

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
ABRIGADA

REGIONAL DE CURITIBANOS
SÃO CRISTÓVÃO DO SUL/SC

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral

Engenheiro Eletricista

CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

10 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO – SE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO CELESC:	6
4.	PRÉ-INSPEÇÃO – SE TRANSFORMAÇÃO - INTERNA:	14
5.	ATERRAMENTO – SE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO CELESC:.....	25
6.	ATERRAMENTO – SE TRANSFORMAÇÃO:	28
7.	TERMOGRAFIA:	29
8.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	29
9.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	34
10.	PÓS-INSPEÇÃO:	35
11.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	42
12.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	44

1. INTRODUÇÃO:

Nos dias 18 de dezembro de 2024 e no dia 04 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Regional de Curitiba, São Cristóvão do Sul/SC**, com o acompanhamento do Sr. **Leopoldo**.

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO – SE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO CELESC:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

Observado que a Subestação não possui unifilar do sistema primário disponível.

Para iniciar as atividades na Subestação, foi realizado os procedimentos de segurança de abertura das cargas, bloqueio dos geradores da unidade, chaves seccionadoras, disjuntor da subestação principal e na sequência a chave fusível. Ao realizar esta manobra, observamos que a vegetação está alta, próximo a rede, conforme imagem abaixo:



Figura 1-Vegetação próximo a chave fusível da unidade

As caixas de inspeção estavam sujas e mato na parte interna.

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças.

As chapas das buchas de passagem estão oxidadas, bem como os cabos estão sem terminais e arruelas, o que dificultou a reinstalação das mesmas após limpeza e reaperto.



Figura 2-Conexões das buchas de passagem e chapas de passagem



Figura 3-Bucha de passagem sem terminais e arruelas – crítico



Figura 4-Bucha de passagem sem terminais e arruelas



Figura 5-Bastões com excesso de sujeira



Figura 6-Entrada da SE de Proteção e Medição da unidade



Figura 7-Frente do Cubículo de Proteção



Figura 8-Disjuntor da Subestação

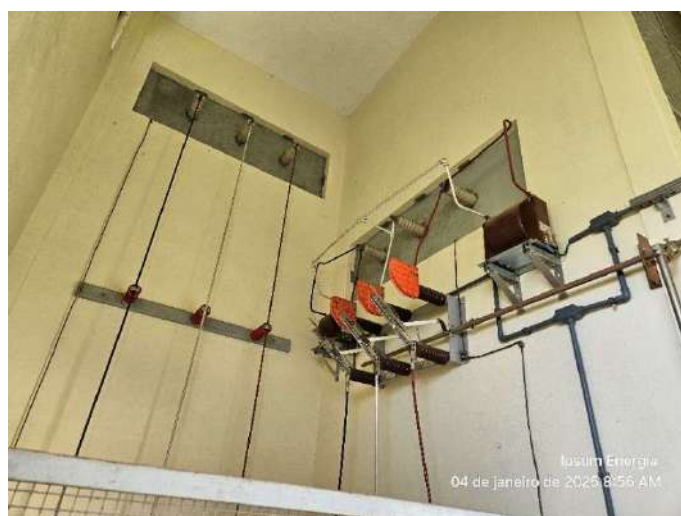


Figura 9-Seccionadora da SE

O quadro de medição estava com excesso de poeira e sem terminal prensa fio na parte superior para a passagem da antena da Celesc.



Figura 10-Área de medição Celesc

A caixa de medição da Celesc está sem o vidro de proteção e visualização.



Figura 11-Quadro da Medição Celesc - sem vidro



Figura 12-Quadro de Medição Celesc - poeira

A iluminação de emergência estava ok, mas a iluminação artificial não está funcionando.



Figura 13-Iluminação artificial e de emergência



Figura 14-Cabos da iluminação externa



Figura 15-Iluminação externa – próximo a porta de acesso da SE



Figura 16-Iluminação externa - parte de trás da SE

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI's estão com testes vencidos e ressecados, recomendamos a substituição dos mesmos. Também não encontramos o detector de tensão da unidade.



Figura 17-EPIs encontrados – ressecados

A barra de Equipotencialização da unidade estava com conexões frouxas, realizado reaperto geral.



Figura 18-BEP da SE

A grade do cubículo de proteção não possui portão de acesso, o que dificulta a manutenção, visto que no meio da grade está instalada o braço de manobra da seccionadora, o que impede a remoção da grade para acesso, sendo necessário usar duas escadas para passar por cima da grade.



Figura 19-Grade do Cubículo de proteção

4. PRÉ-INSPEÇÃO – SE TRANSFORMAÇÃO - INTERNA:

Após a realização de todos os serviços na SE de Proteção e Medição, realizamos os mesmos serviços na Subestação de transformação, na parte interna da unidade.

Identificado que o cabo e mufla reserva da SE de transformação está sem suporte na estrutura. A ausência desse suporte pode danificar a isolação do cabo de média tensão.

As grades de proteções dos cubículos de transformação e de entrada estão fora de norma, sem portões de acesso e no caso da tela do cubículo de entrada, a mesma tem o risco de cair.

Identificado que no cubículo de entrada, não existe tampa de proteção no piso, o que pode gerar queda de nível com consequências sérias para a pessoa que ali cair.



Figura 20-Poste da entrada da SE de Transformação

Ao realizar a limpeza dos isoladores da entrada da SE, identificado que tem isoladores com marcas de fuga de corrente, com risco de colapso total e desarme da SE de Proteção, deixando toda a unidade e o Presidio Industrial sem energia até a resolução do problema.



Figura 21-Isolador da entrada da SE de Transformação

As muflas de entrada foram inspecionadas e limpas. A mufla da fase R está com aterramento danificado. A mufla da fase S está rasgada e a mufla da fase T é praticamente inexistente, está completamente isolada por fita isolante. O aterramento da mufla da fase R foi feito de maneira paliativa, necessitante ser substituída por completo.



Figura 22-Mufla da fase R - aterramento rompido



Figura 23-Mufla da fase S – rasgada



Figura 24-Mufla da fase T – isolada

O transformador de 150KVA está sem proteção. Deverá ser instalado seccionadora com porta fusíveis, adaptar o braço de manobra e a tela de proteção.



Figura 25-Seccionadora do Transformador de 150KVA



Figura 26-Transformador 150KVA - Antes manutenção

As conexões do secundário do transformador de 150KVA estavam frouxas e identificado vazamento de óleo pela bucha X2.



Figura 27-Secundário do transformador 150KVA

As conexões do secundário do transformador de 225KVA estavam frouxas, identificado vazamento de óleo pela bucha X1 e o nível de óleo está levemente abaixo do nível normal de operação, provavelmente em função do vazamento.



Figura 28-Vazamento bucha X1 transformador 225KVA



Figura 29-Nível óleo transformador 225KVA



Figura 30-Transformador 225KVA



Figura 31-Seccionadora do Transformador de 225KVA

Identificado que os cabos do secundário do transformador principal, 225KVA estão sem os terminais de dupla compressão.



Figura 32-Secundário Transformador 225KVA

A iluminação da SE de transformação não está funcionando, bem como a iluminação de emergência.



Figura 33-Iluminação artificial e de emergência da SE de Transformação

Ao realizar reaperto do QGBT da SE de transformação, identificado que o disjuntor da cozinha apresenta um dos parafusos espanados, não sendo possível reaperto. Na termografia não identificou ponto quente porque no momento da termografia provavelmente a carga estava baixa no circuito.



Figura 34-Disjuntor da Cozinha - 175A

Os barramentos da chave de entrada do QGBT estão com risco de curto-circuito com a base do painel, a menos de 5mm, podendo até um roedor fechar curto-circuito, gerando desarme de toda a unidade e o risco de incêndio.



Figura 35-Chave de entrada do QGBT

Identificado que na SE de transformação existem materiais combustíveis, os quais podem amplificar eventuais incêndios na SE de Transformação por serem combustíveis.



Figura 36-Materiais combustíveis 01



Figura 37-Materiais combustíveis 02



Figura 38-Materiais combustíveis 03



Figura 39-Materiais combustíveis 04

O piso da SE de transformação está com obstáculos e desníveis que podem gerar torções em tornozelos e até queda sobre partes energizadas. Existe área com desnível próximo ao gerador, QGBT e aos trafos. Também existem cabos elétricos expostos, aumentando o risco de curto-circuito ou toques acidentais.

A vedação da parede, passagem dos cabos elétricos da parede para o gerador externo, está aberto, com possível entrada de animais e poeira.



Figura 40-Desníveis no piso

5. ATERRAMENTO – SE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO CELESC:

Durante a inspeção da Subestação, o aterramento foi medido e inspecionado, encontrado os terminais das hastes de aterramento inadequados e oxidados.



Figura 41-Caixa de inspeção 01 – balde quebrado



Figura 42-Caixa de inspeção 01 - Resistência de aterramento 26,2 ohms



Figura 43-Caixa de inspeção 02 - Conectores oxidados



Figura 44-Caixa de inspeção 02 - Resistência de aterramento 77,5 ohms



Figura 45-Caixa de inspeção 03 = balde quebrado e conector inadequado

Na primeira medição foi identificado que os conectores estavam frouxos. Após aperto a resistência ficou boa nesta caixa de inspeção.



Figura 46-Caixa de inspeção 03 - Resistência de aterramento 1,4 ohms

A resistência de aterramento está ruim, visto que tem medições de 77,5 ohms e conectores oxidados e inadequados.

6. ATERRAMENTO – SE TRANSFORMAÇÃO:

Identificado que a SE de transformação não possui caixa de inspeção de aterramento, com cabo exposto e a resistência de aterramento estava em 9,9 ohms.



Figura 47-Aterramento SE de Transformação



Figura 48-Resistência aterramento - SE Transformação

7. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

8. ANÁLISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:



Figura 49-AQEE após a energização da unidade



Figura 50-Visão geral da AQEE – com início na energização

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga que é variável.

Observado que a fase S (vermelha) tem mais carga, na sequência a fase T (azul) e na sequência, a menos carregada, T (preta). Vamos usar as informações de corrente de fases e neutro para saber o quão desequilibrados estão as cargas.

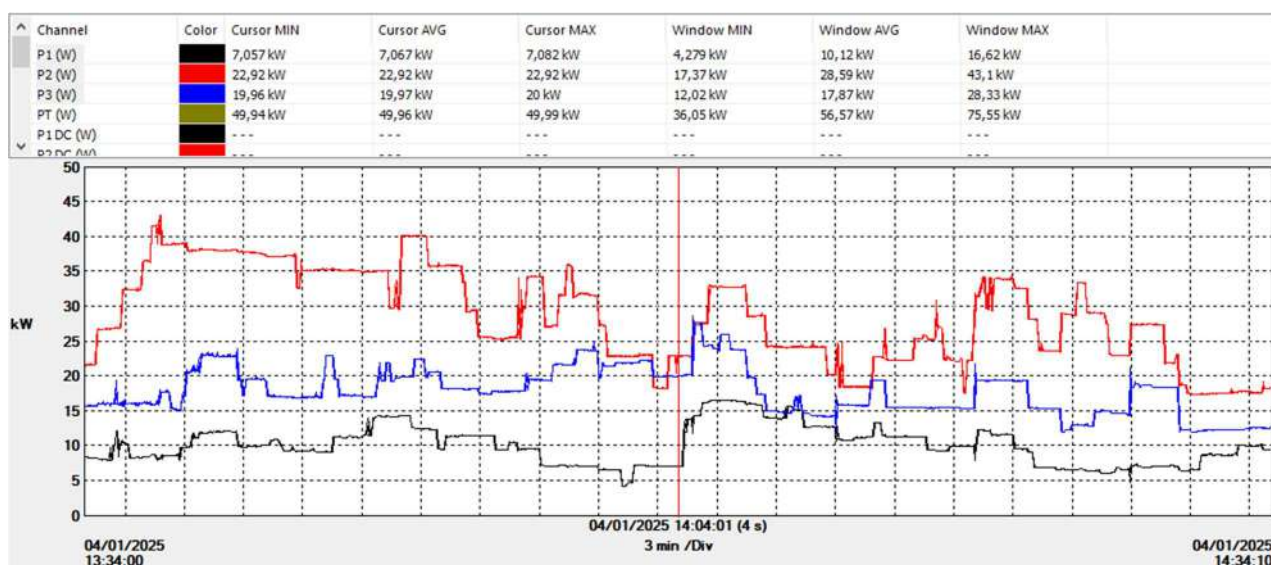


Figura 51-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

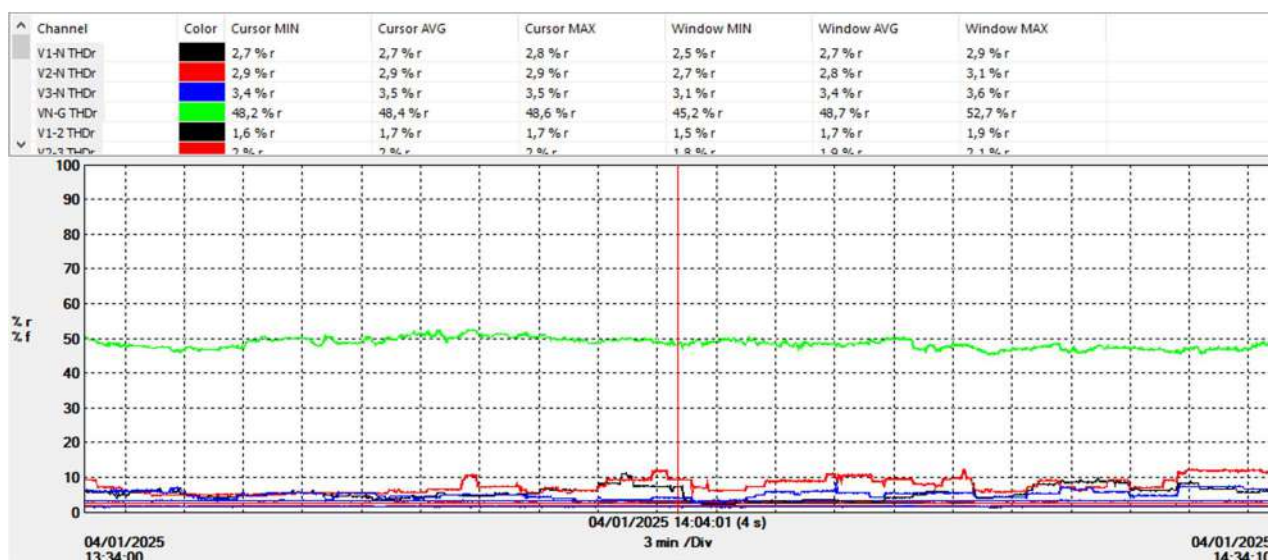


Figura 52-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade.

