

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

José Geraldo da Silveira Neto

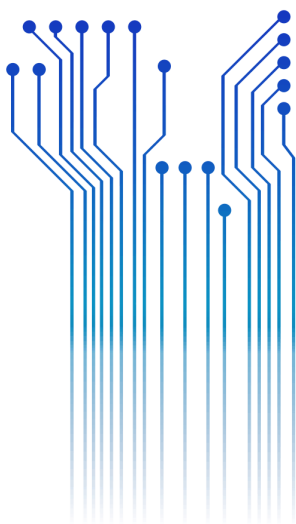


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
INTEREST ENGENHARIA – SETOR SPCPS



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2024

JOSÉ GERALDO DA SILVEIRA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
INTEREST ENGENHARIA – SPCS

*Trabalho de Conclusão de Estágio submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
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: Eletrotécnica

Professor Dr. Ronimack Trajano de Souza
Orientador

Campina Grande
2024

JOSÉ GERALDO DA SILVEIRA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
INTEREST ENGENHARIA– SETOR SPCS

*Trabalho de Conclusão de Estágio submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
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: Eletrotécnica

Aprovado em 04/11/2024

Huilman Sanca Sanca, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, que sempre esteve presente durante a minha jornada. Agradeço ao meu pai, José Geraldo da Silveira Junior, por sempre ser o meu farol, mostrando o caminho e sendo essencial nos momentos mais escuros; à minha mãe, Maria da Conceição Sousa da Silveira, por ser o meu porto seguro, sempre me ajudando a me reconstruir e oferecendo um lugar de aconchego; e à minha irmã, Marina Sousa da Silveira, por ser minha Marina, sempre me lembrando da importância de sorrir.

Agradeço aos meus amigos que me acompanharam nesta viagem, desde o delta do Parnaíba até a Rainha da Borborema: Hudson Franco, Benjamim Mário, Mário Benjamim, Antônio Thauan e Carlos Eduardo, e especialmente ao meu melhor amigo, João Henrique Nascimento de Carvalho. Todos os desafios se tornaram mais fáceis com suas companhias.

Agradeço aos meus amigos que ficaram no Piauí, mas sempre torceram pelo meu sonho: Eduardo Gomes, Ícaro Gomes, Eduardo Garcia, Ramon Aguiar, João Paulo, João Gabriel, Gabriel Alves e João Cornélio.

Deixo também meus agradecimentos aos amigos que fiz durante essa jornada: Bruna Eduarda, Bruno Andrade, Idia Cecília e um abraço especial ao melhor presente que a Voltech me deu, Laura Delai.

Gostaria de agradecer também a todos os meus colegas do setor de SPCS da INTEREST Engenharia, especialmente ao setor N1, e às minhas lideranças: Renan Soares, Bruno Medrado e Maiara Nunes.

Por fim, agradeço aos meus professores do curso de Engenharia Elétrica da UFCG por todo o conhecimento transmitido e, em especial, ao meu orientador Ronimack Trajano de Souza, por ter aceitado participar desta minha jornada.

RESUMO

O relatório a seguir detalha as experiências vivenciadas pelo estagiário José Geraldo da Silveira Neto, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante seu estágio integrado na INTEREST Engenharia. O estágio ocorreu de 25 de abril de 2024 a 24 de outubro de 2024, com uma carga horária semanal de 40 horas, totalizando 1.045 horas de atividades. O estágio foi realizado sob a orientação de Ronimack Trajano de Souza e supervisão de Renan Soares, da INTEREST. As atividades desenvolvidas durante o estágio envolveram principalmente projetos de sistemas de proteção e controle de circuitos elétricos em subestações, além de projetos de diagramas funcionais, diagramas de interligação, memórias de cálculo de equipamentos e diagramas unifilares de proteção.

Palavras-chave: estágio integrado, UFCG, INTEREST Engenharia, subestações, proteção, controle.

ABSTRACT

The following report details the experiences of intern José Geraldo da Silveira Neto, a student in the Electrical Engineering program at the Federal University of Campina Grande (UFCG), during his integrated internship at INTEREST Engenharia. The internship took place from April 25, 2024, to October 24, 2024, with a weekly workload of 40 hours, totaling 1.045 hours of activities. The internship was conducted under the guidance of Ronimack Trajano de Souza and supervision of Renan Soares from INTEREST. The activities developed during the internship primarily involved projects for protection and control systems of electrical circuits in substations, as well as projects for functional diagrams, interconnection diagrams, equipment calculation reports, and single-line protection diagrams.

Keywords: integrated internship, UFCG, INTEREST Engenharia, substations, protection, control.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SE	Subestação
CHESF	Companhia Hidro Elétrica Do São Francisco
ONS	Operador Nacional Do Sistema Elétrico
SPCS	Sistema De Proteção, Controle e Supervisão
SCADA	Sistemas De Supervisão E Aquisição De Dados
SIN	Sistema Interligado Nacional
FT	Função De Transmissão
ANEEL	Agência Nacional De Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Continua
IED	Dispositivos Eletrônicos Inteligentes
GMG	Grupo Motor-Gerador
RDP	Registrador de Perturbação
ANSI	American National Standards Institute

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Objetivos	10
2.1	Objetivo Geral	10
2.2	Objetivos Específicos	10
2.3	Organização do Trabalho	10
3	Apresentação da Empresa	11
3.1	Organização	12
3.2	Equipe SPCS	12
4	Fundamentação Teórica	13
4.1	Diagramas Unifilares	13
4.2	Procedimento de Rede do ONS	14
4.2.1	Serviços auxiliares das subestações	15
4.3	Diagrama Funcional	17
4.4	Diagrama de Interligação	18
4.5	Diagrama de Fiação	20
4.6	Elétron	21
4.7	Estudo de Coordenação e Seletividade	21
4.8	Memória de Cálculo	22
4.9	Memorial Descritivo	22
4.10	Projeto de Disposição de Painéis	22
5	Atividades Desenvolvidas	22
5.1	Treinamentos	22
5.1.1	Memória de Cálculo	23
5.1.2	Estudo de Coordenação e Seletividade	23
5.2	Memorial Descritivo de Retrofit de SEs	24
5.3	Estimativas de Cabos	24
5.4	Projeto de Diagrama Unifilar de Proteção	25
5.5	Projeto de Caixas de Junção de Pátio	26
5.6	Dimensionamento e Memória de Cálculo de Banco de Baterias e Carregador-Retificador	27
5.7	Atendimentos aos Comentários	28
5.8	Projeto de Diagrama de Interligação	29
5.9	Projeto de Disposição de Painéis	31
5.10	Conforme o construído	31
6	Considerações Finais	33
	Referências	34

1 INTRODUÇÃO

O estágio é uma experiência única na vida de um estudante, pois representa o começo de uma jornada no mercado de trabalho e proporciona a oportunidade de aplicar e aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos durante a formação acadêmica, possibilitando a percepção da vasta gama de opções existentes para a área.

Neste relatório, serão apresentadas algumas das atividades desempenhadas por José Geraldo da Silveira Neto durante o estágio em Engenharia Elétrica realizado na INTEREST Engenharia, especificamente no setor de SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão), sob a supervisão do gerente Renan Soares Gomes e do líder técnico Bruno Ferreira Medrado Júnior.

Ao longo de seis meses, totalizando 1.016 horas de experiência, com início em 25 de abril de 2024 e término em 24 de outubro de 2024, o estagiário teve a oportunidade de conciliar na prática os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação com suas aplicações. Utilizou softwares, aplicou normas técnicas, desenvolveu memórias descritivas, relatórios de memória de cálculo e desempenhou diversas outras atividades.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Elaborar projetos na área de proteção e controle para subestações e linhas de transmissão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos estabelecidos são:

- Entender conceitos básicos relacionados aos sistemas de proteção e controle em subestações e linhas de transmissão;
- Desenvolver projetos para novas subestações de energia elétrica;
- Desenvolver projetos de retrofit para subestações existentes.

2.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No primeiro capítulo, são apresentados de forma sucinta os propósitos do estágio. No segundo capítulo, será fornecida uma descrição detalhada da empresa onde o estágio ocorreu. No terceiro capítulo, será exposta a base teórica, abordando os tópicos essenciais para o desenvolvimento das atividades e explorando os princípios fundamentais dos projetos executados durante o estágio. No quarto capítulo, serão analisados os principais treinamentos oferecidos pela empresa com o intuito de aprimorar os conhecimentos de seus estagiários. Por fim, na conclusão, serão ressaltados os objetivos atingidos, as dificuldades encontradas e as principais competências desenvolvidas ao longo da experiência de estágio.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A INTEREST Engenharia, localizada na cidade de Recife – PE, na Av. Abdias de Carvalho, 1111 - Conj. 404 – Prado - CEP: 50830-000, foi fundada em junho de 1990 por seis engenheiros oriundos de diferentes estados do Brasil: Ceará, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco e São Paulo, sendo essa diversidade a inspiração para o nome da empresa, "INTERESTadual".

Ao longo de seus 34 anos, a INTEREST vem contribuindo com o setor elétrico por meio da entrega de mais de 300 projetos para cerca de 60 clientes, de forma direta ou indireta.

Figura 1: Logomarca INTEREST.



Fonte: Interest, s.d

O portfólio da empresa consiste na elaboração de projetos para subestações da rede básica e privadas:

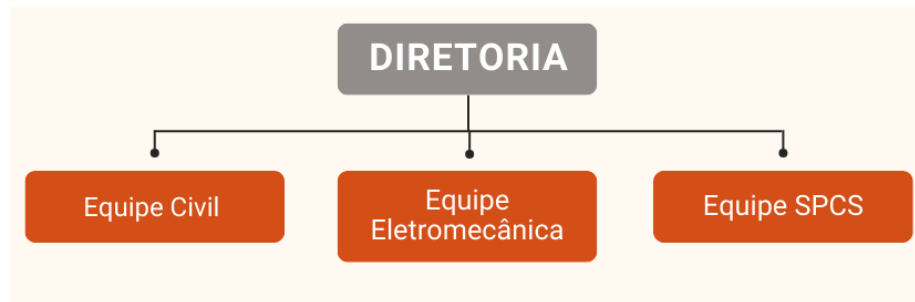
- Projetos básicos e executivos eletromecânicos, civis e elétricos de subestações de alta e extra alta tensão;
- Projetos de retrofit para substituição de sistemas de proteção eletromecânicos ou estáticos por sistemas digitais;
- Comissionamento: testes realizados para confirmar que os painéis em campo estejam de acordo com os idealizados no projeto, por meio do teste de aceitação em fábrica (TAF) e testes de aceitação em campo (TAC);
- Estudos de coordenação e seletividade de proteções, além de estudos elétricos de sistemas de potência;
- Projetos de sistemas de serviços auxiliares;

- Consultoria e assessoria técnica para serviços de engenharia do proprietário de sistemas de transmissão de energia.

