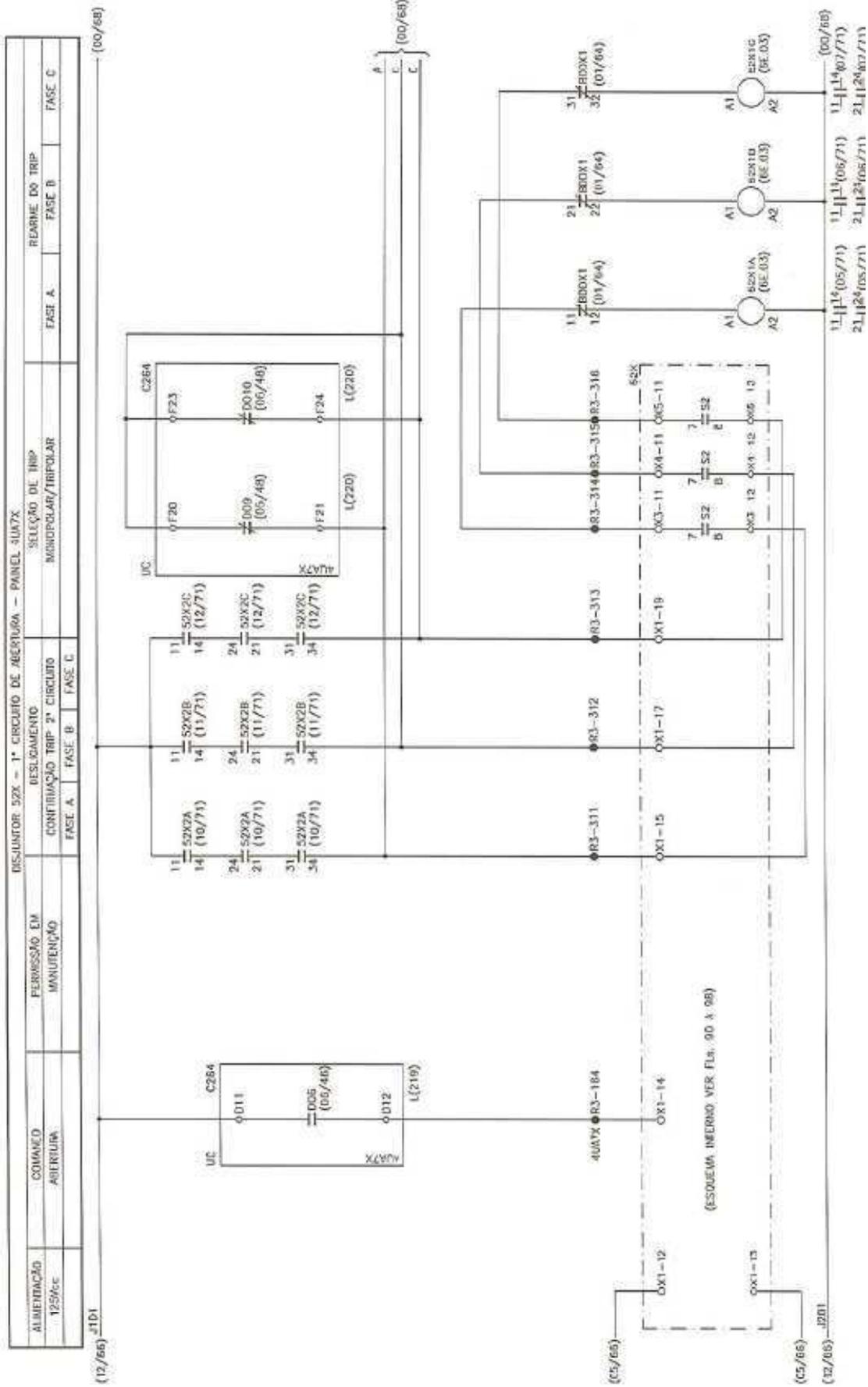


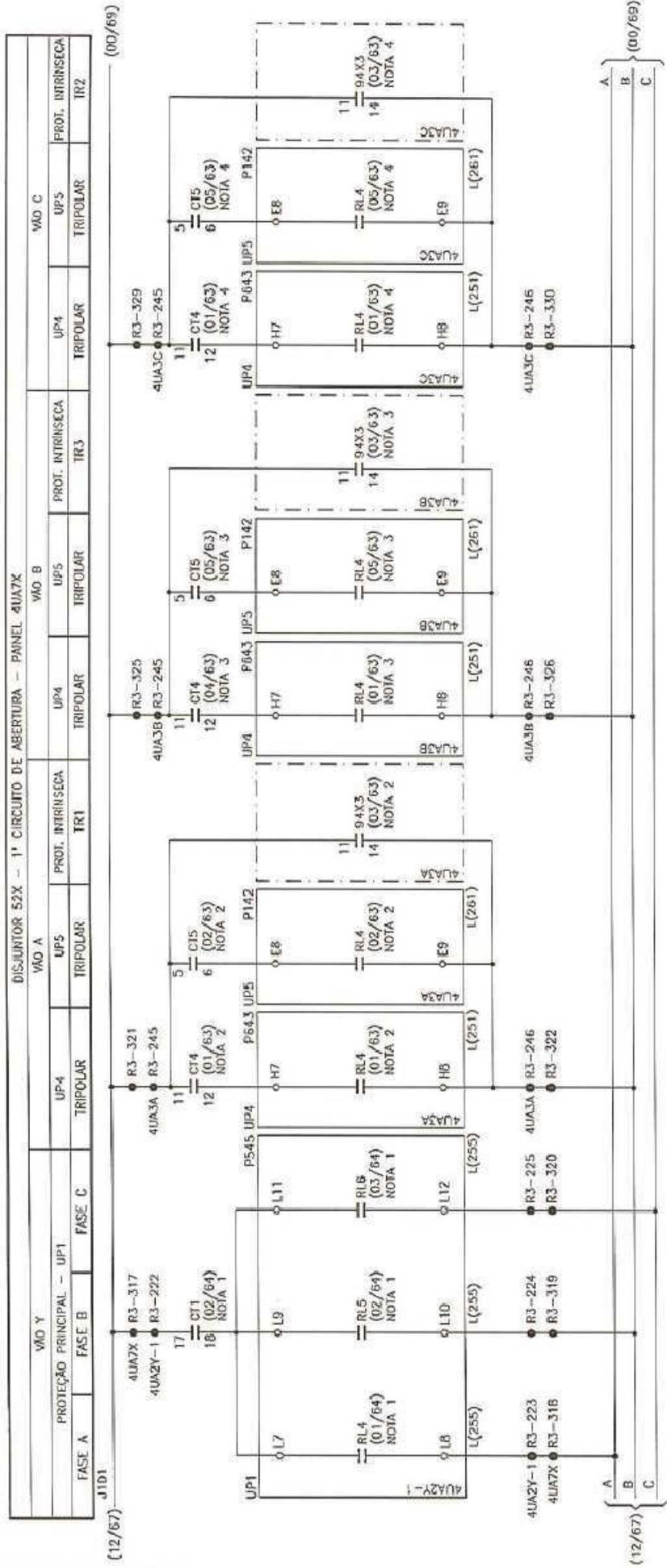