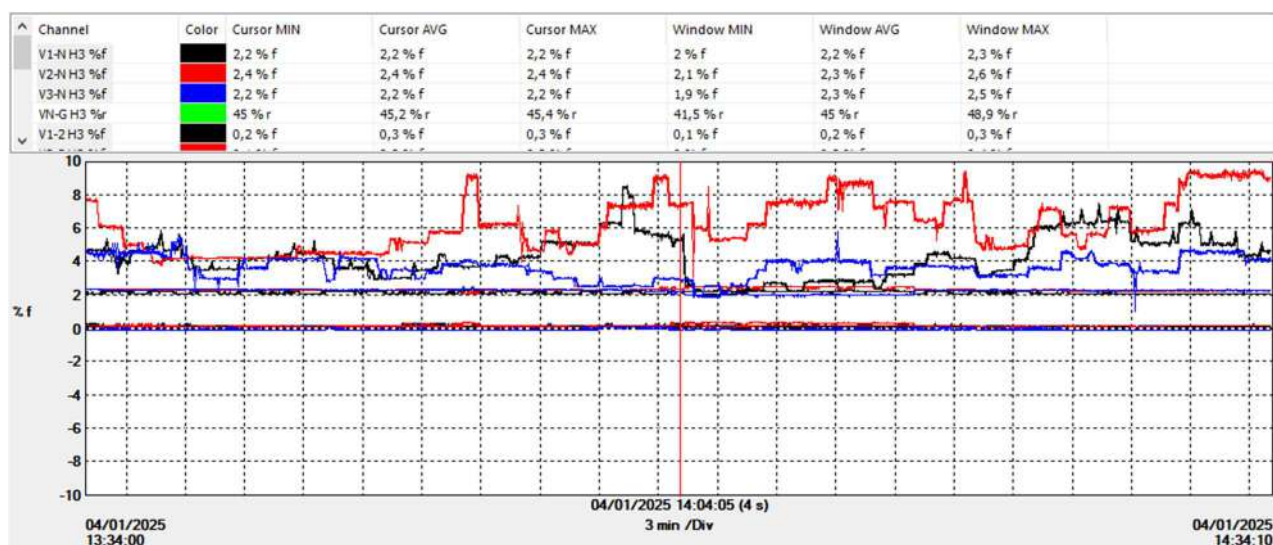


Figura 53-3ª ordem harmônica

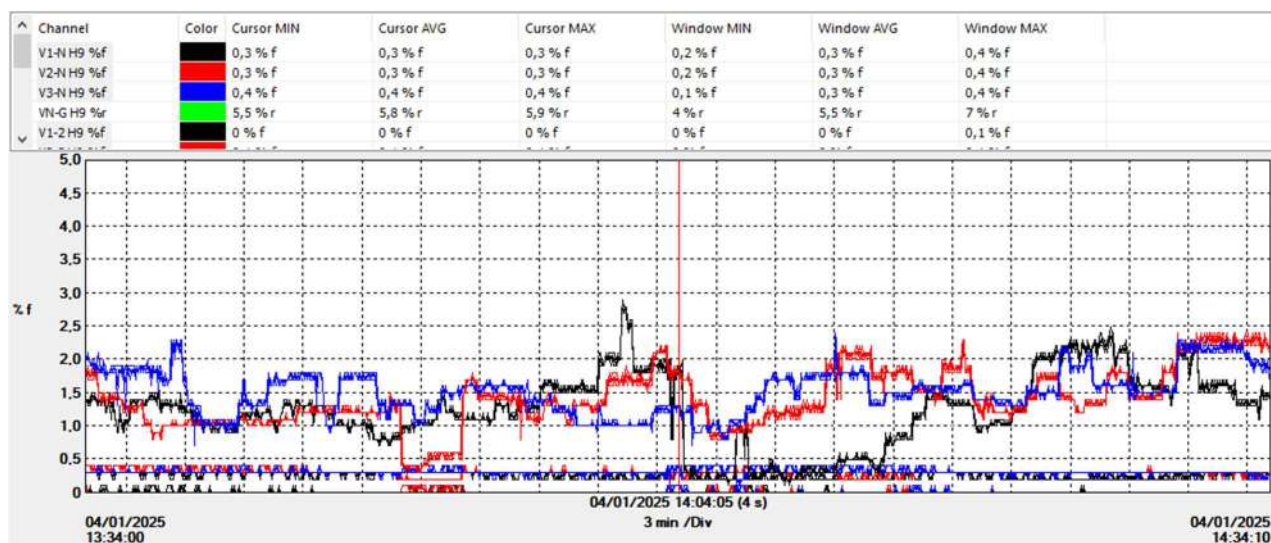


Figura 54-9ª ordem harmônica

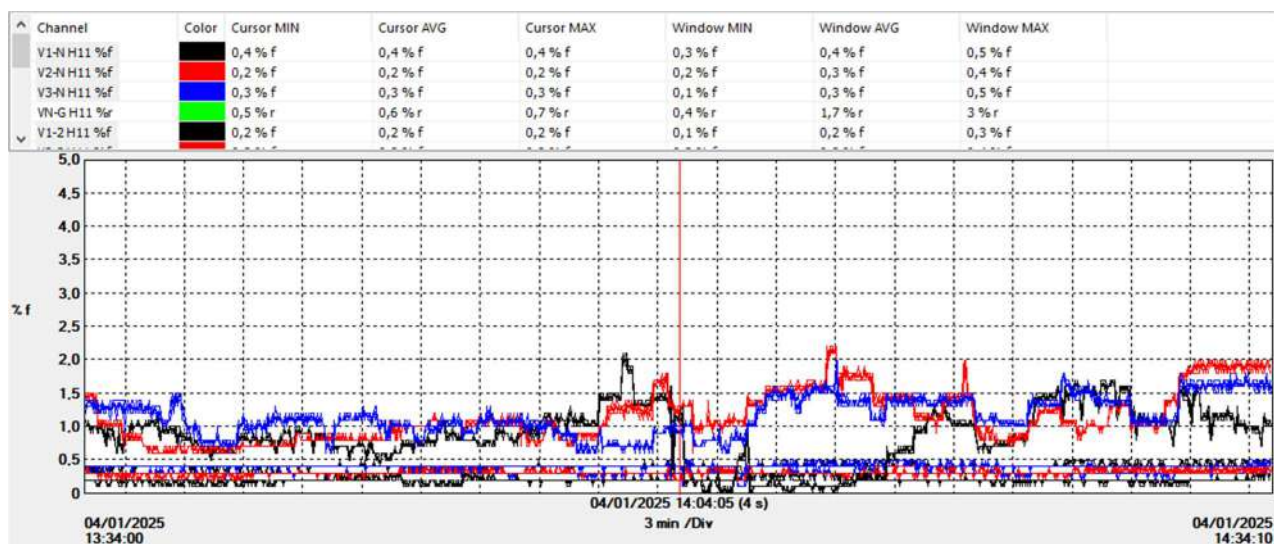


Figura 55-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que os desequilíbrios de carga estão tão acentuados que apresenta mais de 10,7V no neutro, o que é muito perigoso para quem faz manutenção no sistema e para os equipamentos que tem neutro com tensão. A tensão no neutro também indica que o mesmo está mau aterrado.

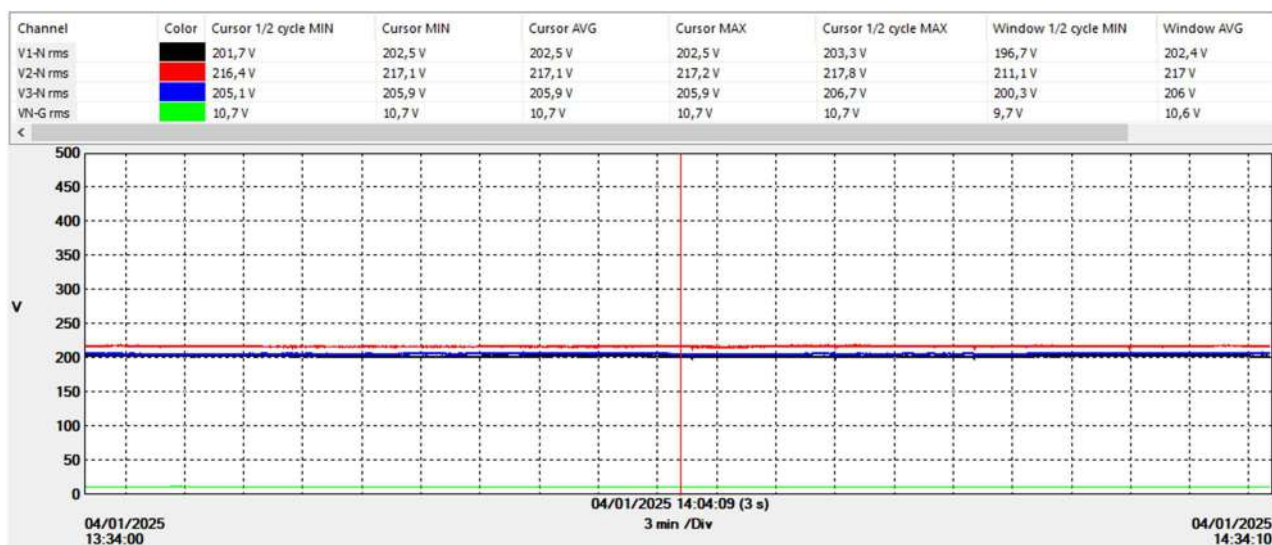


Figura 56-Tensão no neutro

Corrente:

Nesta análise, o desequilíbrio entre as fases é variável e acentuado, registrando 140A na fase T (azul) e na fase R (preta) apenas 87A.

Importante salientar que a corrente no neutro está zerada, o que é tecnicamente é muito bom.

No aplicado, é possível observar que as linhas azul, preta e vermelha estão muito desiguais, enquanto deveriam estar quase sobrepostas.

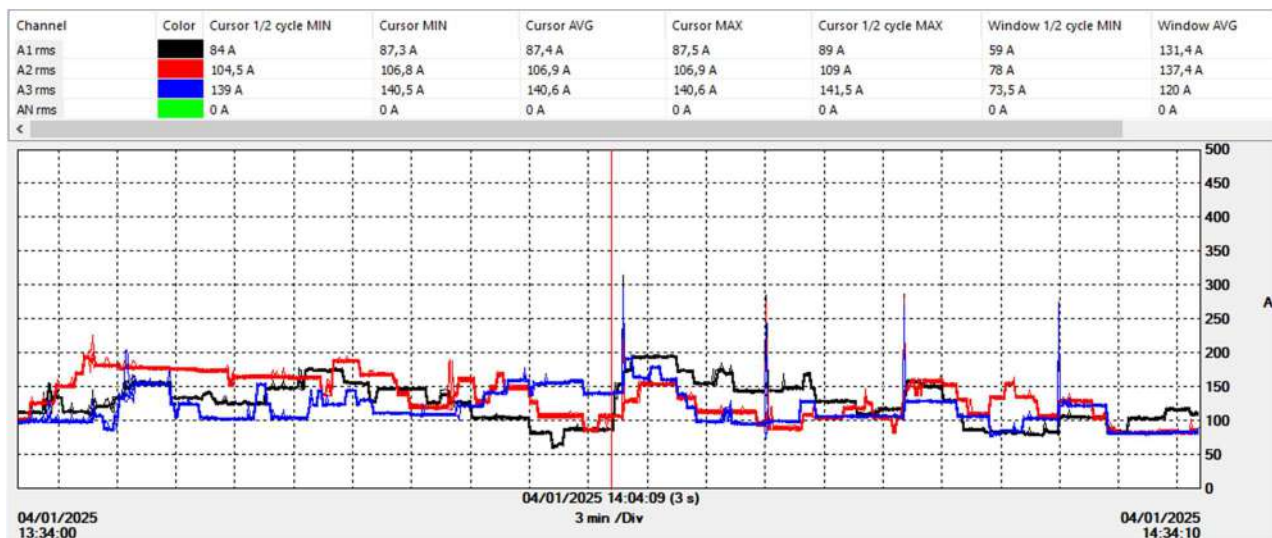


Figura 57-Correntes observadas na AQEE

9. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento dos Trafos foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 58-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo KVA	Tensão KV
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização			
AT - BT	AT	Carcaça	BT	95	121	297	1,27	Bom	2,45	Bom	225	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	59	89	578	1,51	Muito bom	6,49	Ótimo		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	82	117	373	1,43	Muito bom	3,19	Muito bom		
				Gôhms								

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo KVA	Tensão KV
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização			
AT - BT	AT	Carcaça	BT	64	94	285	1,47	Muito bom	3,03	Muito bom	150	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	55	68	256	1,24	Regular	3,76	Muito bom		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	47	65	159	1,38	Bom	2,45	Bom		
				Gôhms								

Figura 59-Medições de Resistência de isolamento – Trafos 225KVA e 150KVA

No geral, estes transformadores estão muito bons.