3.1 ORGANIZAÇÃO

A empresa possui uma organização de diretoria composta por quatro diretores, um núcleo administrativo e as equipes de Civil, Eletromecânica e Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS). As três equipes funcionam de forma independente, cobrindo todos os aspectos necessários para projetar uma subestação. A Figura 2 representa o organograma da divisão na INTEREST Engenharia.

Figura 2: Organograma da organização da empresa



Fonte: Autoria própria

3.2 EQUIPE SPCS

A equipe de SPCS é subdividida em N1 e N2, cada uma liderada por um responsável técnico, com o objetivo de otimizar a organização das atividades. A equipe N1, ou nível 1, é dedicada aos projetos de proteção e controle da subestação, cuidando do dimensionamento de cabos, disjuntores e demais componentes, além de definir parâmetros específicos para a instalação. Essa parte do controle assegura que o sistema de proteção opere dentro dos tempos programados e apenas quando necessário.

Já a equipe N2, ou nível 2, é voltada para o sistema supervisório, que normalmente utiliza a tecnologia SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitoramento e operação remota, garantindo um controle abrangente e em tempo real da subestação.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sistema elétrico de alta tensão é composto por centrais geradoras, subestações e linhas de transmissão. As centrais geradoras são responsáveis por produzir energia a partir de diversas fontes, como solar fotovoltaica, eólica, entre outras. A energia gerada é inicialmente levada a uma subestação elevadora, que aumenta a tensão, reduzindo a corrente elétrica e, conseqüentemente, as perdas por efeito Joule nas linhas de transmissão. As linhas de transmissão, por sua vez, transportam essa energia por longas distâncias até uma subestação abaixadora. Essa subestação reduz a tensão e aumenta a corrente elétrica para que a energia seja distribuída adequadamente aos consumidores finais (El-Hawary, 2008).

As subestações desempenham um papel crucial na rede de alta tensão, e todos os seus equipamentos são essenciais. Além de ajustar o nível de tensão conforme a necessidade do sistema, as subestações também são responsáveis por realizar a proteção do sistema, garantindo a operação segura e contínua da rede elétrica.

As subestações fazem parte do Sistema Interligado Nacional (SIN), e as que estão dentro do SIN seguem critérios de confiabilidade e eficiência, definidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), denominado como procedimento de rede.

O setor de SPCS tem por objetivo desenvolver projetos que garantam a proteção, controle e supervisão da função de transmissão, definida pela ANEEL como um “conjunto de instalações (subestações e linhas de transmissão - LTs) funcionalmente dependentes, considerado de forma solidária para fins de apuração da prestação de serviços de transmissão, compreendendo o equipamento principal e seus complementares” (ANEEL, 2004).

4.1 DIAGRAMAS UNIFILARES

Um diagrama unifilar, de forma simplificada, representa um sistema trifásico ou bifásico, no qual os condutores de cada fase são representados por uma única linha. Nele, são apresentados os principais componentes e interligações de um sistema elétrico.

O diagrama unifilar de proteção e controle tem como objetivo representar os equipamentos de pátio, como disjuntores, chaves, transformadores de instrumentação e outros equipamentos da subestação, conectando-os aos IEDs. No Anexo 1, é apresentado um exemplo de diagrama unifilar.

4.2 PROCEDIMENTO DE REDE DO ONS

Consiste em uma série de critérios, procedimentos e regulamentações estabelecidos pelo ONS que definem os requisitos que uma subestação precisa seguir para pertencer ao SIN. O documento de referência para projetos de SPCS está no módulo dois: Critérios e Requisitos, mais especificamente:

- **Módulo 2 - Critérios e Requisitos:**
 - 2.6 - Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos;
 - 2.11 - Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção.

Dentro desses submódulos, alguns capítulos têm um peso maior para o setor de SPCS. No submódulo 2.6, temos conceitos muito importantes, em sua maioria, com maior ênfase para o setor eletromecânico, que é responsável pela disposição dos equipamentos no pátio. Contudo, o arranjo do barramento é importante, pois mostra os modelos adequados e como se podem utilizar modelos básicos para atingir o modelo final aceito pelo ONS. Esses conceitos são importantes para definir algumas lógicas de proteção, mas dentro desse submódulo, temos a seção 4.10, que trata dos serviços auxiliares.

No submódulo 2.11, todo o conteúdo está diretamente relacionado ao setor de SPCS, pois define os requisitos técnicos mínimos e as características funcionais essenciais para os seguintes sistemas:

- **Sistema de proteção:** estabelece parâmetros e condições para que os dispositivos de proteção atuem de maneira eficaz e seletiva em situações de falha.
- **Sistema de registro de perturbações:** especifica os requisitos para dispositivos que registram eventos de falha, permitindo análise detalhada e melhorias no sistema.

- **Sistema de teleproteção:** define as condições para a troca de informações entre subestações, garantindo ações de proteção coordenadas entre subestações diferentes.

Esses requisitos são fundamentais para garantir a segurança e confiabilidade no funcionamento das subestações e atender aos padrões exigidos pelo ONS.

4.2.1 SERVIÇOS AUXILIARES DAS SUBESTAÇÕES

Os serviços auxiliares são segmentados em um setor de corrente alternada (CA), que representa todas as fontes e cargas de baixa tensão da subestação. As cargas na subestação são classificadas em duas categorias: cargas não essenciais e cargas essenciais.

As cargas não essenciais incluem a iluminação normal das instalações, ar-condicionados e outros equipamentos que não são cruciais para o funcionamento imediato da subestação. Por outro lado, as cargas essenciais são aquelas imprescindíveis para iniciar o processo de recomposição da subestação em caso de falhas ou interrupções na rede elétrica. Essas cargas garantem a operação de sistemas críticos, como controle, monitoramento e proteção, que são fundamentais para a restauração rápida e segura das operações da subestação.

As fontes de alimentação são projetadas seguindo a seguinte configuração:

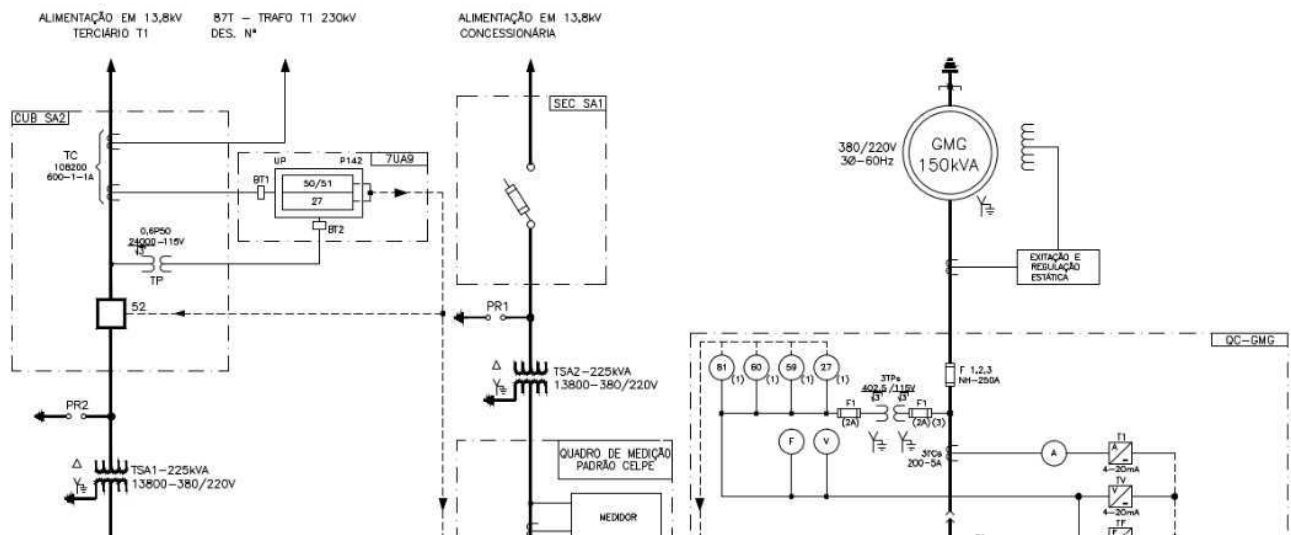
- Uma fonte externa proveniente da distribuidora local e outra interna da própria subestação; ou
- Duas fontes internas da própria subestação.

Normalmente, essas fontes são: o terciário do transformador da subestação (ou Transformador de Serviços Auxiliares - TSA) e uma fonte proveniente de uma concessionária de distribuição de energia que não seja alimentada por essa subestação. Caso uma dessas opções não esteja disponível no momento da construção da subestação, ela pode ser substituída por uma alternativa equivalente, como um grupo motor-gerador (GMG) que pode suprir todas as cargas da subestação.

Em situações em que há falta de tensão em ambas as fontes de alimentação de corrente alternada, a subestação deve contar com um grupo motor-gerador que possua partida automática e capacidade suficiente para alimentar as cargas essenciais da subestação.

A Figura 3 apresenta um corte de um diagrama unifilar que ilustra as duas fontes de alimentação que sustentam toda a subestação, além do GMG, que é responsável por fornecer energia às cargas essenciais.

Figura 3: Fontes de Alimentação CA da SE



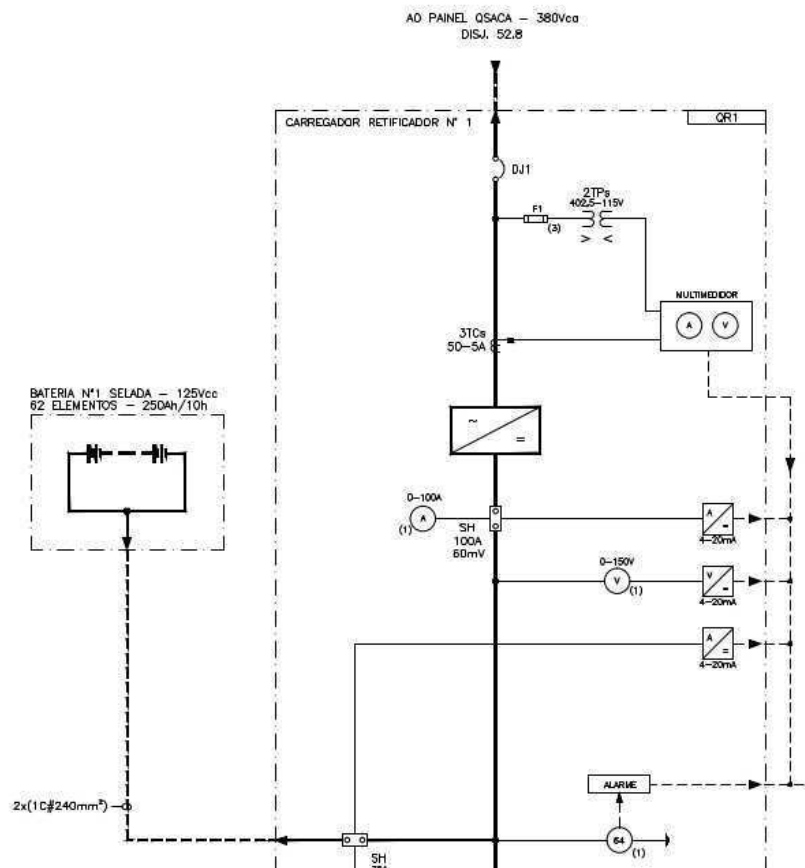
Fonte: Interest, (2024)

Os serviços auxiliares de corrente contínua são responsáveis por fornecer energia aos sistemas essenciais de luzes de emergência, proteção, supervisão e controle. No que se refere à proteção, o sistema é dividido em proteção principal e proteção secundária, de modo que a subestação deve contar com dois sistemas de proteção redundantes e independentes. Essa independência deve ser garantida tanto no hardware (com dispositivos físicos distintos) quanto no software (processados em CPUs separadas).