# Anexo IX – Relés Auxiliares



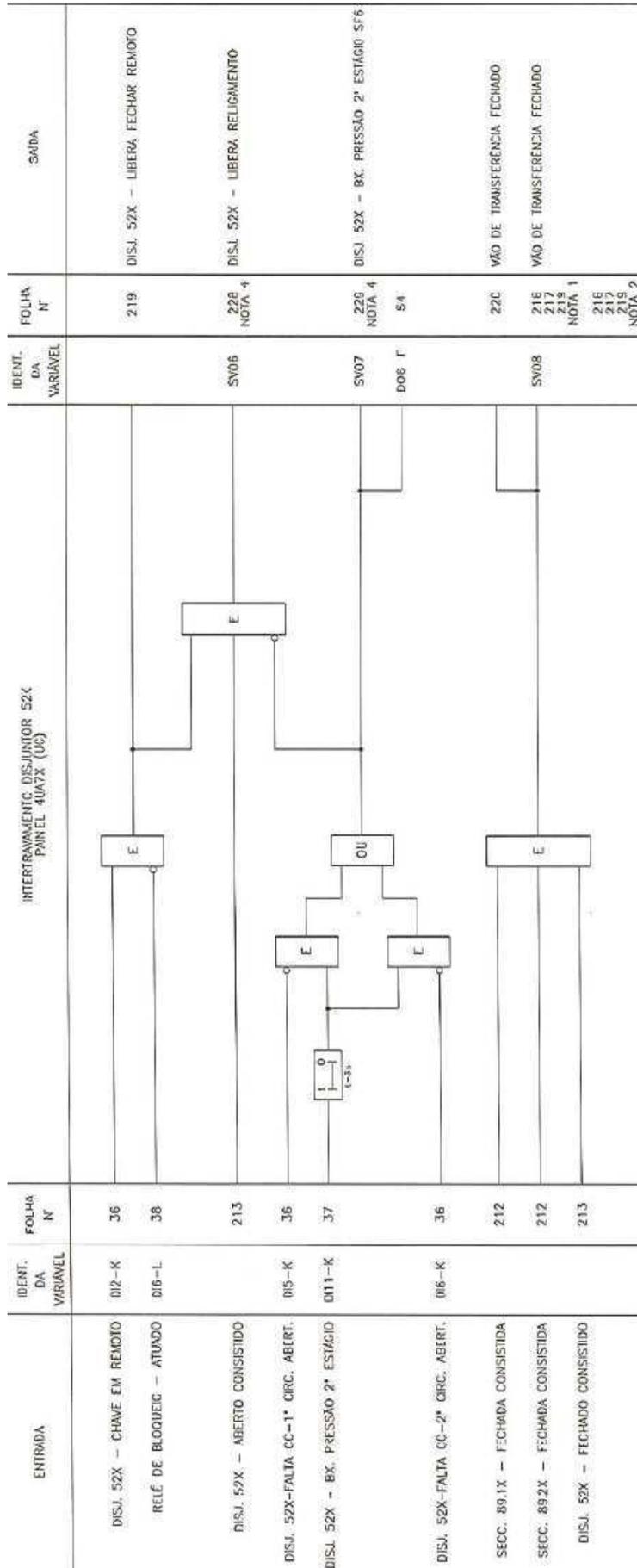
# Anexo X – Circuito de Fechamento e Abertura do Disjuntor