Figura 60-Medição de Resistência de isolamento – 225KVA



Figura 61-Medição Resistência de isolamento - 150KVA

10. PÓS-INSPEÇÃO:

As conexões das buchas de passagem foram lixadas e reapertadas para melhorar a conexão elétrica de cada uma das mesmas. Pessoal da unidade tentou localizar arruelas que pudessem ser usadas, mas sem sucesso.



Figura 62-Conexão da bucha de passagem após manutenção

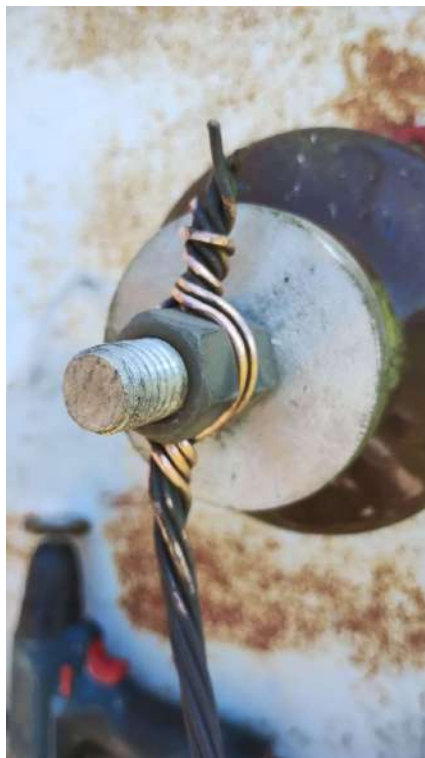


Figura 63-Outras bucha de passagem que foi feito manutenção paliativa



Figura 64-Seccionadora após limpeza e reapertos



Figura 65-Frente do cubículo de Proteção após limpeza



Figura 66-Frente do cubículo de Medição após limpeza



Figura 67-Frente da Medição Celesc após limpeza



Figura 68-Painel da Proteção após limpeza e reaperto geral

As muflas foram limpas, reapertadas suas conexões e no caso da mufla da fase R, foi realizado a instalação de um aterramento paliativo, para aumentar a segurança.



Figura 69-Muflas entrada SE Transformação



Figura 70-Isoladores da entrada da SE de Transformação



Figura 71-Seccionadora de cubiculo reserva - após limpeza



Figura 72-Transformador 150KVA - após manutenção



Figura 73-Seccionadora do Transformador de 150KVA



Figura 74-Transformador Principal 225KVA

Todas as conexões dos disjuntores foram reapertadas com torque adequado, da mesma forma que as conexões do transformador, seccionadora e isoladores.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados nas Subestações de Proteção e Medição, bem como na Subestação de Transformação da unidade Regional de Curitiba, como:

-  Realizar roçada e poda de árvores próximo a rede da Celesc, 2 vãos de rede;
-  Elaborar e disponibilizar unifilar do sistema primário na Subestação;
-  Substituir baldes de inspeção de aterramento e conectores oxidados;
-  Realizar pintura nas chapas de passagem das buchas de passagem;
-  Instalar terminais e arruelas em todas as conexões das buchas de passagem - crítico;
-  Consertar fiação da iluminação interna e externa que não está funcionando e com cabos expostos. Instalar eletrodutos e condutes novos que os existentes estão quebrados;
-  Disponibilizar a unidade vara de manobra, luvas classe 25KV, detector de tensão e tapete para manobras com CA válido;
-  Instalar vidro no quadro de medição da Celesc;
-  Substituir os isoladores com marcas de fuga de corrente, classe 25KV;
-  Substituir as muflas de entrada da SE de Transformação;
-  Instalar suporte para mufla reserva no poste de entrada da SE de transformação;
-  Instalar terminais de dupla compressão nos cabos dos secundários dos transformadores;
-  Eliminar vazamento da bucha X1 do transformador de 150KVA e completar nível de óleo;
-  Instalar seccionadora com porta fusível no transformador de 150KVA, adaptar braço de manobra e tela de proteção;
-  Instalar caixa de inspeção do aterramento na SE de transformação;
-  Refazer a iluminação da SE de transformação (10 pontos de iluminação) e instalar luminária de emergência. Eliminar instalações desativadas;
-  Substituir o disjuntor de caixa moldada da cozinha – 175A;
-  Refazer os barramentos da chave de entrada do QGBT que estão apresentando sério risco de curto-circuito com a base do painel;
-  Reorganizar e descartar materiais em desuso na SE de transformação;
-  Refazer o piso com obstáculo da SE de transformação;
-  Fechar a passagem de cabos da parede da SE de transformação para o gerador externo;
-  Mudar as grades de proteções dos cubículos de proteção e de entrada da SE de transformação;
-  Instalar tampa de proteção no piso, no cubículo de entrada da SE de transformação;

 Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

A subestação do Regional de Curitiba alimenta outras cargas, observadas quando fomos fazer a manutenção da Subestação do Regional de São Cristóvão do Sul, incluindo o próprio Regional de São Cristóvão do Sul. Assim, existem outros transformadores instalados em postes que precisam passar por manutenção preventiva, como medição de resistência de isolamento, termografia, aterramento, conexões elétricas de Média e Baixa Tensão;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Regional de Curitiba, São Cristóvão do Sul/SC.**

12. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
ABRIGADA

INDUSTRIAL DE
SÃO CRISTÓVÃO DO SUL/SC

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral

Engenheiro Eletricista

CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

16 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	18
5.	TERMOGRAFIA:	25
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	26
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	30
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	31
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	36
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	37

1. INTRODUÇÃO:

Nos dias 19 de dezembro de 2024 e no dia 11 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC**, com o acompanhamento do Sr. **Douglas**.

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

Observado que a Subestação não possui unifilar do sistema primário disponível.

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI's não foram encontrados. Também não encontramos o detector de tensão da unidade.

Durante a inspeção, não localizado o extintor da SE.

Para iniciar as atividades na Subestação, foi realizado os procedimentos de segurança de abertura das cargas, bloqueio dos geradores da unidade, chaves seccionadoras, disjuntor da subestação principal e na sequência a chave fusível.

Ao realizar o bloqueio do gerador de emergência da unidade, observado que um dos disjuntores estava desligado, assim foi mantido.



Figura 1-Disjuntores de comando do Gerador de Emergência

O acrílico de proteção do QGBT está com as hastes de fixação ao fundo da placa de montagem, quebrados, ficando solto e com risco de atingir o rosto de quem for realizar abertura e manobra de circuitos.

A barra de equipotencialização do QGBT foi reapertada e estava com algumas conexões frouxas.



Figura 2-QGBT da unidade

Identificado que o TP que alimenta o painel de proteção sofreu uma explosão, estando isolado da rede de média tensão, com a subestação sem proteção e sem no-break.



Figura 3-TP isolado



Figura 4-TP danificado



Figura 5-Relé de proteção queimado

Os eletrodutos da iluminação externa dos postes estão danificados, provavelmente por roçadeiras.

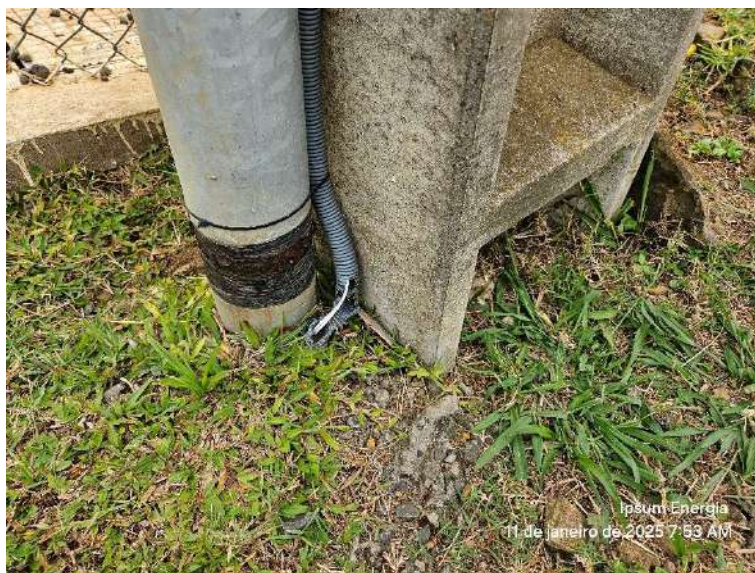


Figura 6-Eletroduto iluminação externa

A iluminação de emergência não está funcionando, tão pouco a iluminação artificial com o interruptor danificado do lado externo, o qual deve ser instalado no lado interno.



Figura 7-Iluminação artificial



Figura 8-Iluminação de Emergência



Figura 9-Interruptor danificado

As placas de identificação das portas estão apagadas.



Figura 10-Placas de advertência

O cabo de aterramento da grade do cubículo de transformação da SE estava desconectado. O mesmo foi reconectado por segurança.



Figura 11-Cabo aterramento grade cubiculo transformação

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças. No corredor do cubículo de transformação foi encontrado até a ossada de uma cobra.



Figura 12-Transformador de 500KVA



Figura 13-Corredor do cubículo de transformação

A entrada de animais está localizado na saída de cabos de baixa tensão que é aberta para a área externa. Este local também está sem grade de proteção sobre os cabos de baixa tensão, com risco de torções de tornozelos e quedas de mesmo nível.



Figura 14-Cabos de baixa tensão do transformador

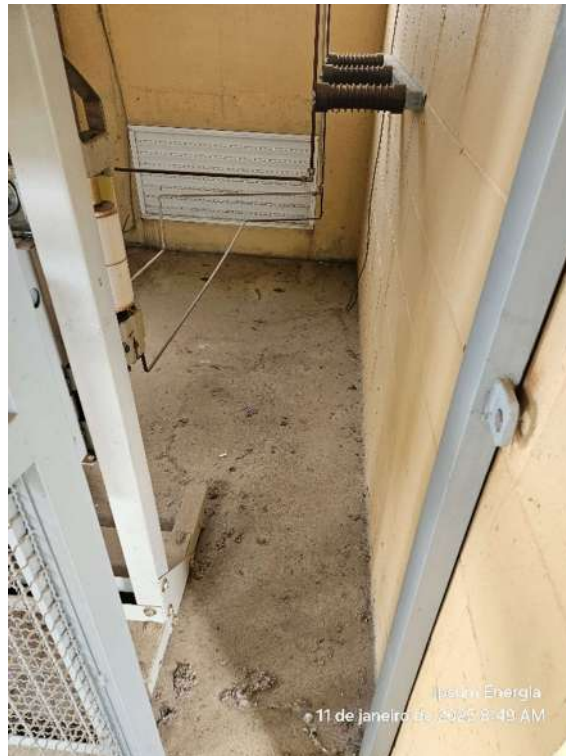


Figura 15-Cubículo de proteção



Figura 16-TC's do Disjuntor da unidade



Figura 17-Isoladores, seccionadora e TP

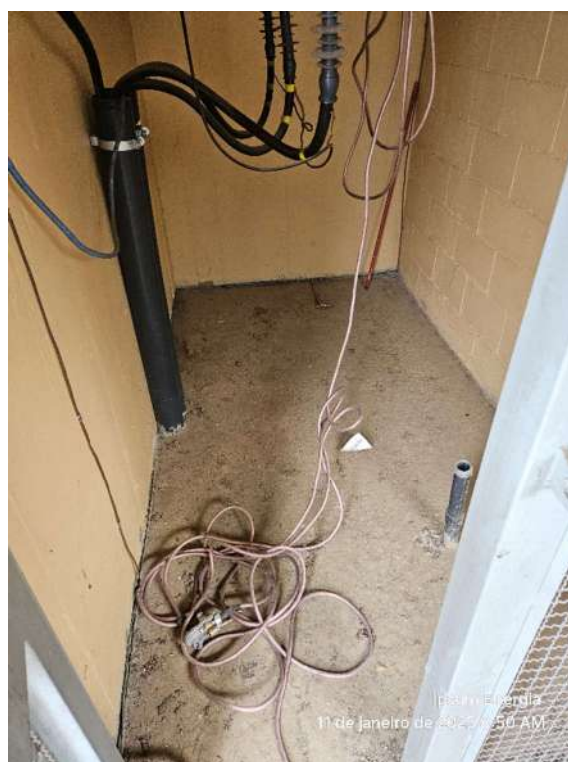


Figura 18-Cubiculo de entrada - sem medição



Figura 19-Entrada muflas – isoladores



Figura 20-Isoladores cubiculo entrada



Figura 21-Vazamento de óleo transformador 500KVA



Figura 22-Caixa de passagem de entrada da SE

Identificado durante reaperto do QGBT, que as conexões do disjuntor de caixa moldada das bombas – 100ª, estão inadequadas, gerando mau contato.



Figura 23-Disjuntor das bombas no QGBT - Entrada



Figura 24-Disjuntor das bombas no QGBT - Saída

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, o aterramento foi medido e inspecionado, encontrado os terminais das hastes de aterramento inadequados e oxidados.



Figura 25-Caixa de inspeção 01 – concretada



Figura 26-Caixa de inspeção 01 - Resistência de aterramento 0,47 ohms



Figura 27-Caixa de inspeção 02 – haste de baixa camada



Figura 28-Caixa de inspeção 02 - Resistência de aterramento 0,43 ohms



Figura 29-Caixa de inspeção 03



Figura 30-Caixa de inspeção 03 - Resistência de aterramento 0,91 ohms



Figura 31-Caixa de inspeção 04 – falta conector



Figura 32-Caixa de inspeção 04 - Resistência de aterramento 0,91 ohms



Figura 33-Caixa de inspeção 05



Figura 34-Caixa de inspeção 05 - Resistência de aterramento 0,27 ohms



Figura 35-Caixa de inspeção 06 – haste de baixa camada e falta conector



Figura 36-Caixa de inspeção 06 - Resistência de aterramento 7,1 ohms



Figura 37-Caixa de inspeção 07



Figura 38-Caixa de inspeção 07 - Resistência de aterramento 1,1 ohms



Figura 39-Caixa de inspeção 08 - Gerador

A resistência de aterramento está boa, com resistência equivalente de $11,19/7 = 1,59$ ohms.