Para assegurar a continuidade da alimentação, é essencial contar com dois conjuntos independentes de bancos de baterias, cada um com seus próprios retificadores, e ambos devem ser dimensionados para suportar toda a carga em regime contínuo. Os bancos de baterias servem como fonte de contingência para os casos de perda das fontes de CA que alimentam os retificadores, garantindo, assim, a operação contínua dos sistemas críticos.

A Figura 4 ilustra um retificador e um banco de baterias de uma subestação integrada ao SIN (Sistema Interligado Nacional).

Figura 4: Retificador CC e Banco de Baterias



Fonte: Interest, (2024)

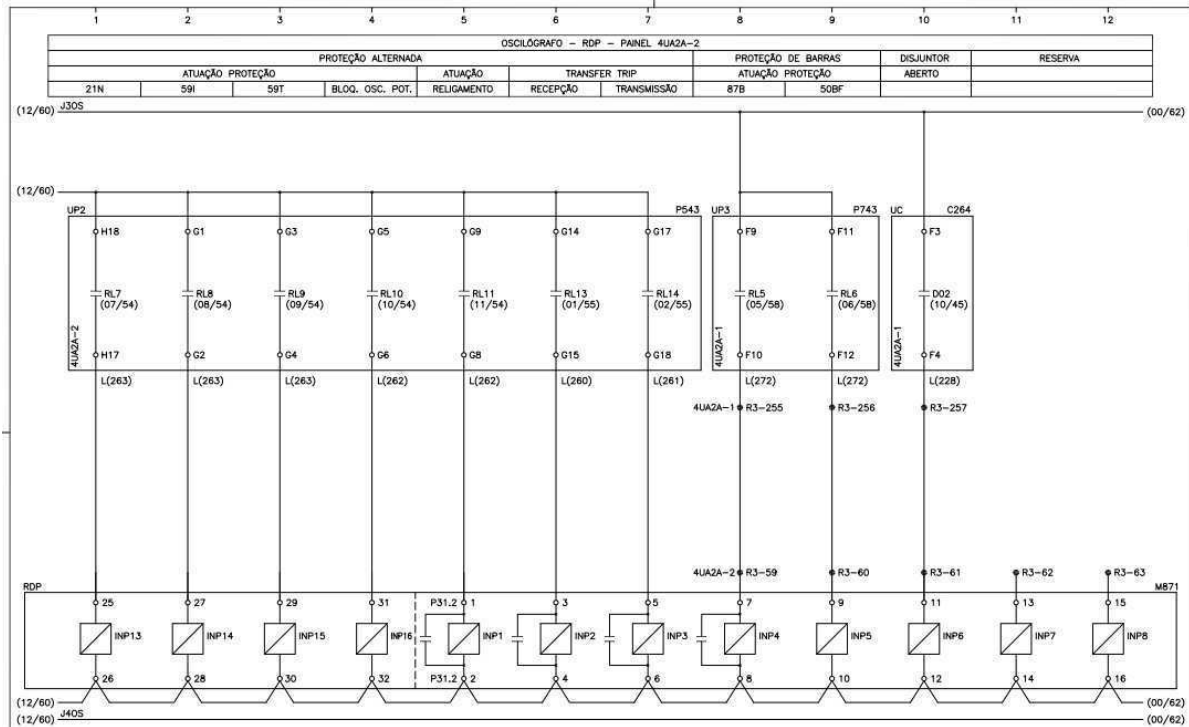
4.3 DIAGRAMA FUNCIONAL

O diagrama funcional tem como objetivo apresentar as funções dos dispositivos da subestação, como relés de proteção, chaves, sensores e atuadores, indicando os sinais trocados entre eles (ver Figura 5, que exemplifica os contatos auxiliares utilizados pelo oscilógrafo, ou RDP, para receber informações de diversas funcionalidades).

O diagrama funcional possui uma régua; no exemplo da figura, está no topo da página. Essa é uma ferramenta essencial para representar graficamente as conexões e a lógica de operação de diferentes dispositivos e equipamentos dentro de uma subestação. Por exemplo, na unidade de proteção da barra (UP3), o contato RL5 será representado na linha 5 da régua na página 58 do diagrama. Esse contato é responsável por apresentar a função de proteção 87B, que se refere à proteção diferencial de barramento, segundo a tabela ANSI (American National Standards Institute). Dessa forma, esse diagrama facilita

a visualização do fluxo de sinais de comando e controle, além de auxiliar na configuração e análise dos sistemas.

Figura 5: Página do Diagrama Funcional



Fonte: Interest, (2024)

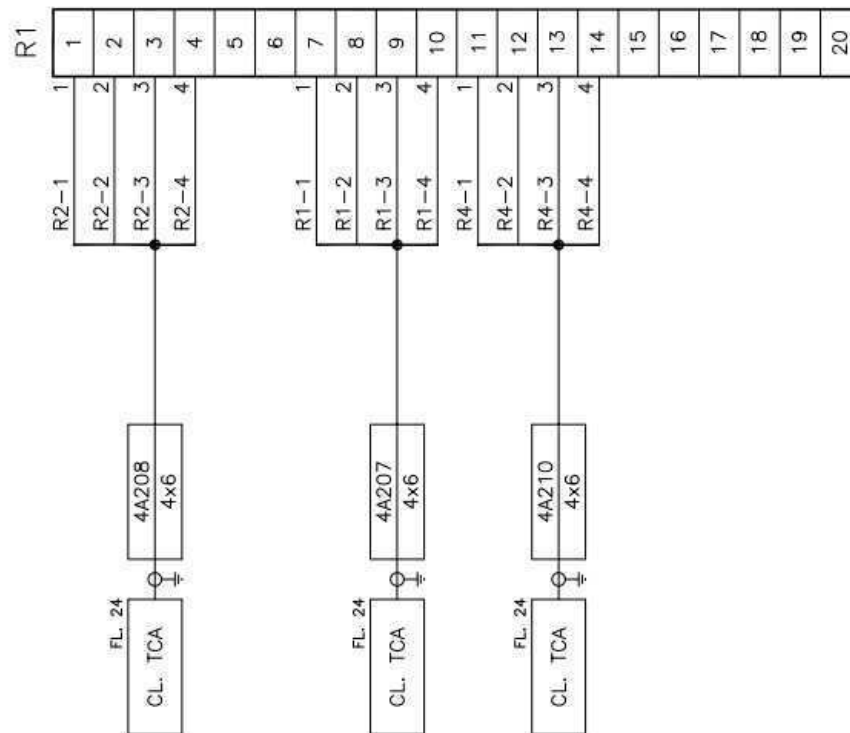
4.4 DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

Um diagrama de interligação é um documento que tem por objetivo representar como os equipamentos estão conectados fisicamente a outros dispositivos. Ele detalha as informações necessárias para representar de forma fiel as conexões entre os equipamentos, incluindo a régua, formação do cabo, tags, terminais e os pontos de conexão necessários para que os sinais de comando e controle sejam corretamente transmitidos.

Na Figura 6, pode-se observar que a régua R1 está conectada à queda de ligação do transformador de corrente e possui a TAG (marcação de campo utilizada para identificar um equipamento) 4A208. Cada empresa tem sua própria metodologia para definir a nomenclatura desses cabos; nesse caso, o número 4 no início indica que se trata de um cabo do setor de 230 kV, e a letra A significa que pertence ao vão A. É importante ressaltar que, em subestações de alta e extra-alta tensão, o termo "cabo" se refere a um

cabo multipolar, como ilustrado na Figura 7, onde cada cabo interno é denominado "veia". Isso é representado onde o borne R1 da régua 1 recebe a primeira veia do cabo, e a outra extremidade desse cabo está conectada ao primeiro borne da régua 2 na caixa de ligação do transformador de corrente.

Figura 6: Régua de Interligação



Fonte: Interest, (2024)

Figura 7: Cabo com 5 veias



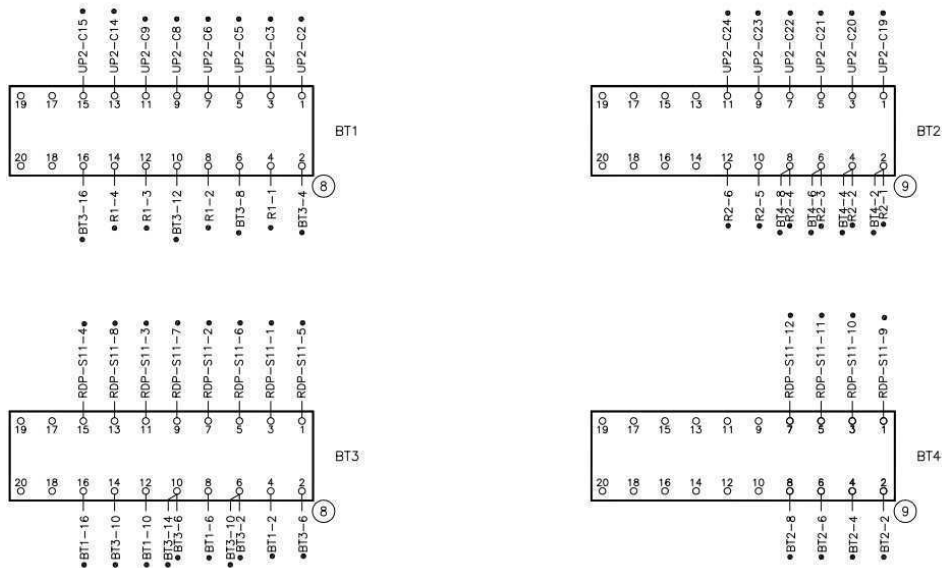
Fonte: loja.conduscamp

4.5 DIAGRAMA DE FIAÇÃO

O diagrama de fiação é uma documentação técnica detalhada que mostra as conexões físicas internas dos equipamentos. Como os painéis de proteção e controle possuem diversas funcionalidades, é essencial garantir que a informação seja encaminhada para o local correto. Para isso, o sinal de comando é transmitido internamente no painel e conectado aos bornes responsáveis por exercer cada função desejada.