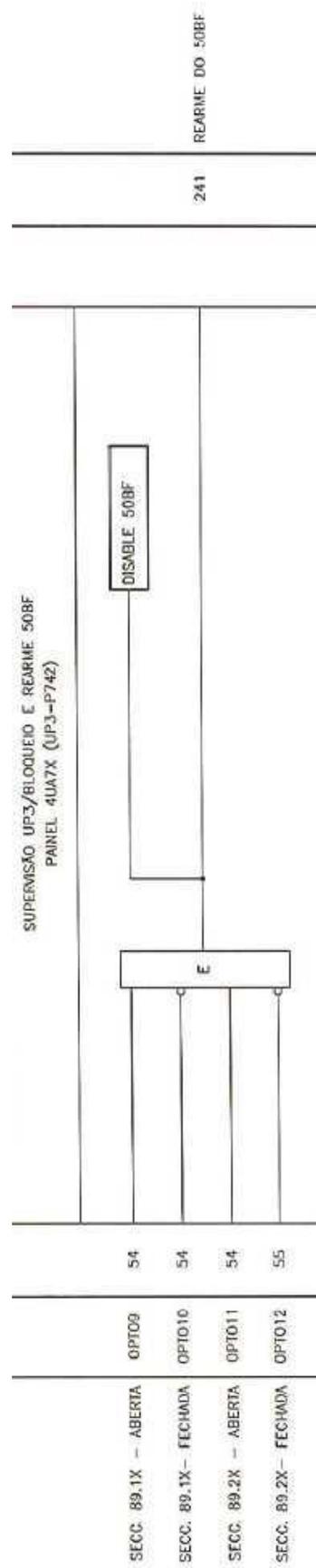


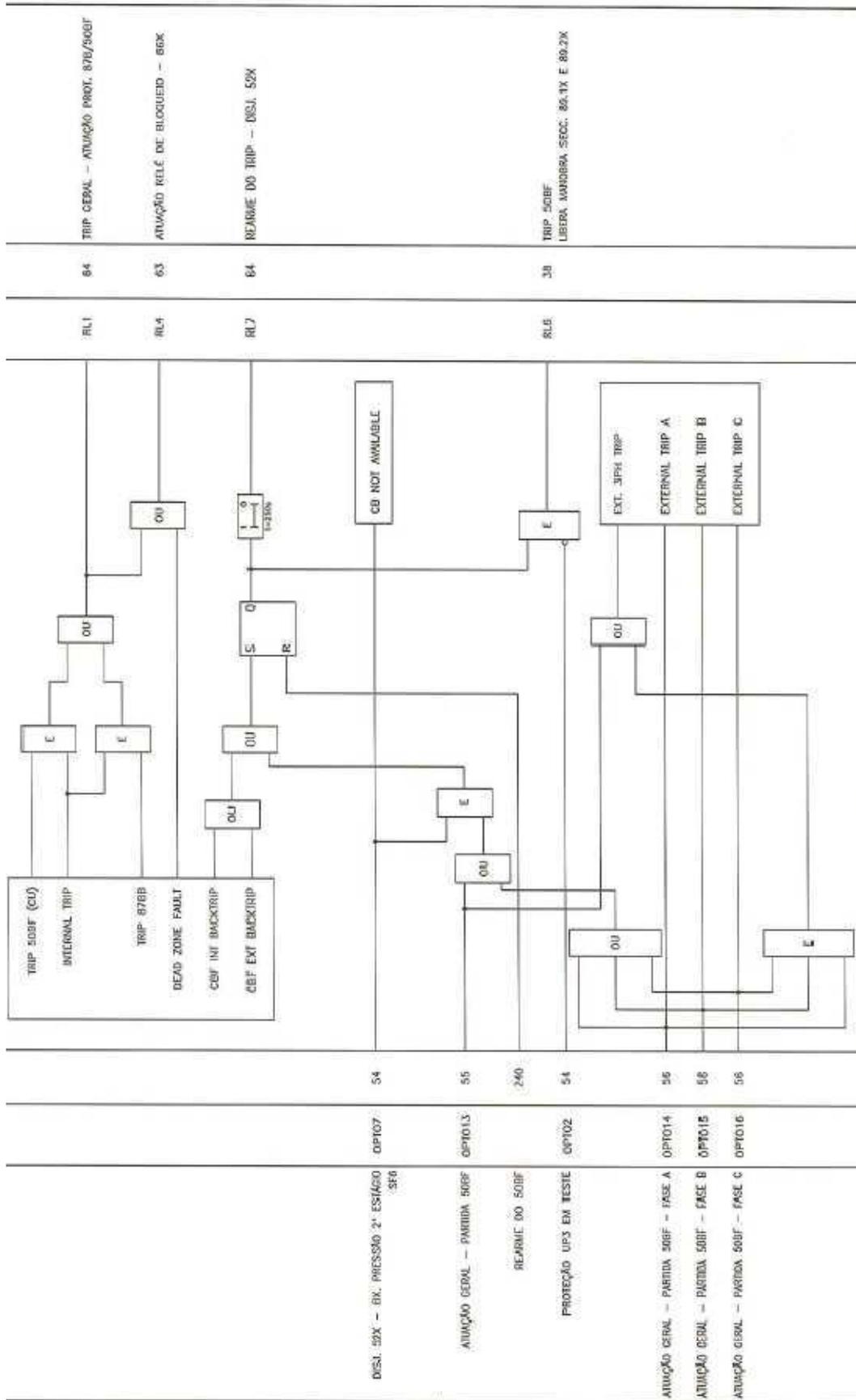


# Anexo XI – Digrama Lógico – Intertravamento