Esta resistência equivalente pode ficar ainda melhor com a substituição dos conectores oxidados, inadequados e hastes de aterramento de baixa camada, diferente do que preconiza a norma.

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

6. ANÁLISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada a partir do momento que o Analisador de Qualidade de Energia Elétrica foi preparado, coletando as informações de energização da Subestação e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:

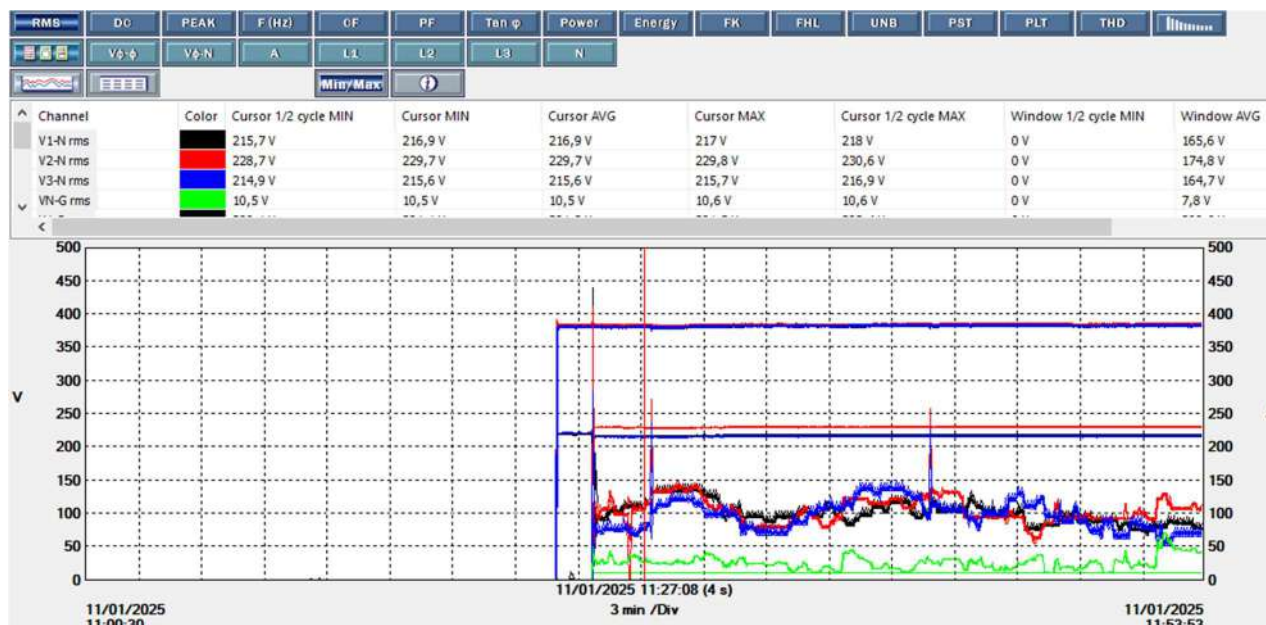


Figura 40-Visão geral da AQEE – com início na energização

Na sequência, será eliminado dos gráficos o início que não tem informação de energia para melhorar a visualização.

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga que é variável.

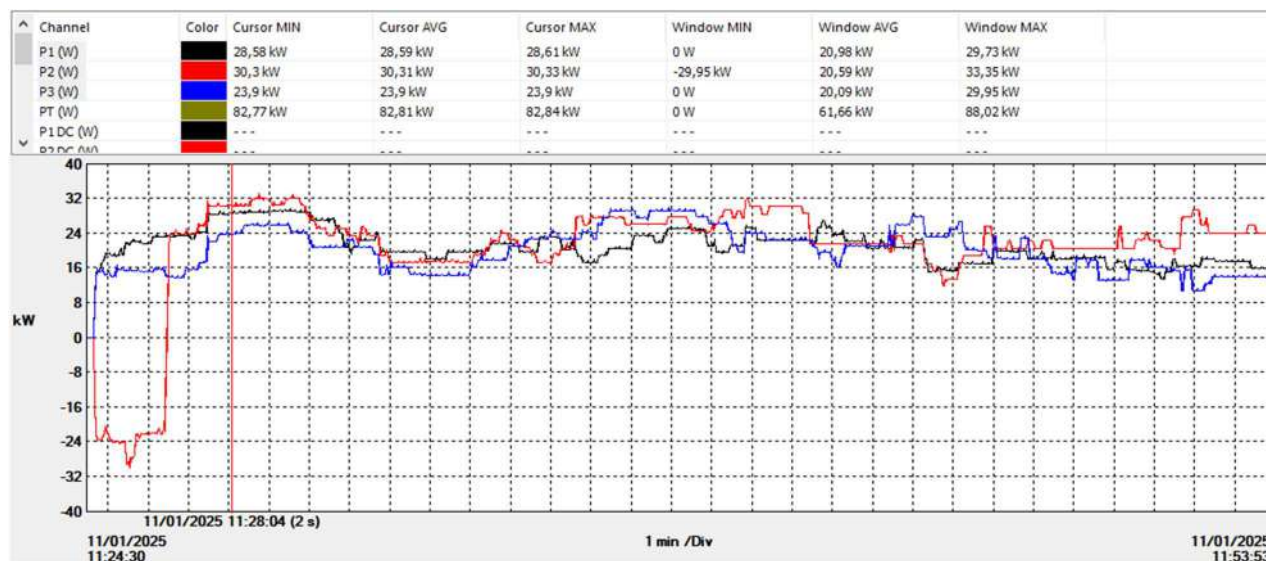


Figura 41-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

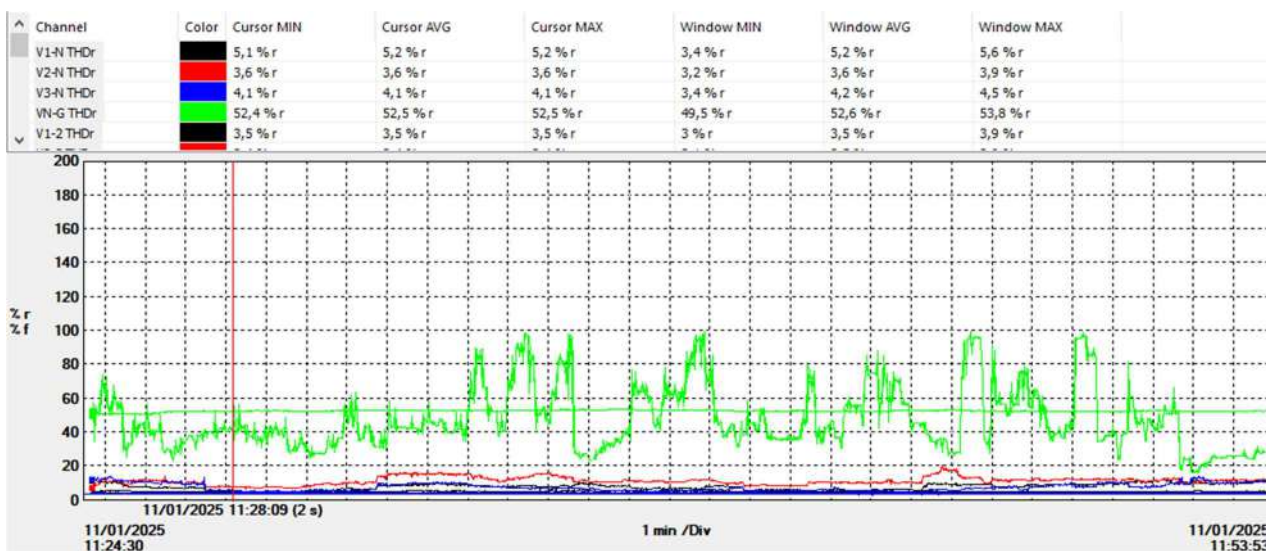


Figura 42-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade.

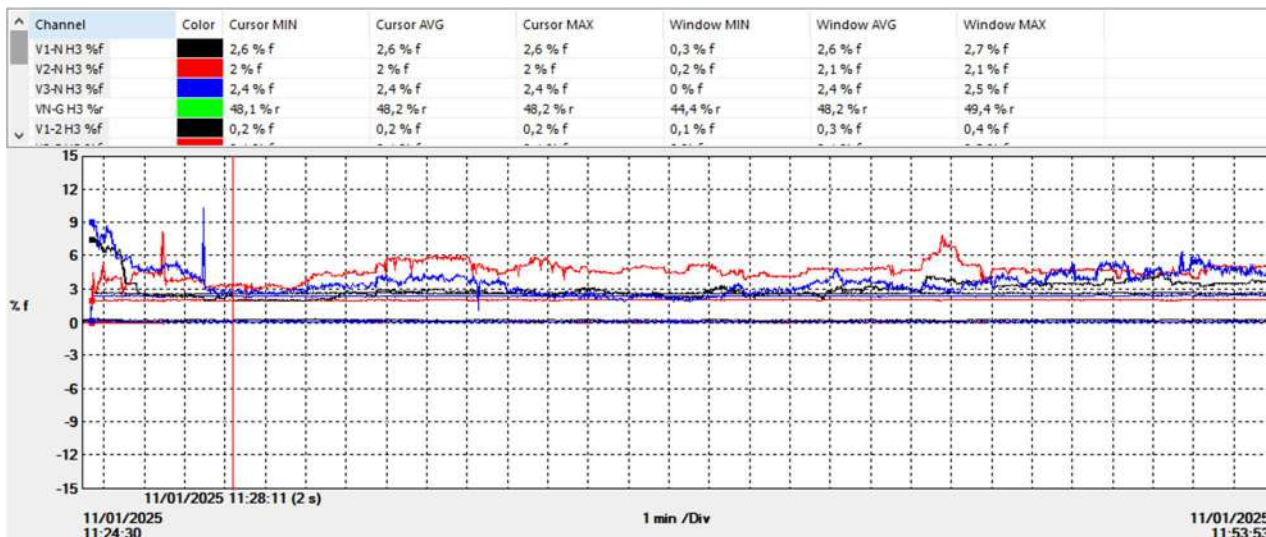


Figura 43-3ª ordem harmônica

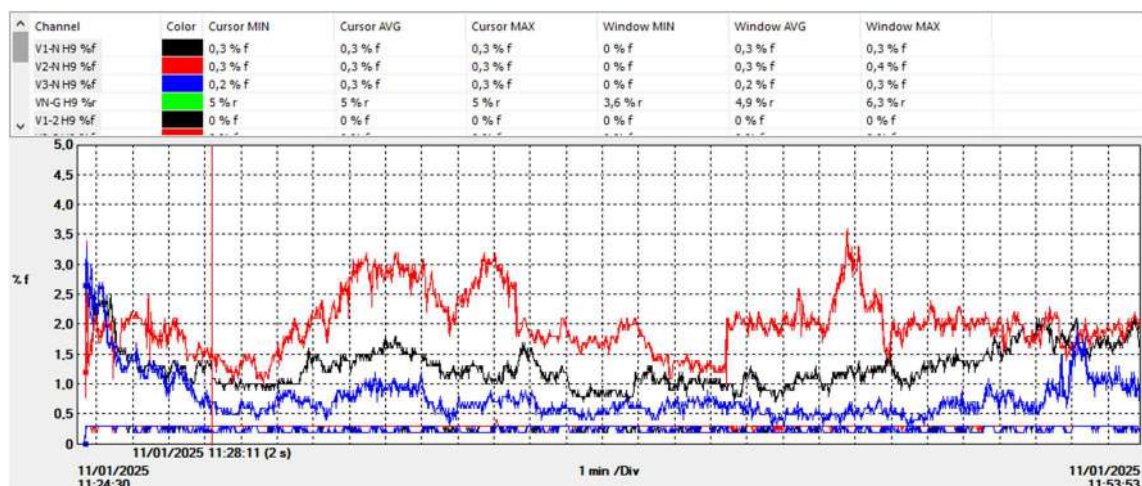


Figura 44-9ª ordem harmônica

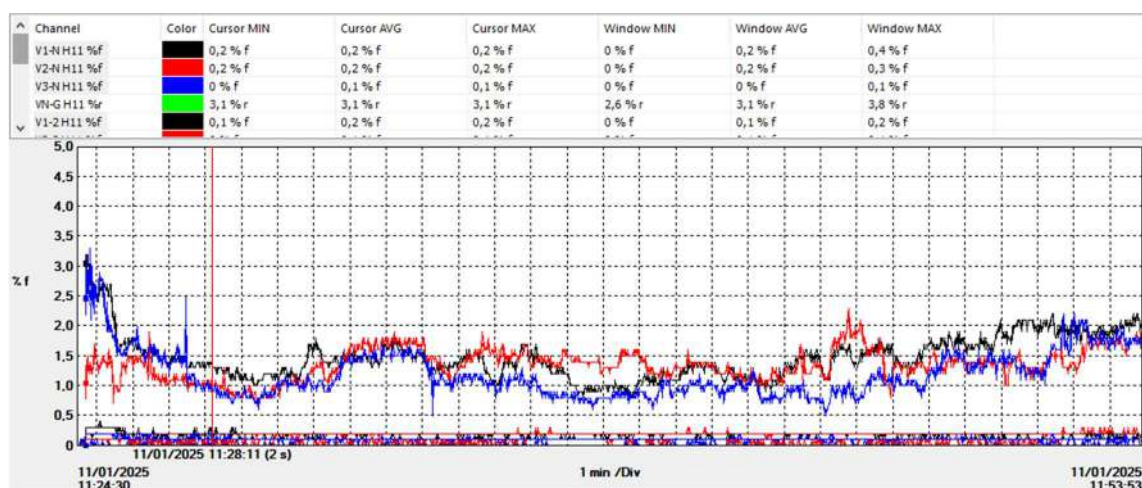


Figura 45-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que os desequilíbrios de carga estão tão acentuados que apresenta mais de 10,5V no neutro, o que é muito perigoso para quem faz manutenção no sistema e para os equipamentos que tem neutro com tensão. A tensão no neutro também indica que o mesmo pode está mau aterrado.