Na Figura 8, pode-se observar que o fio conectado à régua BT1 no borne 16 está ligado ao borne 16 da régua BT3. Cabe ressaltar que, embora a conexão seja feita por meio de um cabo multiplexado de cobre, o termo "fiação" é empregado, pois o termo "cabo" é utilizado para se referir a um cabo multipolar.

Figura 8: Diagrama de Fiação



Fonte: Interest, (2024)

4.6 ELÉTRON

O software Elétron opera em plataformas AutoCAD da desenvolvedora Cadgraph e tem como objetivo facilitar o desenvolvimento de projetos de diagramas funcionais, diagramas de fiação (ou construtivos) e diagramas de interligação. Como mencionado anteriormente, o uso de diagramas é essencial na área de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS). Contar com uma ferramenta que auxilie no desenvolvimento desses projetos minimiza erros e agiliza o progresso do trabalho.

4.7 ESTUDO DE COORDENAÇÃO E SELETIVIDADE

Os estudos de coordenação e seletividade têm como objetivo garantir que os dispositivos de proteção atuem de maneira ordenada e seletiva em caso de falhas. Para subestações de alta e extra-alta tensão, esses estudos se concentram em assegurar que as configurações aplicadas nos relés estejam adequadas para o contexto específico de operação.

Esses estudos visam ajustar e coordenar os dispositivos de proteção de forma seletiva, garantindo que o dispositivo de proteção mais próximo ao ponto de falha atue primeiro. Além disso, sempre há dispositivos de proteção de retaguarda temporizados, que asseguram a atuação em caso de falhas no relé mais próximo à falta, evitando que a falha comprometa o sistema de forma ininterrupta.

Todos esses estudos são fundamentados em documentos técnicos específicos das concessionárias e no Procedimento de Rede, que define as funções lógicas mínimas que as proteções dos relés devem possuir. As funções de proteção estão definidas na tabela ANSI, que estabelece códigos numéricos para identificar e classificar as diversas funções dos relés de proteção. Essas diretrizes estabelecem padrões essenciais para que as proteções operem de acordo com as exigências de segurança e confiabilidade, assegurando a correta atuação em caso de falhas e contribuindo para a continuidade do sistema elétrico de potência.

4.8 MEMÓRIA DE CÁLCULO

Uma memória de cálculo é um documento técnico utilizado para registrar e apresentar os cálculos realizados em um projeto. Ela serve como suporte para explicar a metodologia aplicada, os dados utilizados e os resultados obtidos. A memória de cálculo é fundamental para garantir a transparência e a rastreabilidade do trabalho, permitindo que outras pessoas possam entender, revisar ou reproduzir os cálculos.

4.9 MEMORIAL DESCRITIVO

O memorial descritivo é um documento técnico que tem como objetivo descrever detalhadamente um projeto. Sua função principal é fornecer uma visão clara e completa das características e especificações técnicas da obra ou instalação.

4.10 PROJETO DE DISPOSIÇÃO DE PAINÉIS

A disposição de painéis em uma subestação refere-se à organização e ao arranjo físico dos diferentes painéis e equipamentos dentro da casa de comando ou da casa de relés. A localização dos painéis de proteção e controle é crucial para o projeto, pois posicionar os painéis com um maior número de conexões próximos uns dos outros reduz os custos do projeto.

5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

5.1 TREINAMENTOS

O estágio teve início com um processo de treinamento sob a supervisão do gerente de equipe, com duração aproximada de um mês. Durante esse período, foi realizado um estudo inicial sobre o Procedimento de Rede da ONS, incluindo os diagramas unifilares de proteção e controle, os diagramas unifilares de serviços auxiliares e os cadernos que

compõem um projeto, os quais são divididos em três tipos: diagrama funcional, diagrama de interligação e diagrama de fiação.

Após a conclusão dessa atividade, o estagiário foi designado para o setor N1, onde recebeu treinamentos específicos, como o uso do software Elétron, a memória de cálculo para corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC), além do estudo de coordenação e seletividade de proteção.

5.1.1 MEMÓRIA DE CÁLCULO

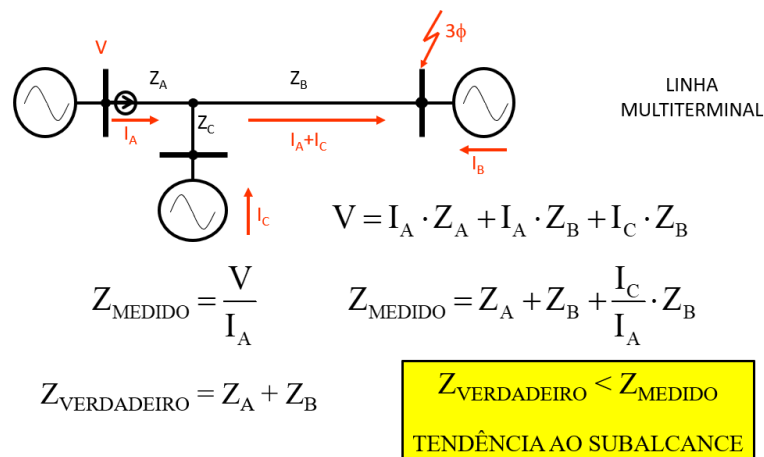
Esse treinamento consistiu em explicar, com base nas normas existentes, a teoria e a aplicação de cálculos para bancos de baterias, transformadores de serviços auxiliares e geradores de emergência, além do dimensionamento de cabos e dispositivos de disparo utilizados em subestações de potência. Os métodos para os cálculos de cabos e dispositivos de disparo eram semelhantes aos vistos durante a graduação.

5.1.2 ESTUDO DE COORDENAÇÃO E SELETIVIDADE

Durante o treinamento de coordenação e seletividade, conduzido pelo engenheiro eletricista Gustavo Arruda, um profissional com ampla experiência na área, discutimos os métodos para estabelecer ajustes de proteção que garantam a segurança e a seletividade do sistema de proteção das linhas de transmissão. Todo o processo foi fundamentado em documentos técnicos específicos das concessionárias onde essas linhas estão localizadas, assim como nas diretrizes estabelecidas pelo procedimento de rede.

Esse estudo permitiu aprofundar os conhecimentos adquiridos na graduação na disciplina de proteção elétrica e explorar novos conceitos. Um exemplo de proteção que foi estudado em maior profundidade é a proteção de distância, identificada como função 21 na tabela ANSI. Durante as aulas, analisamos o efeito infeed, que ocorre quando há uma contribuição adicional de corrente em uma linha de transmissão, afetando a funcionalidade do relé de distância. Na Figura 9, mostra-se como essa corrente extra influencia a impedância vista pelo relé de distância, o que, por sua vez, impacta as zonas de atuação do relé, alterando o comportamento do sistema de proteção em diferentes cenários de falha.

Figura 9: Efeito Infeed



Fonte: Interest, (2024)

No treinamento, também utilizamos o ANAFAS, um programa para cálculo de curtos-circuitos que permite a execução, tanto individual quanto sequencial, de uma ampla variedade de situações de falhas em sistemas de potência.

5.2 MEMORIAL DESCRITIVO DE RETROFIT DE SES

Durante o projeto de retrofits em subestações existentes, o objetivo principal era atualizar as instalações de modo a minimizar o tempo de inatividade da subestação. Um exemplo de atividade realizada pelo estagiário na elaboração dos memoriais descritivos para a troca de disjuntores foi a identificação de incongruências entre os documentos disponíveis e as condições observadas em campo. Em anexo, apresenta-se um trecho descritivo dessa análise.

5.3 ESTIMATIVAS DE CABOS

Em novas subestações, as mudanças que ocorrem durante o desenvolvimento do projeto podem ser causadas por alterações nos equipamentos utilizados, pela distância entre o vão e a casa de comando e controle, por mudanças na filosofia do projeto, entre outras situações. Essas decisões impactam diretamente a formação dos cabos, tanto em seu diâmetro quanto na quantidade de veias. Portanto, é necessário controlar a quantidade de metros de cabo e a formação a serem utilizados no projeto. O estagiário foi responsável

por controlar e organizar essas informações sempre que o projeto passava por revisões, notificando as mudanças nos vãos (Figura 11) e o quantitativo total de cabos (Figura 10).

Figura 10 – Estimativa de Cabos da SE.

SE - 500 kV CABOS BLINDADOS TOTAL DA SUBESTAÇÃO						
FORMAÇÃO (mm ²)	VÃO BX 500 kV LT 1	VÃO BZ 500 kV LT 2	SERV. AUX CA	SERV. AUX CC	TOTAL (m)	TOTAL + 10% (m)
(5x1,5)	2170,0	4125,0	0,0	0,0	6295,0	6950,0
(15x1,5)	1870,0	2710,0	260,0	130,0	4970,0	5500,0
(2x2,5)	3385,0	4990,0	0,0	0,0	8375,0	9250,0
(5x2,5)	615,0	1160,0	0,0	0,0	1775,0	2090,0
(2x4)	425,0	120,0	50,0	170,0	765,0	850,0
(4x4)	500,0	45,0	0,0	0,0	545,0	600,0
(4x6)	0,0	840,0	40,0	0,0	880,0	1000,0
(2x10)	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0	100,0
(4x10)	0,0	265,0	0,0	0,0	265,0	300,0
(2x16)	1470,0	2270,0	0,0	0,0	3740,0	4150,0
(4x16)	300,0	530,0	0,0	0,0	830,0	950,0
(1x35)	0,0	0,0	67,0	0,0	67,0	100,0
(1x50)	0,0	0,0	130,0	0,0	130,0	150,0
(1x70)	0,0	0,0	423,0	260,0	683,0	800,0
(1x95)	0,0	0,0	390,0	0,0	390,0	500,0

Fonte: Interest, (2024).

Figura 11 – Estimativa de Cabos do Vão.