do Disjuntor de Transferência

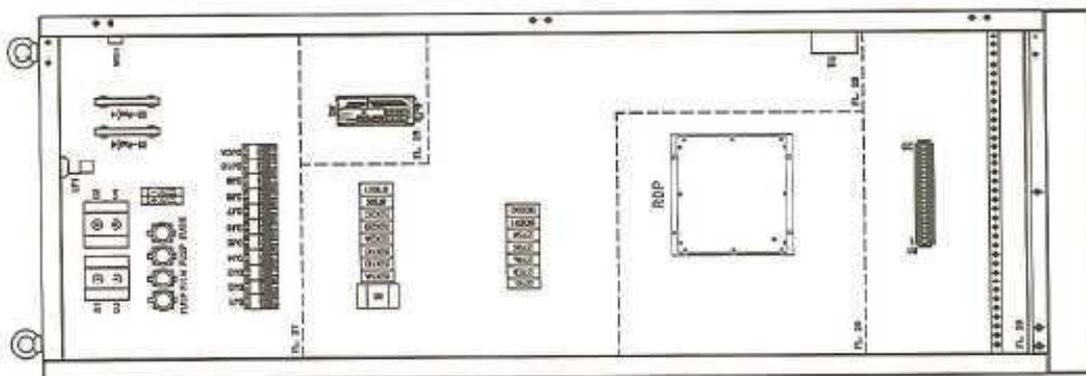
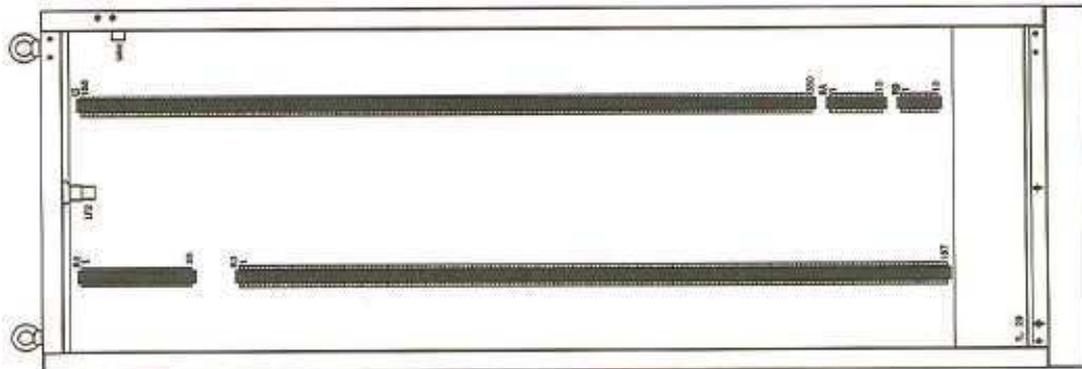