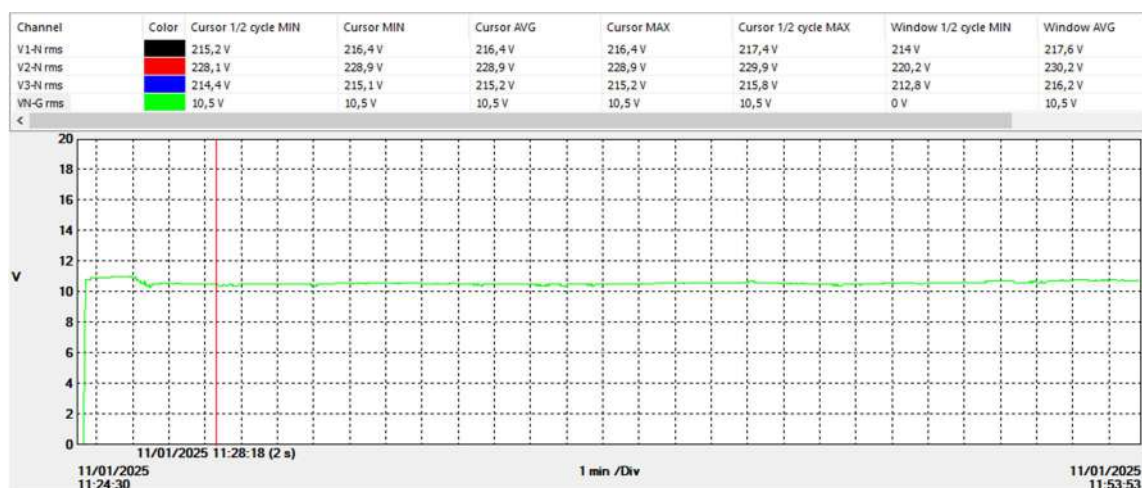


Figura 46-Tensão no neutro

Corrente:

Nesta análise, o desequilíbrio entre as fases é variável e menos acentuado, registrando 134A na fase RS (preta e vermelha) e na fase T (azul) apenas 116A.

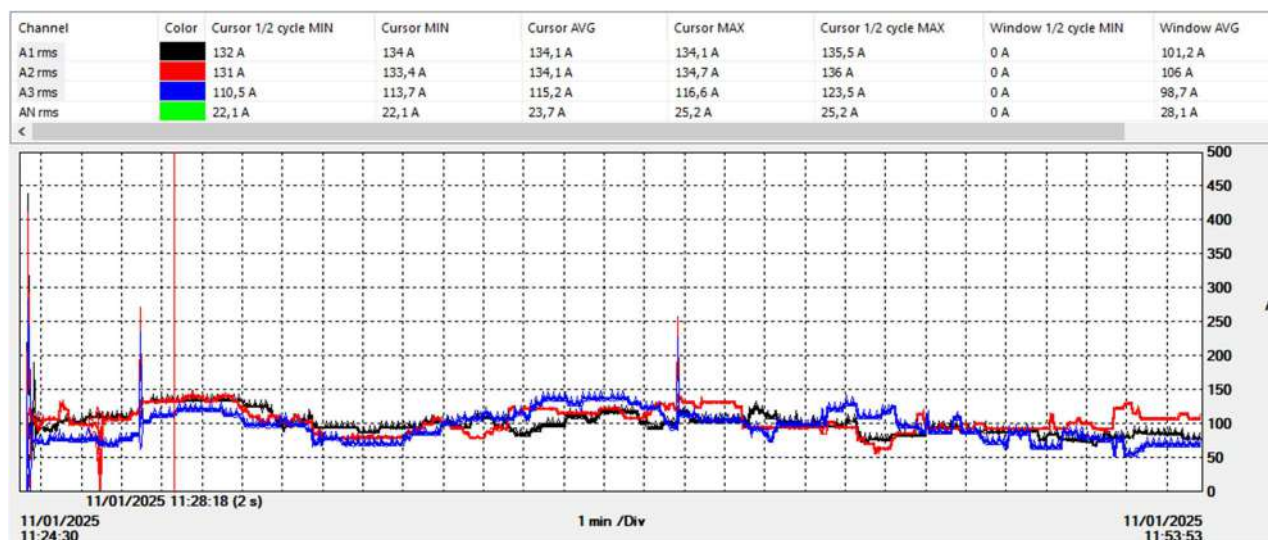


Figura 47-Correntes observadas na AQEE

Corrente de Neutro:

Importante salientar que a corrente no neutro apresenta valor altos de corrente, superior a 25A, corroborando com a existência de desequilíbrio de carga entre as fases.

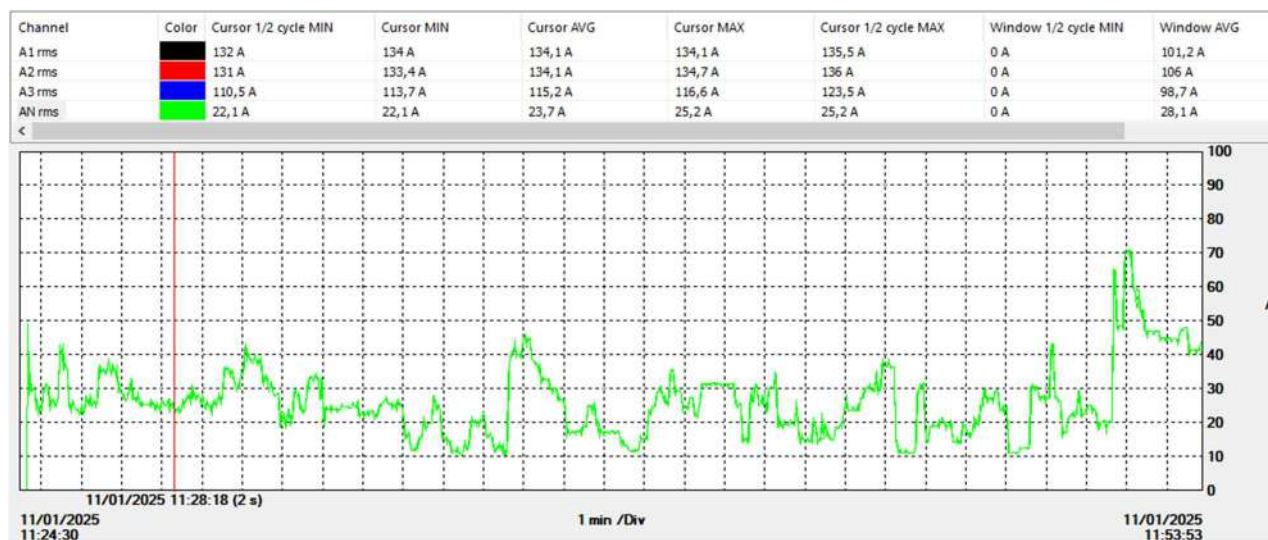


Figura 48-Corrente de Neutro



Figura 49-AQEE na baixa tensão do transformador 500KVA

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Transformador foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 50-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo KVA	Tensão KV
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização			
AT - BT	AT	Carcaça	BT	89	147	587	1,65	Ótimo	3,99	Muito bom	500	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	65	157	624	2,42	Ótimo	3,97	Muito bom		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	78	254	799	3,26	Ótimo	3,15	Muito bom		
				Gôhms								

Figura 51-Medições de Resistência de isolamento – Trafo 500KVA

No geral, este transformador está Muito bom.

8. PÓS-INSPEÇÃO:

As conexões dos cubículos de entrada, proteção e transformação foram reapertadas, da mesma forma que dos painéis de proteção do disjuntor e o próprio QGBT.

Foi realizado inspeção e limpeza geral da Subestação.



Figura 52-Cubiculo de entrada



Figura 53-Isoladores cubiculo de entrada



Figura 54-Corregor principal



Figura 55-Cubículo de proteção - Disjuntor



Figura 56-Cubículo de proteção

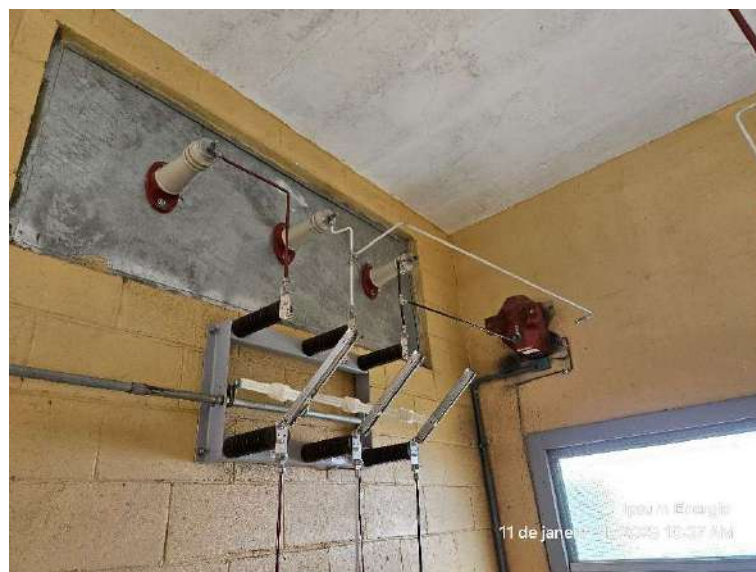


Figura 57-Isoladores, seccionadora e TP



Figura 58-Cubiculo de transformação



Figura 59-Cubiculo de transformação



Figura 60-Cabos de baixa tensão



Figura 61-IHM do Gerador após desbloqueio

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados nas Subestações de Proteção e Medição, bem como na Subestação de Transformação da unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC, como:

-  Elaborar e disponibilizar unifilar do sistema primário na Subestação;
-  Disponibilizar a unidade vara de manobra, luvas classe 25KV, detector de tensão e tapete para manobras com CA válido;
-  Instalar na SE extintor adequado a norma dos bombeiros;
-  Instalar tirantes para fixação do acrílico do QGBT;
-  Substituir o TP, relé de proteção da SE, no-break danificados com a explosão do TP;
-  Consertar fiação da iluminação interna que não está funcionando integralmente;
-  Substituir luminária de emergência que não está funcionando;
-  Substituir a iluminação artificial e de emergência, bem como o interruptor que está danificado;
-  Instalar tampa metálica de proteção no piso, no cubículo transformação da SE, e realizar vedação para inibir entrada de animais. A tampa de proteção deverá ser aterrada;
-  Eliminar vazamento da tampa do transformador de 500KVA e completar nível de óleo;
-  Instalar 2 hastes de aterramento de alta camada e 2 terminais nas hastes que tem mais de uma conexão por cabo;
-  Substituir o disjuntor de caixa moldada das bombas – 100A por disjuntor com pressão de aperto dos barramentos e inserir terminais dupla compressão nos cabos de saída do disjuntor;
-  Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

A subestação do Regional de Curitiba alimenta outras cargas, observadas quando fomos fazer a manutenção da Subestação do Regional de São Cristóvão do Sul, incluindo o próprio Regional de São Cristóvão do Sul. Assim, existem outros transformadores instalados em postes que precisam passar por manutenção preventiva, como medição de resistência de isolamento, termografia, aterramento, conexões elétricas de Média e Baixa Tensão;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
ABRIGADA

MASCULINO LAGES

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral
Engenheiro Eletricista
CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

10 de janeiro de 2025

www.ipsumentenergia.com.br

Página 1 de 27

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	15
5.	TERMOGRAFIA:	16
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	16
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	21
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	22
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	26
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	27

1. INTRODUÇÃO:

Nos dias 18 de dezembro de 2024 e no dia 03 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Masculino Lages** com o acompanhamento do Sr. **Juliano**.

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

Observado que a Subestação não possui unifilar do sistema primário disponível.

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI's não foram encontrados.

Identificado que o aterramento de uma das folhas da porta estava desconectado.



Figura 1-Aterramento da porta desconectado

O aterramento dos eletrodutos galvanizados que conduzem os cabos de média tensão não está devidamente aterrado.

A conexão do aterramento da chave seccionadora estava sem aperto, praticamente sem conexão elétrica.



Figura 2-Aterramento eletroduto da média tensão



Figura 3-Aterramento Chave Seccionadora solto

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças.



Figura 4-Quadro dos TC's antes da manutenção

O quadro de medição estava com excesso de poeira e sem terminal prensa fio na parte superior para a passagem da antena da Celesc.



Figura 5-Quadro da Medição com poeira e furo na parte superior

O quadro do disjuntor geral encontra-se sem identificação, da mesma forma que o disjuntor da iluminação.



Figura 6-Quadro do Disjuntor Geral

Identificado que o portão de acesso ao cubículo de transformação está com a porta abrindo para dentro, com risco de acidente com pessoas e equipamentos.



Figura 7-Porta do Cubículo de Transformação - Abrindo para dentro

A iluminação de emergência e as artificiais não estão funcionando e a fim de curso que faz a função de interruptor está danificado.



Figura 8-Iluminação de emergência e artificial



Figura 9-Iluminação artificial e rachadura na laje



Figura 10-Fins de curso da iluminação - danificados

Identificado que a laje tem trincas e que possibilitam a entrada de umidade na Subestação.



Figura 11-Trincas na laje – Centro da Subestação – parte 1



Figura 12-Trincas na laje – Centro da Subestação – parte 2



Figura 13-Rachadura na laje - Entrada de média tensão



Figura 14-Local onde o telhado está sem Cumeira

A subestação está com a ventilação prejudicada pelas construções que foram feitas após a construção, conforme podem ser visualizadas nas imagens a seguir. De um lado foi feito um armário na rouparia, tampando a ventilação do lado da medição. Do outro tem um depósito de lixo.