Tag	Formação	Função	Origem	Destino	Comprimento
7-BBX-3060	(15x1,5)	Sinalização 89FBTX2	89FBTX2	QPC5-2	185
7-BBX-3061	(15x1,5)	Sinalização 89-B7	89-B7	QPC5-2	210
7-BBX-3062	(15x1,5)	Sinalização 89-TB1	89-TB1	QPC5-2	210
7-BBX-3063	(2x2,5)	Permissão de Manobra 89FBX1	89FBX1	QPC5-2	135
7-BBX-3064	(2x2,5)	Comando (Abert. / Fech.) 89FBX1	89FBX1	QPC5-2	135
7-BBX-3065	(2x2,5)	Intertravamento LT 89FBX1	89FBX1	89FBTX1	
7-BBX-3066	(2x2,5)	Permissão de Manobra 89FBTX1	89FBTX1	QPC5-2	135
7-BBX-3067	(2x2,5)	Intertravamento LT 89FBTX1	89FBTX1	89FBX1	
7-BBX-3068	(2x2,5)	Permissão de Manobra 89FBX2	89FBX2	QPC5-2	185
7-BBX-3069	(2x2,5)	Comando (Abert. / Fech.) 89FBX2	89FBX2	QPC5-2	185
7-BBX-3070	(2x2,5)	Intertravamento LT 89FBX2	89FBX2	89FBTX2	
7-BBX-3071	(2x2,5)	Permissão de Manobra 89FBTX2	89FBTX2	QPC5-2	185
7-BBX-3072	(2x2,5)	Intertravamento LT 89FBTX2	89FBTX2	89FBX2	
7-BBX-3073	(2x2,5)	Permissão de Manobra 89-B7	89-B7	QPC5-2	210
7-BBX-3074	(2x2,5)	Comando (Abert. / Fech.) 89-B7	89-B7	QPC5-2	210
7-BBX-3075	(2x2,5)	Intertravamento LT 89-B7	89-B7	89-TB1	
7-BBX-3076	(2x2,5)	Permissão de Manobra 89-TB1	89-TB1	QPC5-2	210
7-BBX-3077	(2x2,5)	Intertravamento LT 89-TB1	89-TB1	89-B7	
7-BBX-3094	(2x2,5)	Circuito de fechamento/abertura 52BX - Bloqueio	QPC6-2	PP1BX-1	70
7-BBX-3095	(5x2,5)	Circuito de fechamento/abertura 52BY - Bloqueio	QPC4-2	PP1BZ-2	70
7-BBX-3096	(5x2,5)	Circuito de fechamento/abertura 52BY - Bloqueio	QPC6-2	PP1BZ-2	70
7-BBX-3099	(2x2,5)	Comando (Abert. / Fech.) 89-B7	89-B7	QPC5-2	210
7-BBX-3100	(2x2,5)	Comando (Abert. / Fech.) 89-TB1	89-TB1	QPC5-2	210
7-BBX-3101	(5x1,5)	Sinal de TRIP da LT no DJ do BC	QPC6-2	PP1BX-2	70
7-BBX-3102	(2x16)	Comando Fecham. 1	52FBX	QPC5-2	150
7-BBX-3103	(5x1,5)	PARTIDA OSCILOGRAFIA BANCO LT 1	QPC4-2	UAC-SA	85
7-BBX-3104	(5x1,5)	Sinalização 89FBX1 - ECE/Eletronorte	89FBX1	QCE-1	115
7-BBX-3105	(5x1,5)	Sinalização 89FBX2 - ECE/Eletronorte	89FBX2	QCE-1	115
7-BBX-3106	(5x1,5)	Sinalização 89FBX1 - ECE/Furnas	89FBX1	QCE-1	115
7-BBX-3107	(5x1,5)	Sinalização 89FBX2 - ECE/Furnas	89FBX2	QCE-1	115
7-BBX-7008	(4x4)	Motor Disjuntor BYPASS 52FBX (Alimentação 460/266 Vca)	QDCA(460)	52FBX	150

Fonte: Interest, (2024).

5.4 PROJETO DE DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTEÇÃO

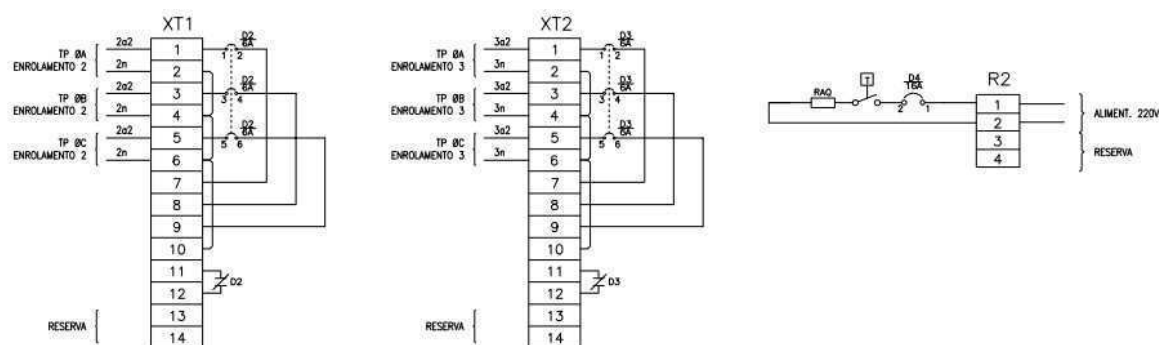
No projeto, temos a representação de uma subestação coletora/elevadora, onde as usinas fotovoltaicas estão conectadas a um barramento de 34,5 kV, que se liga ao vão do transformador para elevar a tensão para 138 kV, permitindo sua conexão a uma linha de transmissão e, posteriormente, a uma subestação da rede básica.

Embora essa não seja uma subestação da rede básica, os procedimentos de rede não sejam obrigatórios, foram utilizados como referência para garantir que as proteções fossem adequadas. Esta subestação utiliza uma tecnologia avançada que representa o futuro das subestações: as merging units. Essa tecnologia permite a aquisição digital de informações dos equipamentos de pátio, reduzindo a quantidade de cabos de cobre utilizados e aumentando a qualidade e eficiência das informações recebidas pelos IEDs (Intelligent Electronic Devices). Como as merging units estão localizadas em campo, os equipamentos de medição são conectados a elas por cabos de cobre. Elas realizam a conversão das informações analógicas em digitais e as enviam aos IEDs, localizados na casa de comando e controle, substituindo a conexão direta tradicional entre os equipamentos, conforme o projeto em anexo.

5.5 PROJETO DE CAIXAS DE JUNÇÃO DE PÁTIO

As caixas de junção de pátio são essenciais para facilitar a conexão e derivação dos transformadores de instrumentação com os IEDs. A elaboração desse documento consiste, a partir das especificações do fabricante dos transformadores de potência (TPs) e dos transformadores de corrente (TCs) e relés, em projetar uma caixa de junção que contenha o diagrama de fiação, a lista de materiais e as vistas detalhadas, facilitando o processo de execução do projeto. Na Figura 13, estão apresentados os detalhes construtivos de uma caixa de junção do TP, e, para finalizar, tem-se a Figura 12 com o diagrama de fiação.

Figura 12 – Fiação da Caixa de Junção do TP.



Fonte: Interest, (2024)

retificadores/carregadores, utilizando como referência a NBR 15254 - Acumulador chumbo-ácido estacionário, e a Instrução Técnica - Critérios para Projetos - Critérios de dimensionamento para banco de baterias da CHESF.

Após definir quais equipamentos seriam utilizados, elaborei o documento da memória de cálculo, demonstrando os cálculos e os conceitos utilizados para definir esses equipamentos.

Figura 14 – Trecho da Memória de Cálculo Escolha da Bactéria.

A capacidade calculada para o conjunto de baterias é de **105,73 Ah/10h**. As baterias serão instaladas em ambiente refrigerado, com temperatura inferior a 25°C, de modo que não será aplicado fator de correção da capacidade em função da temperatura. Para que as baterias atendam plenamente ao perfil de descarga até o final da vida útil, deve ser utilizado fator de correção por envelhecimento de 25%.

CAPACIDADE FINAL		
Fator de Envelhecimento (FE)		1,25
Fator de Temperatura (FT)		1
CF=CdxFExFT	132,16	Ah

Logo, recomenda-se que a capacidade adotada para o conjunto de baterias seja de **150 Ah/10h**.

Fonte: Interest, (2024).

Figura15– Trecho da Memória de Cálculo Escolha do Carregador-Retificador

Logo, a corrente nominal adotada para o carregador será de **50 A**. Considerando fator de potência de 0,85 e rendimento igual 0,9, a potência do retificador, em VA, é dada por:

POTÊNCIA NOMINAL		
CORRENTE NOM. ADOT. (In)	50	A
TENSÃO (Vcc)	125	V
FATOR DE POTÊNCIA (fp)	0,85	-
RENDIMENTO (n)	0,9	-
Sca	8169,93	VA

Fonte: Interest, (2024).

5.7 ATENDIMENTOS AOS COMENTÁRIOS

Todos os projetos executados são avaliados internamente pelo líder técnico e por outras empresas responsáveis pela certificação do projeto, com o objetivo de garantir que ele não siga para a execução com erros. A empresa certificadora pode aprovar ou reprovar o projeto. Caso haja falhas na sua elaboração, é emitido um documento com os comentários que justificam a reprovação. Assim, a atividade de atendimento aos

comentários é realizada, buscando, por meio de normas técnicas e soluções de engenharia, a aprovação do projeto. Na Figura 16, temos um exemplo de documento comentado.

Figura 16 – Exemplo de Comentário

2. COMENTÁRIOS ESPECÍFICOS

- a) Fl. 19 – Confirmar o destino dos bornes BNP 1 ao 4 pois estão divergentes do diagrama funcional.

[09/07/2024] INTEREST: O diagrama funcional será compatibilizado na cópia de campo conforme diagrama de interligação.

Houve uma inversão na conexão de alguns disjuntores/bornes às barras (+) e (-) nos quadros de distribuição CC (entre as revisões 01 e 1A dos cadernos n°).

Fonte: Interest, (2024).

Nesse caso, houve um conflito de informações entre as documentações recebidas para a elaboração do projeto. Para justificar a incompatibilidade encontrada pela empresa certificadora, explicamos o motivo do conflito e apresentamos uma proposta de correção com base no que havia sido efetivamente construído em campo.

5.8 PROJETO DE DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

Uma das atividades que desenvolvi durante o estágio foi o diagrama de interligação (Figura 17) de uma subestação coletora de parques eólicos e solares, destinada a elevar a tensão de 34,5 kV para 500 kV, permitindo sua conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Com o auxílio do treinamento no software Elétron, foi possível elaborar diagramas funcionais fictícios (Figura 18), que não serão emitidos posteriormente, mas que são utilizados para facilitar a criação de diagramas de interligação de forma mais eficiente. O software preserva informações sobre os bornes dos equipamentos, suas conexões e os cabos correspondentes. Durante o estágio, desenvolvi diversos projetos de diagramas funcionais (Figura 19) com o objetivo de gerar diagramas de interligação, seguindo os padrões da Eletronorte, Chesf e personalizações para outras empresas. Esses diagramas representam todas as conexões analógicas entre os equipamentos e os painéis.