## Anexo XII – Diagrama Lógico – Atuação da Proteção UP3-P742

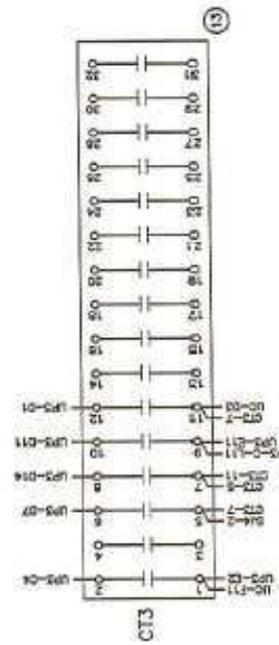




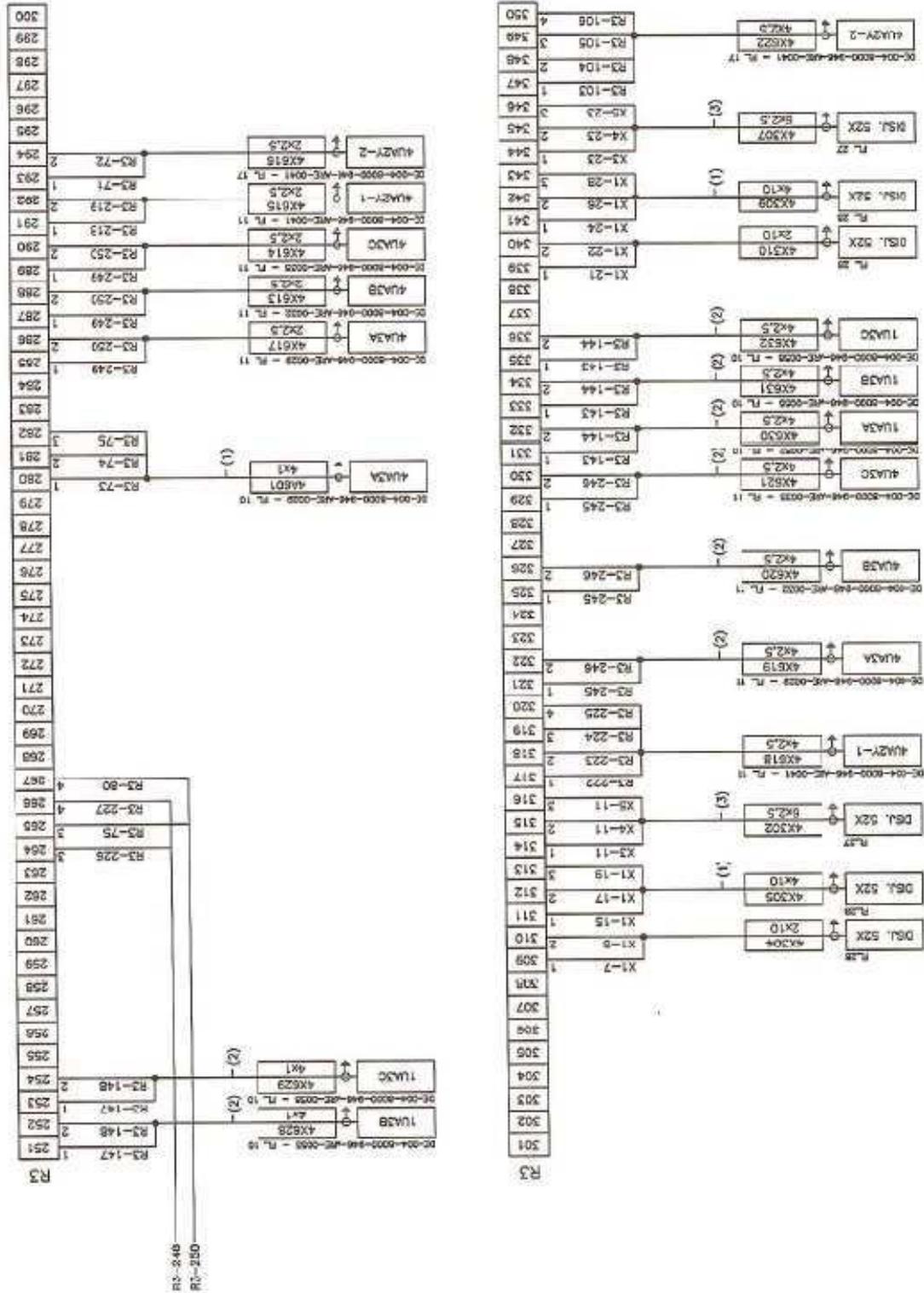
# Anexo XIII – Vistas do Painel do Vão de Transferência



# Anexo XIV – Diagrama de Fiação



# Anexo XV – Diagrama de Fiação do Painel do Vão de Transfêrencia



## Anexo XVI – Vista Frontal e Traseira do Painel.