Figura 15-Ventilação do lado da medição - tampada pelo armário da rouparia

A Subestação deverá ser pintada para manter o padrão da Celesc, branco na parte interna e externa.



Figura 16-Cor da mureta interna fora do padrão Celesc



Figura 17-Ventilação parte de trás do cubículo de transformação

O transformador apresenta vazamento de óleo pelas conexões entre o tanque e a válvula de drenagem do óleo.



Figura 18-Vazamento de óleo no transformador



Figura 19-Parafusos de material inadequado no neutro do Trafo



Figura 20-Conexão do cabo do aterramento ao transformador estava com mau contato - lixado e reapertado



Figura 21-Nível do óleo do transformador



Figura 22-Muflas empoeiradas

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, o aterramento foi medido e inspecionado, encontrado os terminais das hastes de aterramento estão inadequados e oxidados.



Figura 23-Conectores das hastes oxidados

A resistência de aterramento está boa, com 0,011 ohms.



Figura 24-Resistência da malha de aterramento

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

6. ANÁLISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:



Figura 25-AQEE após a energização da unidade

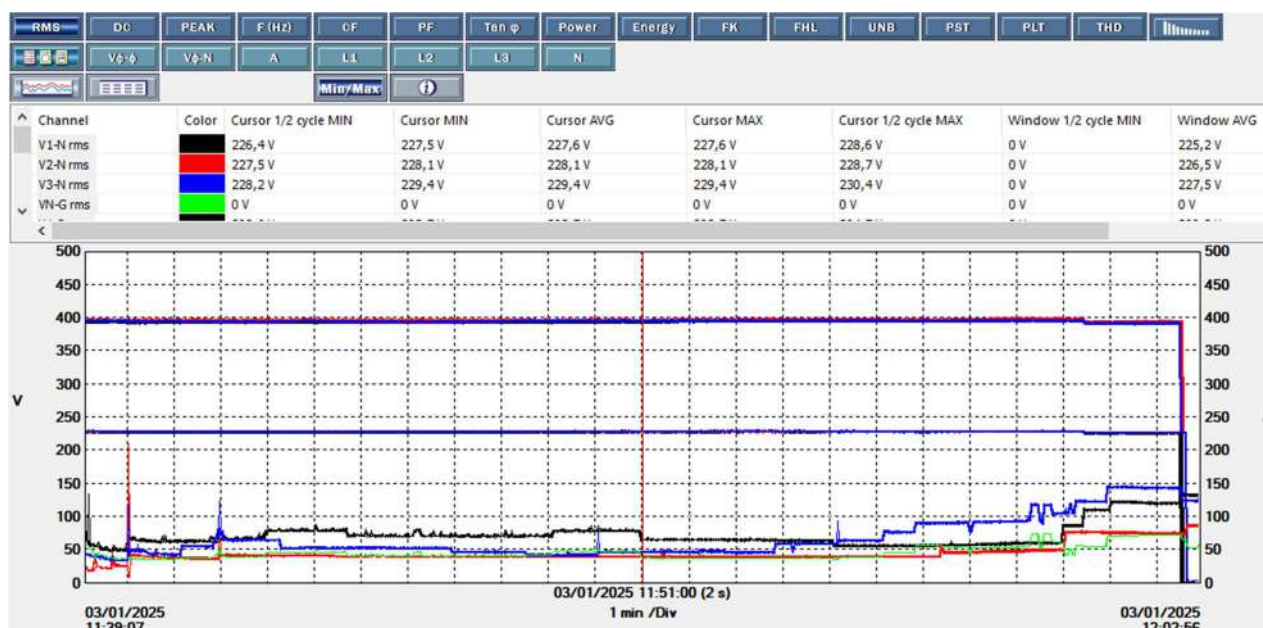


Figura 26-Visão geral da AQEE

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga que é variável.

Observado que em alguns momentos a fase R (preta) está mais carregada e em outros momentos a fase T (azul).

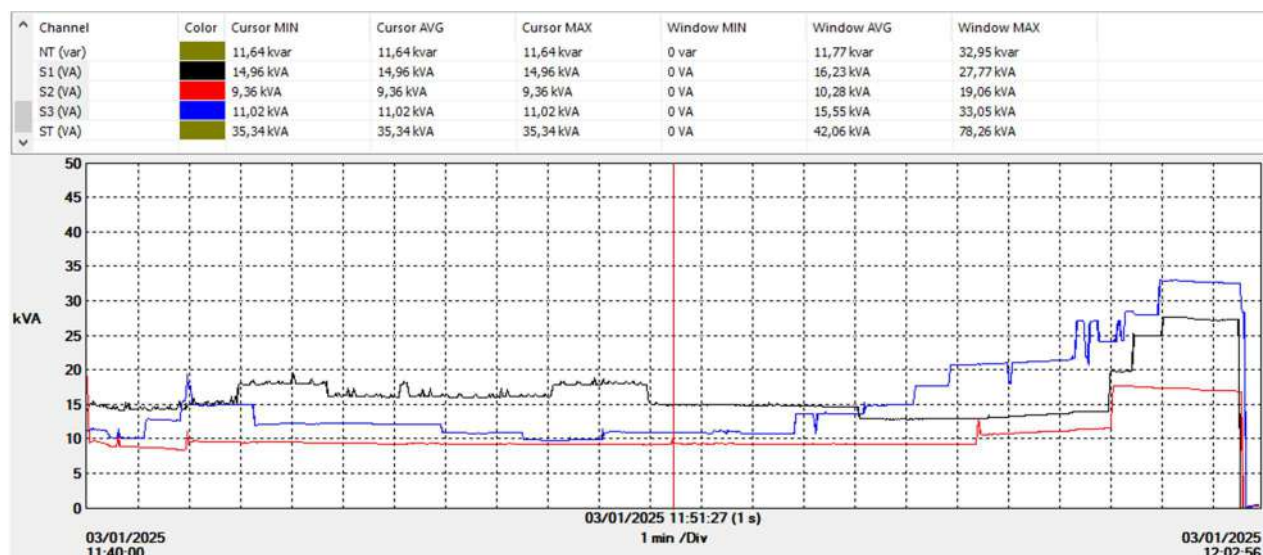


Figura 27-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

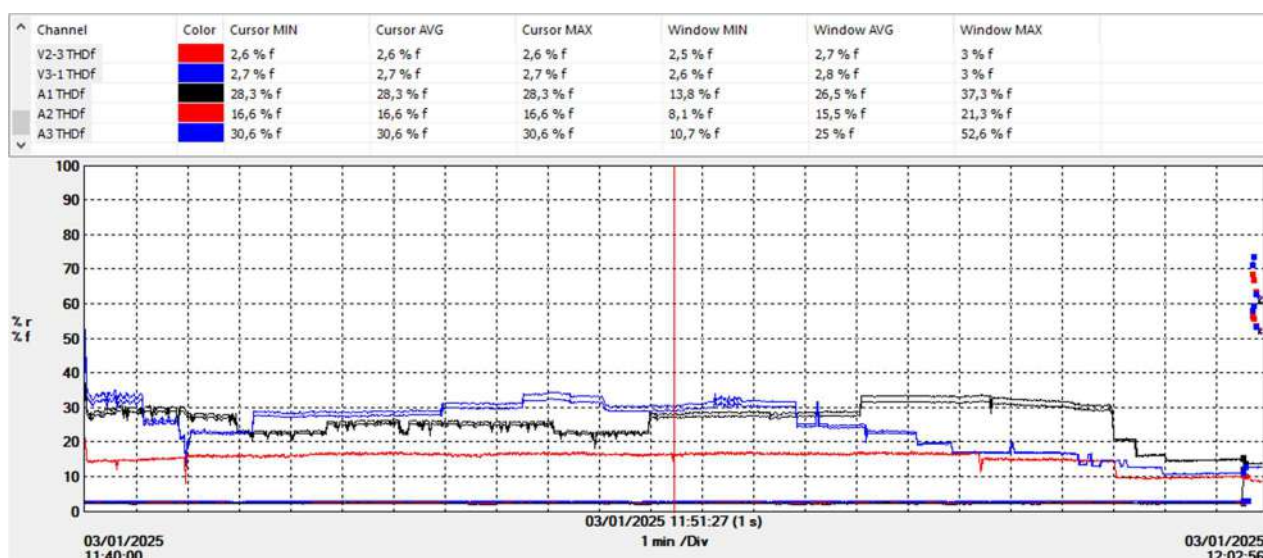


Figura 28-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade.

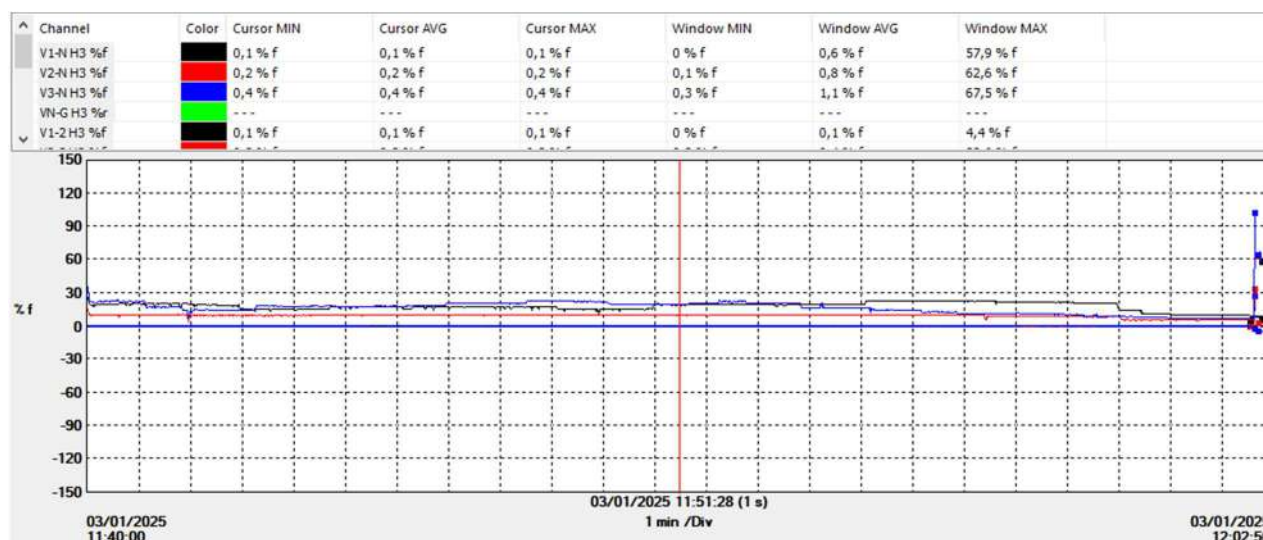


Figura 29-3ª ordem harmônica

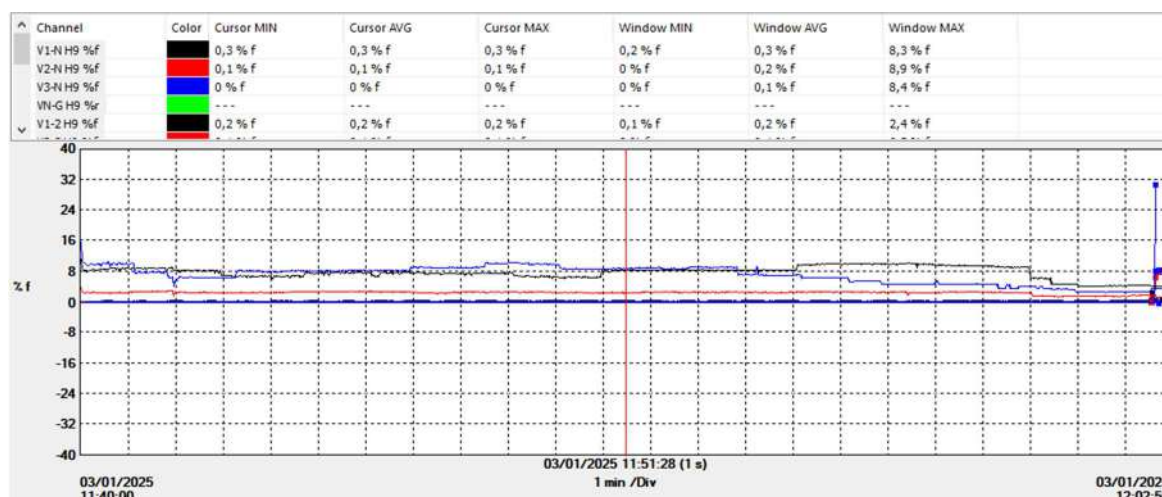


Figura 30-9ª ordem harmônica

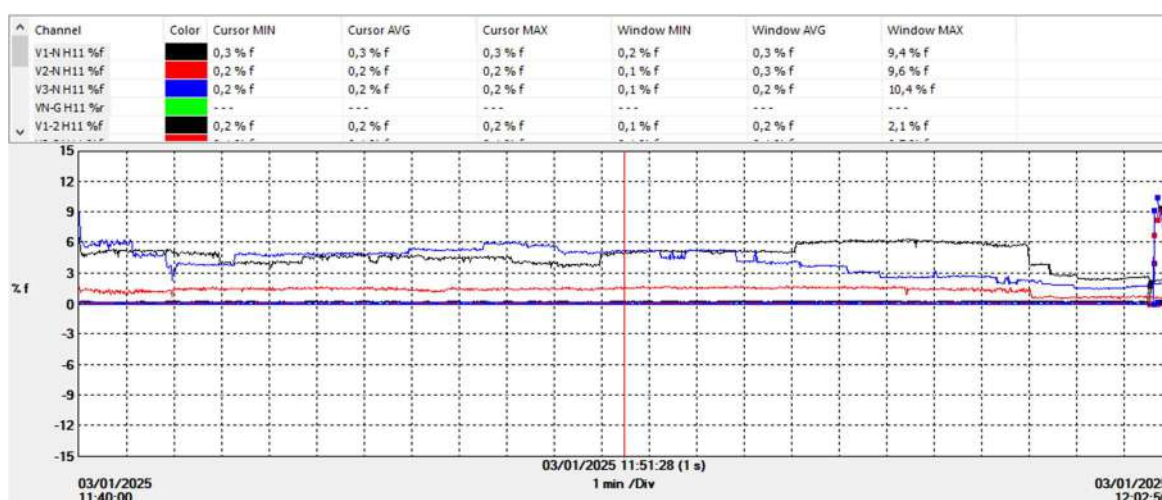


Figura 31-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que desequilíbrios de carga estão dentro de parâmetros normais de operação, sem registro de tensão na análise. Esse resultado não deve ser isolado, devendo ser observado a análise de corrente no neutro. A tensão zero no neutro também indica que o mesmo está bem aterrado.