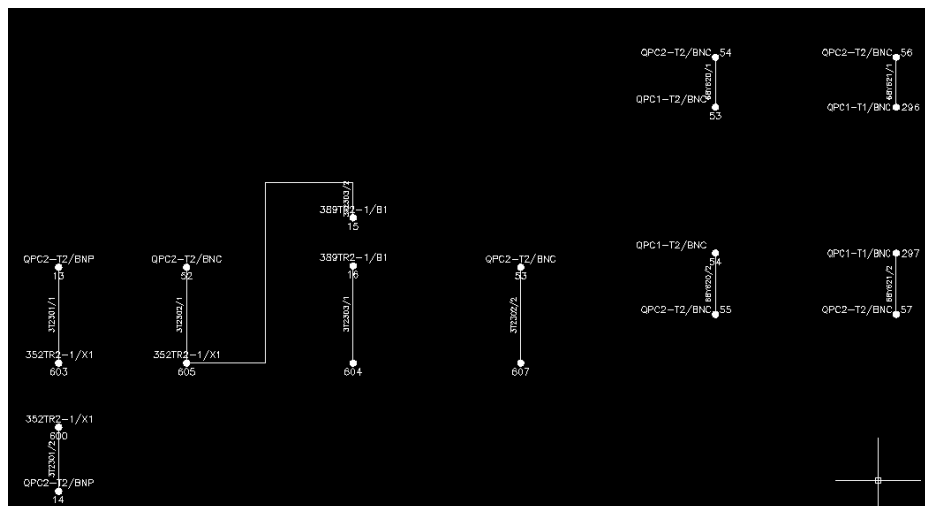
Figura 17 – Exemplo de Diagrama de Interligação

VÃO BY - TRANSFORMADOR 6TR2 500/34,5 KV
 DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO E LISTA DE CABOS
 PAINEL QPC1-T2

Origem			Destino			Documento
Régua	Cabo ou Jumper	Formação	Equipamento/Painel	Régua	Borne	
BNA						
0	1	6BY801-1	2x10	QPC2-T1	BNA	2
0	2	6BY802-1	2x10	QPC2-T2	BNA	1
0	3	6BY801-2	2x10	QPC2-T1	BNA	4
0	4	6BY802-2	2x10	QPC2-T2	BNA	3

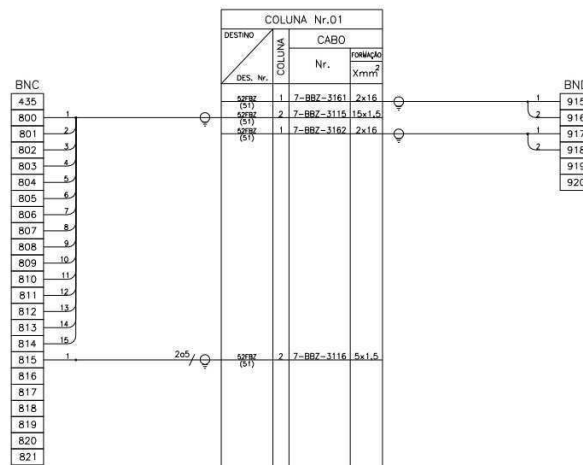
Fonte: Interest, (2024).

Figura 18 – Exemplo de Funcional Fictício



Fonte: Interest, (2024).

Figura 19 – Exemplo de Diagrama de Interligação

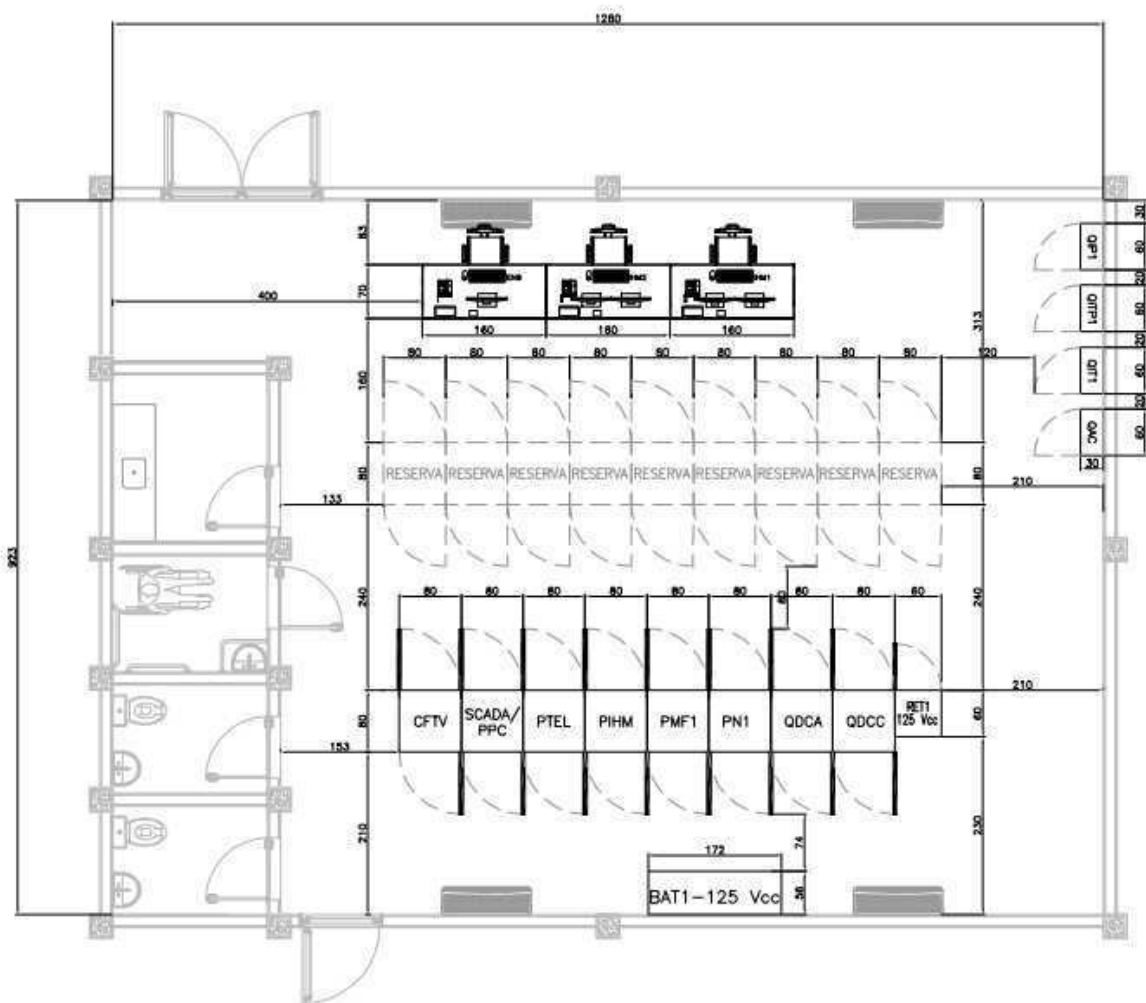


Fonte: Interest, (2024).

5.9 PROJETO DE DISPOSIÇÃO DE PAINÉIS

O projeto de disposição de painéis visa distribuir os painéis de forma ordenada dentro da casa de comando e controle, muitas vezes dividindo-os por setores para garantir a proximidade entre os painéis que mais se comunicam. O exemplo da Figura 20 representa os painéis dispostos na casa de comando e controle da subestação.

Figura 20 – Exemplo de Disposição de Painéis



Fonte: Interest, (2024).

5.10 CONFORME O CONSTRUÍDO

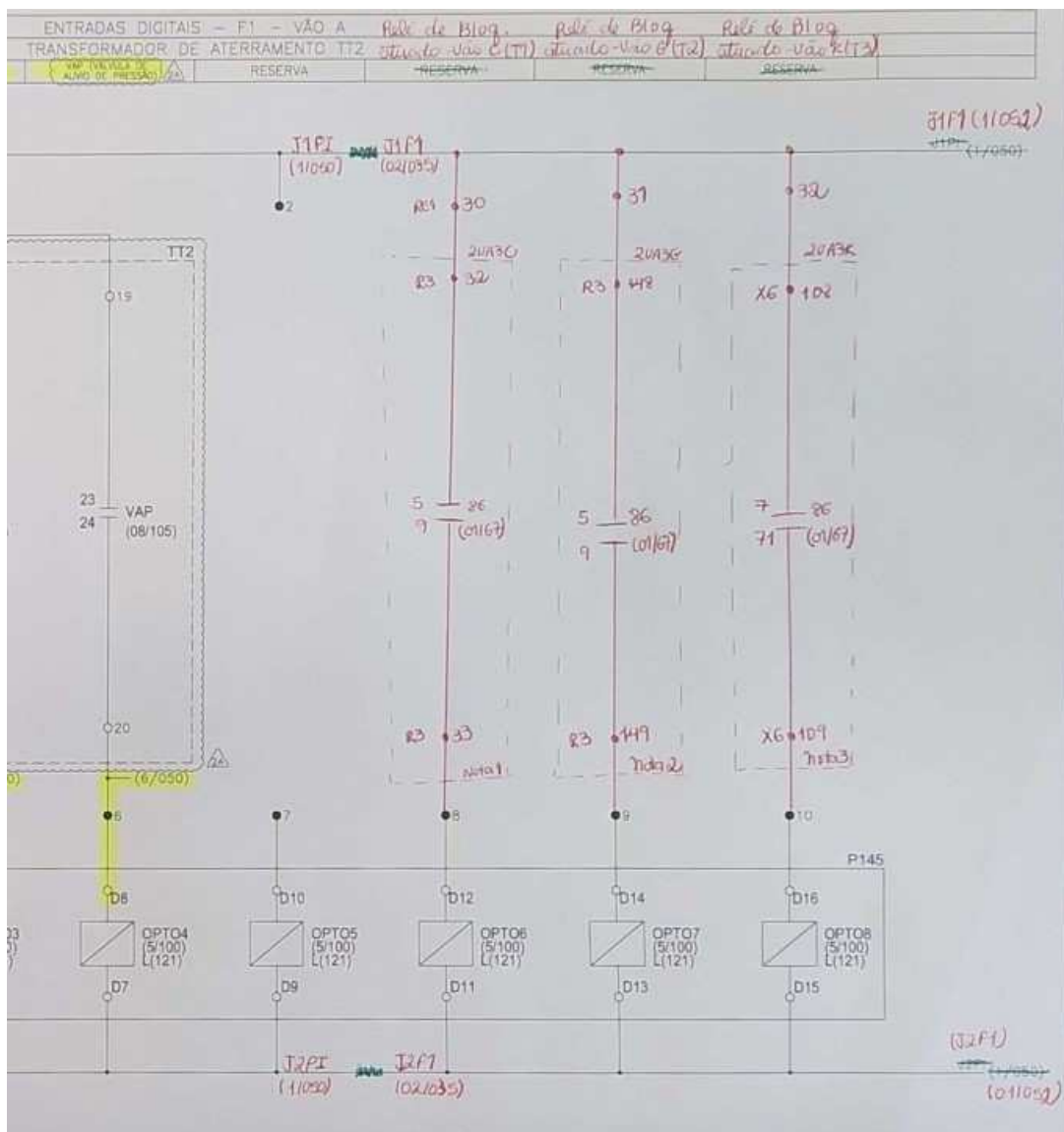
O "Conforme Construído" (ou "As Built") refere-se à documentação final que reflete todas as alterações e ajustes realizados durante a execução do projeto. A ocorrência

de imprevistos ou melhorias torna essas atualizações necessárias, a fim de respeitar a filosofia do projeto inicial.