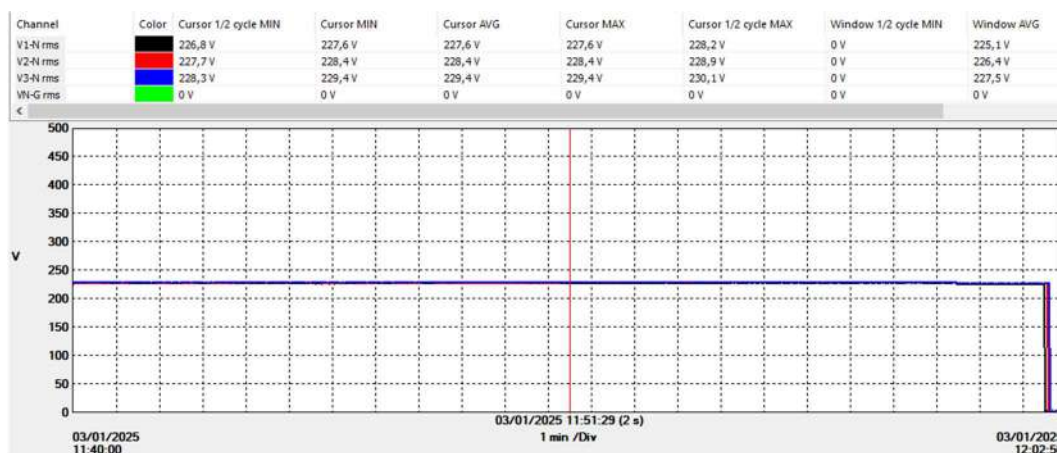


Figura 32-Tensão no neutro

Corrente:

Nesta análise, o desequilíbrio entre as fases é variável e acentuado, registrando 210A na fase S e na fase R apenas 135A.

Outro ponto que chamou a atenção, foi a corrente no neutro, em alguns casos chegou a 75A, suficiente para matar uma pessoa.

É possível que exista algum equipamento ou fase com fuga de corrente para terra, que está gerando esta discrepância, tão perigosa.

No aplicado, é possível observar que as linhas azul, preta e vermelha estão muito desiguais, enquanto deveriam estar quase sobrepostas.

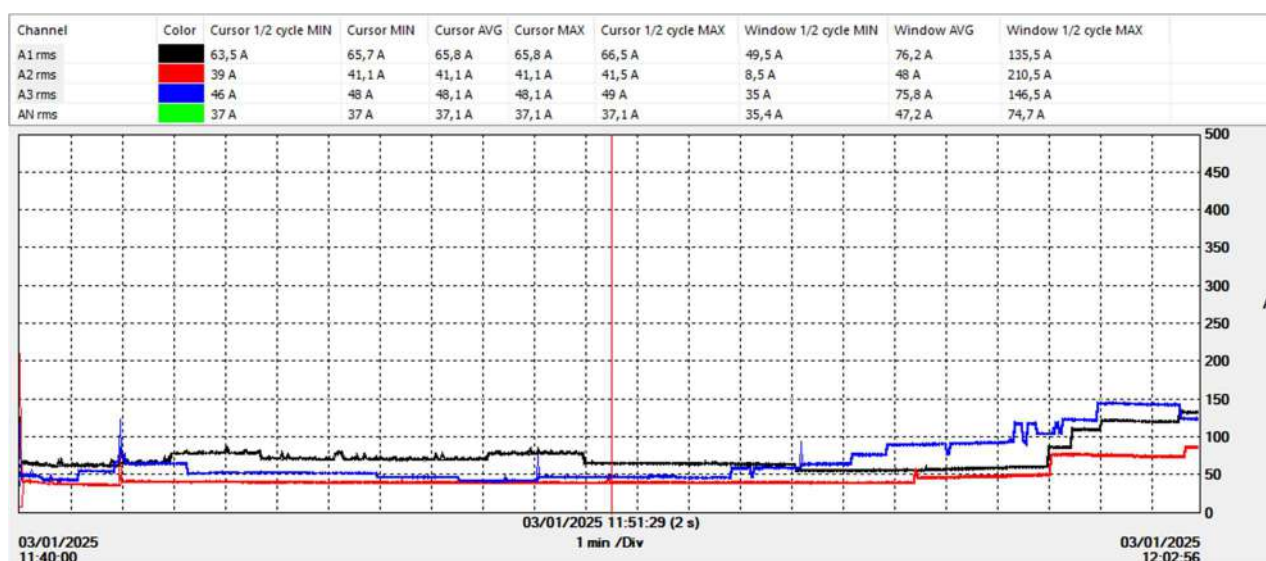


Figura 33-Correntes observadas na AQEE

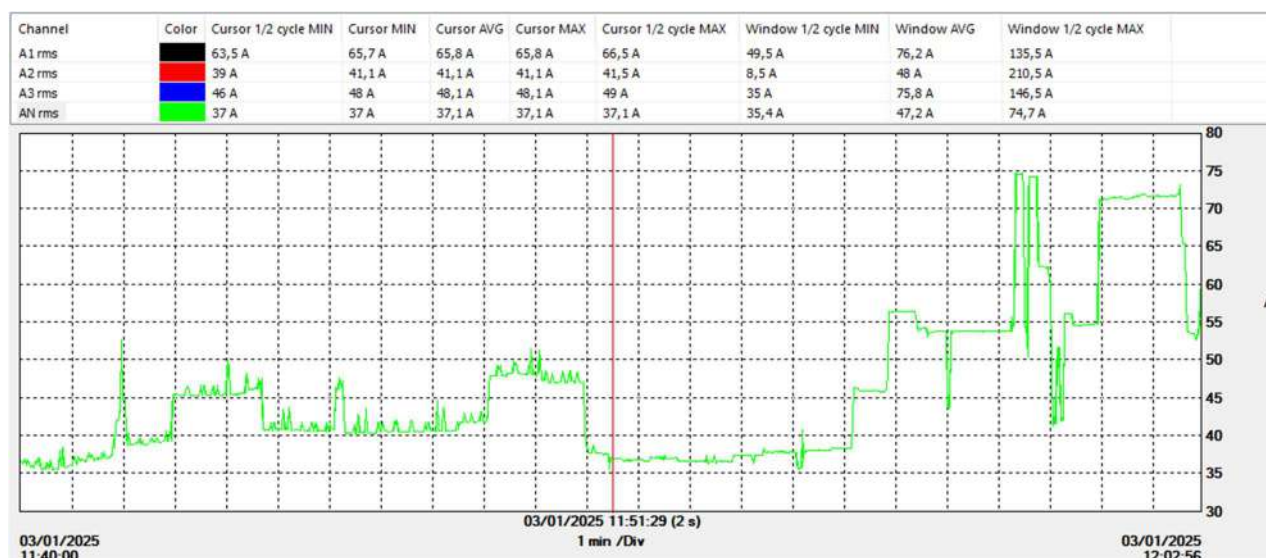


Figura 34-Corrente no neutro - Critico

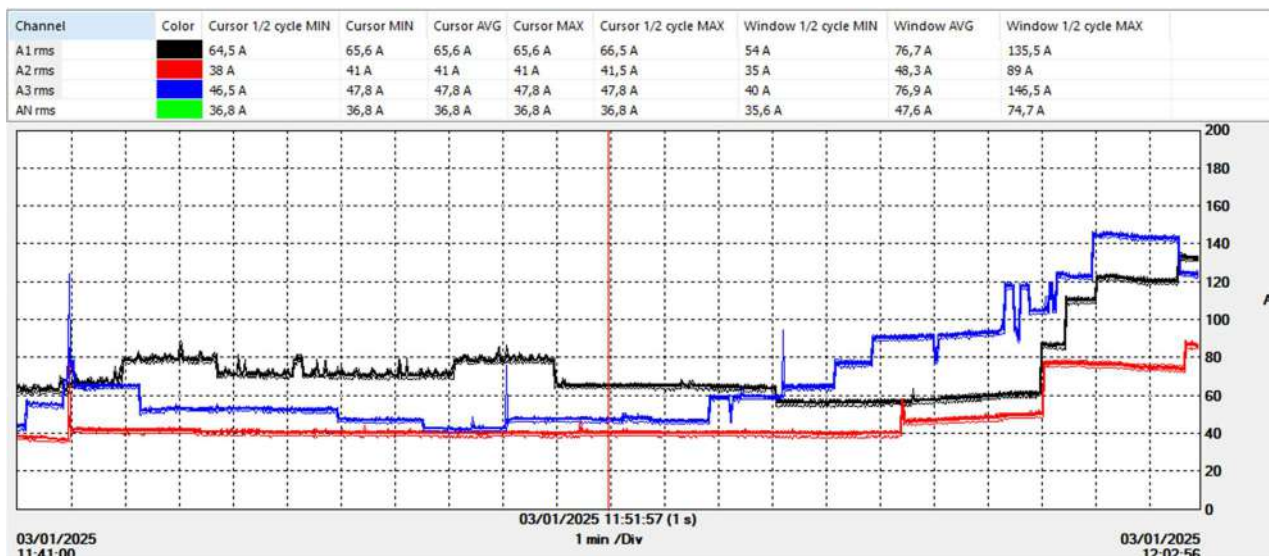


Figura 35-Filtro das correntes RST - Desequilibradas

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Trafo foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 36-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo KVA	Tensão KV
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização			
AT - BT	AT	Carcaça	BT	67	123	376	1,84	Ótimo	3,06	Muito bom	300	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	86	145	442	1,69	Ótimo	3,05	Muito bom		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	69	131	431	1,90	Ótimo	3,29	Muito bom		
				Gôhms								

Figura 37-Medições de Resistência de isolamento

No geral, este transformador está muito bom.



Figura 38-Medição de Resistência de isolamento

8. PÓS-INSPEÇÃO:

Todas as conexões dos disjuntores foram reapertadas com torque adequado, da mesma forma que as conexões do transformador, seccionadora e isoladores.



Figura 39-Quadro do Disjuntor Geral após manutenção

As conexões do transformador foram lixadas e reconectadas – fases, neutro e terra.

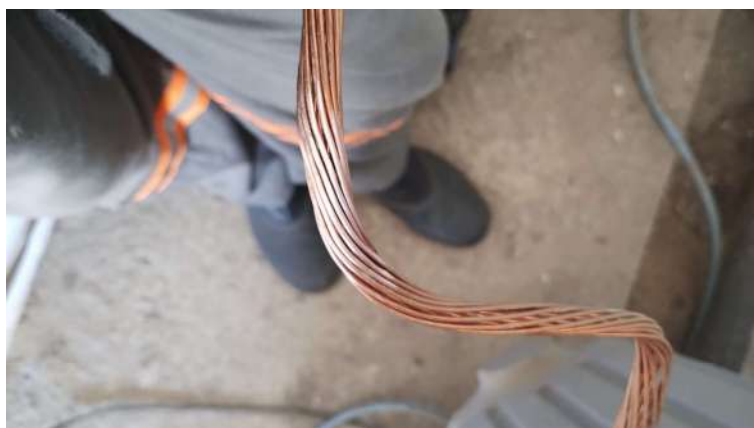


Figura 40-Conexão e cabo do terra do transformador



Figura 41-Conexões do transformador lixadas



Figura 42-Conexões do transformador limadas e reconectadas

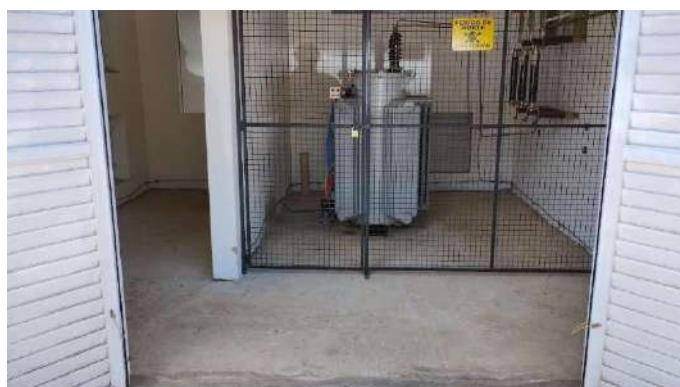


Figura 43-Subestação após limpeza



Figura 44-Área da medição após limpeza



Figura 45-Área da Seccionadora e isoladores após limpeza



Figura 46-Caixa de passagem de Média Tensão após inspeção e limpeza

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados na Subestação da unidade Masculino Lages, como:

-  Elaborar e disponibilizar unifilar do sistema primário na Subestação;
-  Refazer as conexões do aterramento do eletroduto de condução dos cabos de média tensão;
-  Disponibilizar a unidade vara de manobra, luvas classe 25KV, detector de tensão e tapete para manobras com CA válido;
-  Substituir o conector da haste de aterramento;
-  Instalar prensa cabo para antena da Celesc;
-  Instalar identificação padrão Celesc no disjuntor geral e da iluminação;
-  Mudar a abertura do portão do cubículo de transformação para abrir para fora;
-  Instalar interruptor ao lado da porta, retirar fim de curso danificado;
-  Consertar fiação da iluminação que não está funcionando;
-  Substituir a bateria da iluminação de emergência;
-  Instalar cumeira no telhado da Subestação;
-  Pintar a Subestação na parte interna para manter o padrão Celesc;
-  Instalar mais duas janelas na parte da frente da Subestação para manter a ventilação interna;
-  Eliminar vazamento de óleo no dreno do transformador;
-  Substituir parafusos de material adequado (latão ou inox) no neutro do transformador;
-  Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Masculino Lages.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
EM MURETA

REGINAL DE CAMPOS NOVOS/SC

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral

Engenheiro Eletricista

CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

17 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	13
5.	TERMOGRAFIA:	14
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	15
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	20
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	21
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	22
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	23

1. INTRODUÇÃO:

No dia 07 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Regional de Campos Novos/SC**, com o acompanhamento do Sr. **Evalcir Moraes dos Santos**.