Atualizar os documentos do projeto é essencial, pois frequentemente são necessários para realizar melhorias, expansões ou solucionar problemas, fornecendo informações apropriadas para operadores, engenheiros e técnicos.

Em um dos projetos em que participei, as alterações em campo foram necessárias porque os IEDs dos transformadores T1, T2 e T3 não publicavam a informação de relé de bloqueio atuado (função ANSI 86) via protocolo Goose (IEC 61850). Assim, a solução encontrada foi adquirir as informações de relé de bloqueio atuado fisicamente, por meio de contatos de relés auxiliares, como podemos ver na Figura 21.

Figura 21 – Marcações em Obra.



Fonte: Interest, (2024).

A realização da tarefa ocorre por meio da atualização da documentação do projeto, a partir das marcações feitas durante a execução, conhecidas como marcações em verde e vermelho. Uma marcação em verde em um caderno indica a remoção de uma informação, enquanto a marcação em vermelho representa o acréscimo de uma nova informação na documentação.

Realizar essa tarefa não se limita apenas a ajustar o desenho de acordo com o que foi feito em campo, pois esse tipo de informação impacta diversos cadernos. Muitas vezes, devido à urgência da execução do projeto, as marcações em campo ocorrem apenas nos locais críticos para sinalizar as mudanças. Cabe ao projetista revisar todos os pontos afetados por essas alterações, garantindo que a documentação esteja consistente com o que foi executado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conhecimentos adquiridos na UFCG constituíram uma base sólida para a integração entre teoria e prática. O setor de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS) abrange diversas áreas de conhecimento, algumas das quais são distantes da Eletrotécnica. No entanto, a base curricular do curso permitiu que, mesmo quando um conceito era novo para o estagiário, sua formação anterior facilitasse a assimilação sem grandes dificuldades. Diversas disciplinas foram fundamentais e amplamente utilizadas na aplicação prática, como Instalações Elétricas, Equipamentos Elétricos, Sistemas Elétricos, Proteção, Circuitos Lógicos e Técnicas de Medição.

Durante o estágio, foi possível observar o desenvolvimento do estagiário no setor de SPCS, tanto pela diminuição da quantidade de erros e correções feitas pelos supervisores quanto pela complexidade crescente dos projetos executados. Além disso, o estagiário foi capaz de assimilar o projeto como um todo, o que lhe permitiu identificar e apontar erros nos insumos recebidos para a realização do projeto.

As habilidades não técnicas aprimoradas durante o estágio incluem convivência em equipe, organização, identificação de problemas, cooperação e, principalmente, comunicação assertiva.

REFERÊNCIAS

SCHUTZ, G. H. IEC 61850 Process Bus and its Impact on Substation Design. In: 2015 PAC World Americas Conference, 2015.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Regras dos Serviços de Transmissão de Energia Elétrica. Disponível em:

https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221055_2.pdf. Acesso em: 22 jul. 2024.

SCHUTZ, G. H. IEC 61850 Process Bus and its Impact on Substation Design. In: 2015 PAC World Americas Conference, 2015.

Operador Nacional do Sistema Elétrico. Procedimento de Rede Submódulo 2.11: Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção. Brasília: ONS, 2024. Disponível em: <https://www.ons.org.br>. Acesso em: 22 jul. 2024.

ANEXOS

Trecho Memorial Descritivo.

6.2. Diagramas de Fiação e de Interligação

Outra incongruência encontrada foi entre os Diagramas de Fiação e de Interligação. Conforme pode ser verificado na Figura 3, o Diagrama de Fiação apresenta a régua R3.1 como tendo trinta bornes, entretanto quatro deles não se encontram representados no Diagrama de Interligação, disponível na Figura 4. Considerando as fotos do Painel 2UA2EG obtidas durante o Levantamento de Campo, como por exemplo a figura 5, foi possível inferir que a fiação representa a régua de forma fiel, o que permitiu o uso destes bornes durante elaboração do projeto.

Figura 3 – Régua R3.1 segundo o Diagrama de Fiação

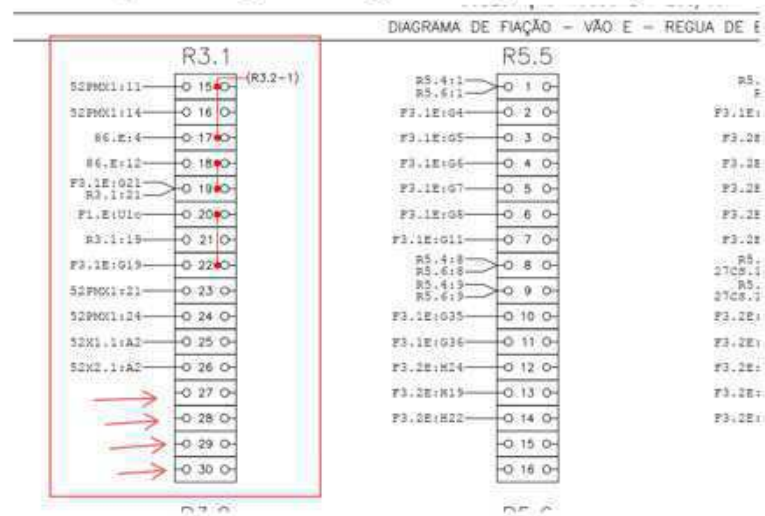


Figura 4 – Régua R3.1 segundo o Diagrama de Interligação

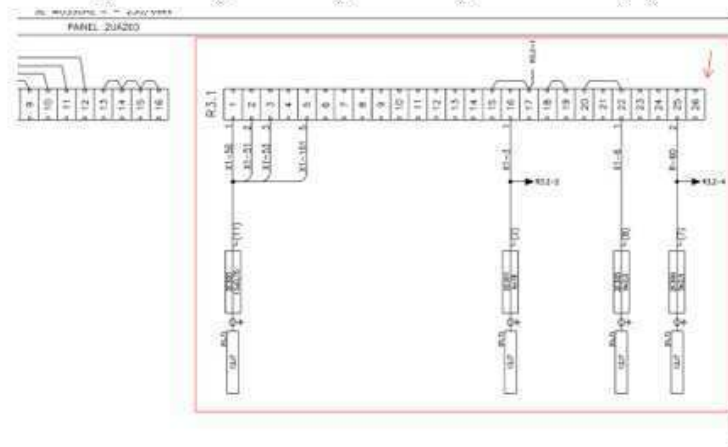
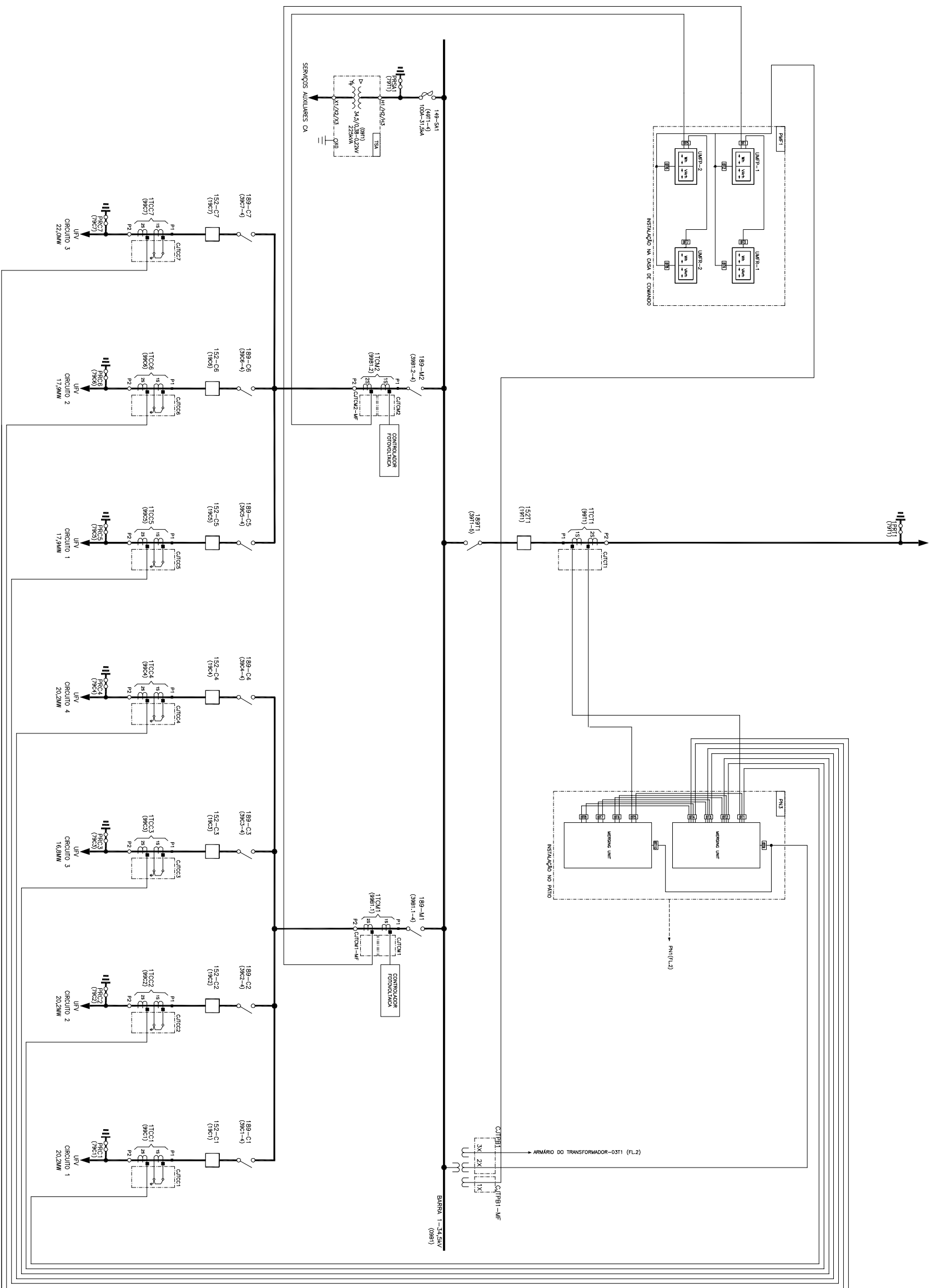


Figura 5 – Régua R3.1 fotografada durante Levantamento de Campo



Fonte: Interest, (2024).



IDENTIFICAÇÃO DOS PAINÉIS

- PN3 - PAINEL DE CAMPO ALIMENTADORES - 34,5 kV
- PNF1 - PAINEL DE MEDIÇÃO E FATURAMENTO

LEGENDAS

- IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PROTEÇÃO E CONTROLE
- UFRP - UNIDADE DE MEDIÇÃO DE FATURAMENTO PRINCIPAL
 - UFRR - UNIDADE DE MEDIÇÃO DE FATURAMENTO RESERVA
 - MU - MÉRGENG UNIT
- MEDIÇÕES
- ⊖ - ENERGIA ELÉTRICA ATIVA DIFER. SENTIDO
 - ⊕ - ENERGIA ELÉTRICA REATIVA DIFER. SENTIDO

----- - BARRA OFICIA

DADOS DOS EQUIPAMENTOS

TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC-SECUNDÁRIO DO TRAF)

PARÂMETRO	TIPO TC1	TIPO TC2
RELUÇÃO	280/200-1A	280/200-1A

TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC-PARAQUES)

PARÂMETRO	TIPO TC1	TIPO TC2
RELUÇÃO	160/200-1A	160/200-1A

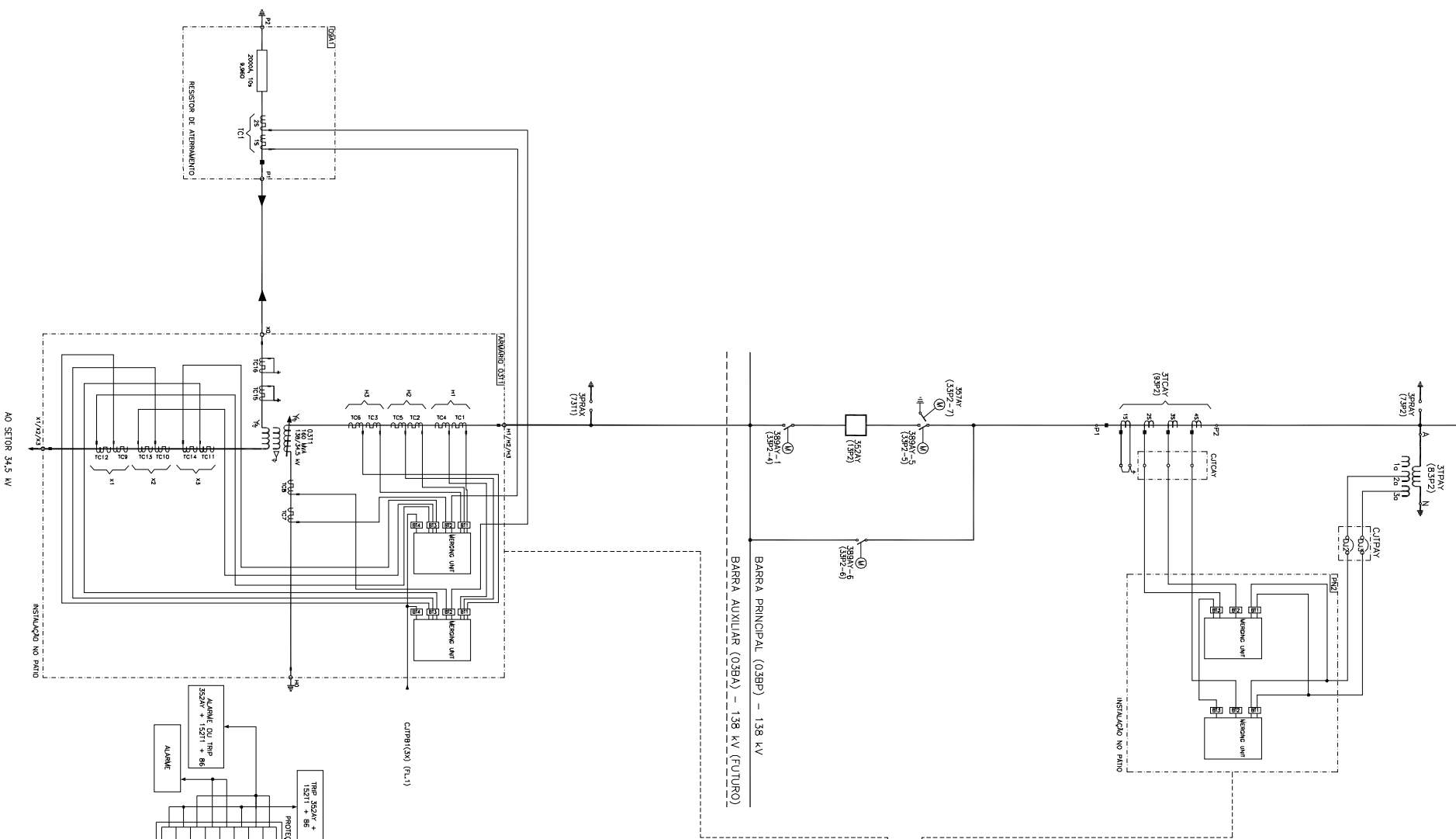
TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC-CIRCUITOS)

PARÂMETRO	TIPO TC1	TIPO TC2	TIPO TC3	TIPO TC4	TIPO TC5	TIPO TC6	TIPO TC7
RELUÇÃO	800/200-1A	800/200-1A	800/200-1A	800/200-1A	800/200-1A	800/200-1A	800/200-1A

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)

PARÂMETRO	TIPO TP1	TIPO TP2	TIPO TP3	TIPO TP4
RELUÇÃO	2500/100-1A	2500/100-1A	2500/100-1A	2500/100-1A

LT - 138 kV



DADOS DOS EQUIPAMENTOS:

TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC)	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO (PT)										
<table border="1"> <tr> <th>CLASSIFICACAO</th> <th>CLASSIFICACAO</th> <th>CLASSIFICACAO</th> </tr> <tr> <td>3000/100/000-2000-14</td> <td>3000/100/000-2000-14</td> <td>3000/100/000-2000-14</td> </tr> </table>	CLASSIFICACAO	CLASSIFICACAO	CLASSIFICACAO	3000/100/000-2000-14	3000/100/000-2000-14	3000/100/000-2000-14	<table border="1"> <tr> <th>CLASSIFICACAO</th> <th>CLASSIFICACAO</th> </tr> <tr> <td>3000/100/000-2000-14</td> <td>3000/100/000-2000-14</td> </tr> </table>	CLASSIFICACAO	CLASSIFICACAO	3000/100/000-2000-14	3000/100/000-2000-14
CLASSIFICACAO	CLASSIFICACAO	CLASSIFICACAO									
3000/100/000-2000-14	3000/100/000-2000-14	3000/100/000-2000-14									
CLASSIFICACAO	CLASSIFICACAO										
3000/100/000-2000-14	3000/100/000-2000-14										

REF.	BUCHA	EXATIDAO	UNHAS	RELCACAO	APLICACAO
TC1, TC2, TC3, TC4, TC5, TC6, TC7 E TC8	40, 41, 42, 43	250A 10920	S2-S4	800-1A	PROTECCAO
TC9, TC10, TC11 E TC14	X1, X2, X3	250A 10920	S1-S3	2000-1A	PROTECCAO
TC15 E TC16	X0	250A 10920	S2-S4	2400-1A	PROTECCAO

RESISTOR DE ATERRAMENTO (0941)				
<table border="1"> <tr> <th>PROTECCAO (1)3</th> <th>PROTECCAO (2)3</th> </tr> <tr> <td>2000-1A</td> <td>2000-1A</td> </tr> </table>	PROTECCAO (1)3	PROTECCAO (2)3	2000-1A	2000-1A
PROTECCAO (1)3	PROTECCAO (2)3			
2000-1A	2000-1A			

IDENTIFICACAO DOS PAINES:

PN1 - PAINEL DE PROTECCAO TRANSFORMADOR 0311 - 138/24,5 kV, ALIMENTADORES 34,5 kV E LT 138 kV
 PN2 - PAINEL DE CAMPO LT - 138 kV
 ANILARIO 0311 - PAINEL DE CAMPO TRANSFORMADOR 0311 - 138/24,5 kV

LEGENSAS:

IDENTIFICACAO DAS UNIDADES DE PROTECCAO E CONTROLE
 UPC1 - UNIDADE PROTECCAO E CONTROLE PRINCIPAL LT 138 kV
 UPC2 - UNIDADE PROTECCAO E CONTROLE ALTERNADA LT 138 kV
 UPC3 - UNIDADE PROTECCAO E CONTROLE PRINCIPAL TRANSFORMADOR 138/24,5 kV E ALIMENTADORES 34,5 kV
 UPC4 - UNIDADE PROTECCAO E CONTROLE ALTERNADA TRANSFORMADOR 138/24,5 kV E ALIMENTADORES 34,5 kV
 WUP-LT - MERGON UNIT PRINCIPAL LT 138 kV
 WUP-TR - MERGON UNIT ALTERNADA LT 138 kV
 WUA-TR - MERGON UNIT PRINCIPAL TRANSFORMADOR 0311 138/24,5 kV
 WUA-TR - MERGON UNIT ALTERNADA TRANSFORMADOR 0311 138/24,5 kV

TIPO	TIPO
87T	DESEMPENHO
87N	DESEMPENHO
REF	FAULT
50/51	SOBRECORRENTE
51C	SOBRECORRENTE
50/51N	SOBRECORRENTE
EPF	DESEMPENHO
59	SOBRECORRENTE
98	OSCILOSCOPIO
27	SARTEADO

TIPO	TIPO
87L	DESEMPENHO
21	DISTANCIA DE FASE
21N	DISTANCIA DE FASE
59	SOBRECORRENTE
50/51N	SOBRECORRENTE
27	SARTEADO
6/7/67N	DESEMPENHO
SOFT	SOFT
81	RELOJO
85	RELOJO
25	RELOJO
50/629F	RELOJO
98	OSCILOSCOPIO

PROTECCOES INTRINSECAS DOS TRANSFORMADORES
 63 - RETE DE PRESSAO DE GAS (BUCHONCA)
 20 - WATIA DE ALVINO DE PRESSAO
 26 - RETE DE TEMPERATURA DE OLIO
 49 - RETE DE TEMPERATURA DE ENROLAMENTO
 71 - RETE DE DETECCAO DE NIVEL DE OLIO
 RFC - FLUO DE OLIO DO COMLIDOR
 RM - RUPINA MEXIMANA
 VA - WATIA AUTOMATICA

----- FIBRA OPTICA

TIPO	TIPO
26	PROTECCAO
49	PROTECCAO
63	PROTECCAO
20	PROTECCAO
71	PROTECCAO
RHC	PROTECCAO
RM	PROTECCAO
VA	PROTECCAO