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

Encontrado os quadros elétricos sem identificação e objetos obstruindo o acesso ao painel do disjuntor geral.



Figura 1-Visão frontal da SE da unidade

A caixa de passagem estava com muitos detritos, combustível para o caso de incêndio, os quais foram removidos.



Figura 2-Caixa de passagem de baixa tensão

O disjuntor geral estava sem proteção de acrílico, bem como sem identificação na parte interna e externa.

Pela corrente do disjuntor geral, secção dos cabos elétricos da baixa tensão do transformador, este transformador deve ser de 150KVA. O mesmo está sem placa de dados.



Figura 3-Disjuntor geral da unidade – 225A

O Barramento de equipotencialização - BEP estava com algumas conexões frouxas, as quais foram reapertadas.



Figura 4-BEP da unidade

A iluminação não estava funcionando e encontrado infiltração na laje. A unidade tinha lâmpada e bocal disponível, os quais foram trocados na oportunidade para deixar a iluminação funcionando. O extintor estava ok.



Figura 5-Extintor, infiltração na laje e iluminação



Figura 6-Laje da SE

Para iniciar as atividades na Subestação, foi realizado os procedimentos de segurança de abertura das cargas, disjuntor da subestação principal e na sequência a chave fusível.

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças.

Importante salientar que por recomendação da Celesc, o quadro de TC's e da Medição não foram abertos, ou seja, os lacres foram mantidos.

Durante a inspeção e reaperto do transformador, foi identificado que os cabos da baixa tensão de saída estão queimados, como causa o mau contato dos conectores perfurante – piercing, os quais deverão ser substituídos, juntamente com os cabos de cobre que estão muito queimados. Durante a checagem, foi feito uma reaperto dos conectores perfurantes e isolamento dos cabos elétricos, mas foi possível observar que os mesmos estão muito danificados.

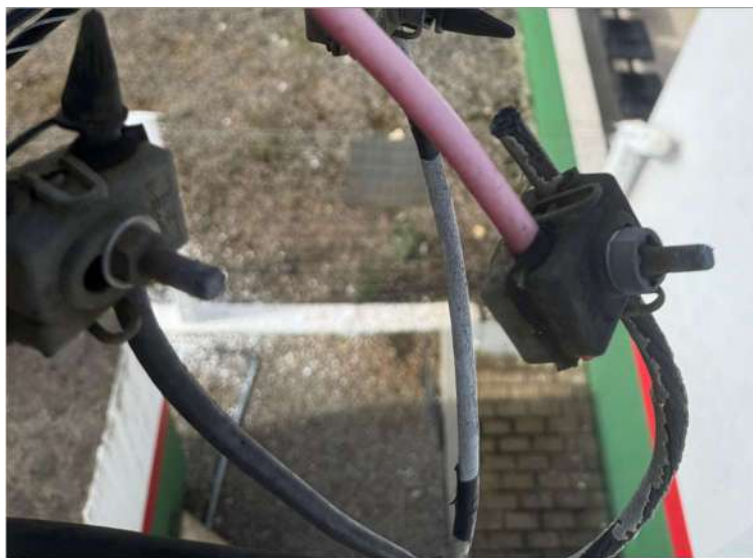


Figura 7-Cabos da Baixa tensão que estão danificados

O mesmo cabo, está com isolamento danificado na caixa de passagem. Por ser um cabo tão importante para a unidade, recomendamos a substituição completa do campo e de seus conectores.



Figura 8-Cabo de baixa tensão com isolamento danificado

Os conectores do neutro estão com oxidações e são inadequados para conexão entre cabos de alumínio e cobre, com início de corrosão galvânica e uma possível desconexão do neutro, deixando a unidade sem energia.



Figura 9-Conector neutro inadequado

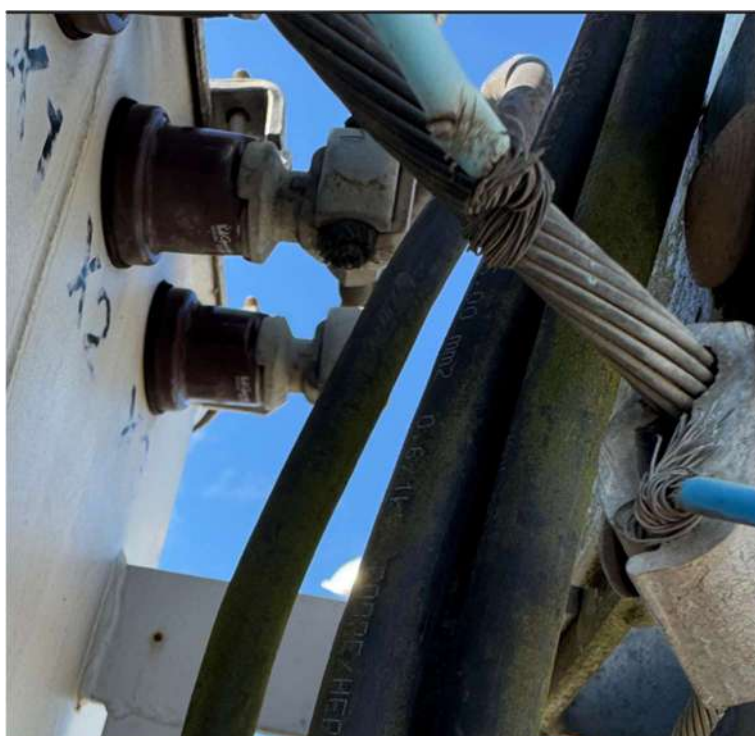


Figura 10-Conectores inadequados no neutro

Ao realizar reaperto das conexões de baixa tensão do painel do disjuntor geral, identificado que muitos cabos estão sem conexões adequadas. Como no exemplo abaixo, identificado que a conexão deste disjuntor estava completamente frouxa.



Figura 11-Disjuntores de baixa tensão

Na sequência mais imagens que exemplificam a falta de terminais adequados nas conexões.

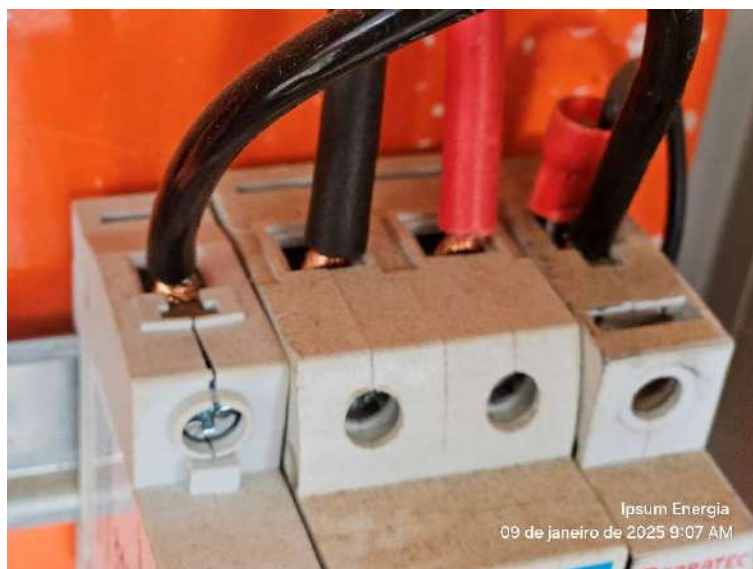


Figura 12-Conexões de baixa tensão sem terminais adequados - entrada



Figura 13-Conexões de baixa tensão sem terminais adequados - saída

Os parafusos das conexões de saída do disjuntor geral estão curtos e com área de conexão (arruelas lisas e de pressão) inadequada. Foi identificado que na fase T tinham restos de conexões antigas que não foram removidas e para aumentar a pressão do parafuso sobre a conexão, este terminal foi removido.



Figura 14-Parafuso inadequado na saída do disjuntor geral

O cabo do aterramento do transformador estava com a conexão frouxa, a qual foi reapertada.



Figura 15-Conexão do aterramento do transformador

As placas de identificação das portas estão apagadas.

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, identificado que os conectores utilizados no aterramento estão oxidados e não são adequados, fora de padrão da Celesc. Encontrado ausência de terminal para o cabo adicional.



Figura 16-Caixa de inspeção de aterramento



Figura 17-Caixa de inspeção – Resistência de aterramento 2,5 ohms

A resistência de aterramento está boa, embora poderá em breve isolar a instalação pela severa oxidação do conector que está prendendo 02 cabos a haste de aterramento.

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

6. ANÁLISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada a partir do momento que o Analisador de Qualidade de Energia Elétrica foi preparado, coletando as informações de energização da Subestação e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:

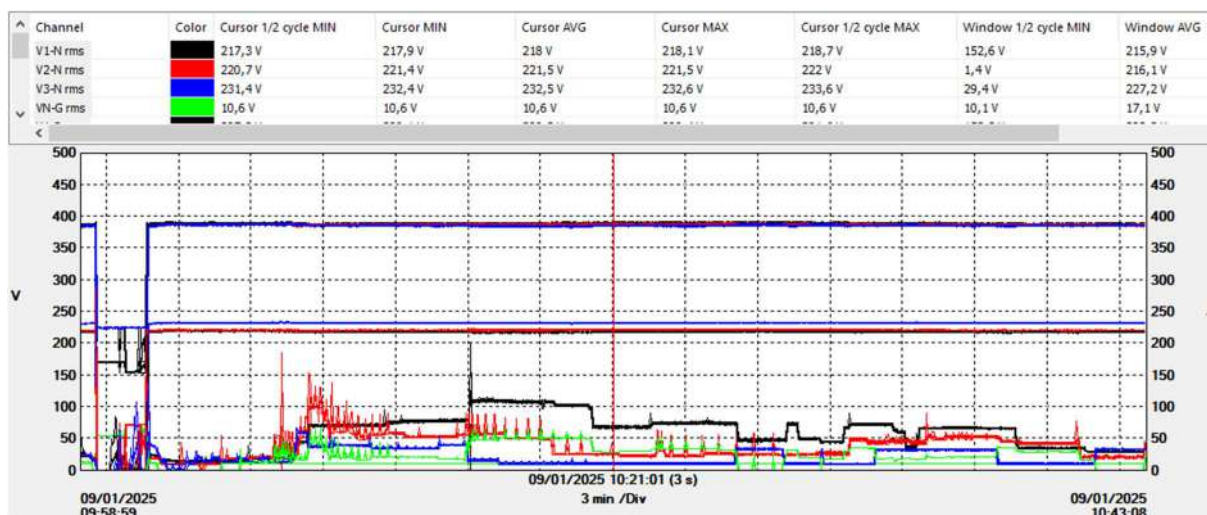


Figura 18-Visão geral da AQEE

Na sequência, será eliminado dos gráficos o início que não tem informação de energia para melhorar a visualização.

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga monofásica variável.

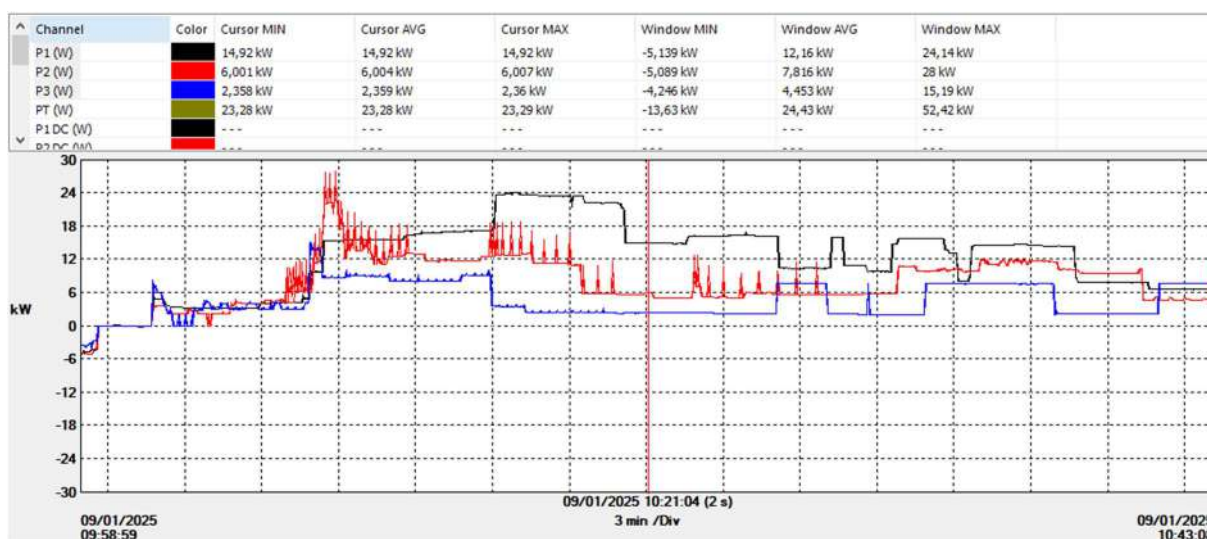


Figura 19-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

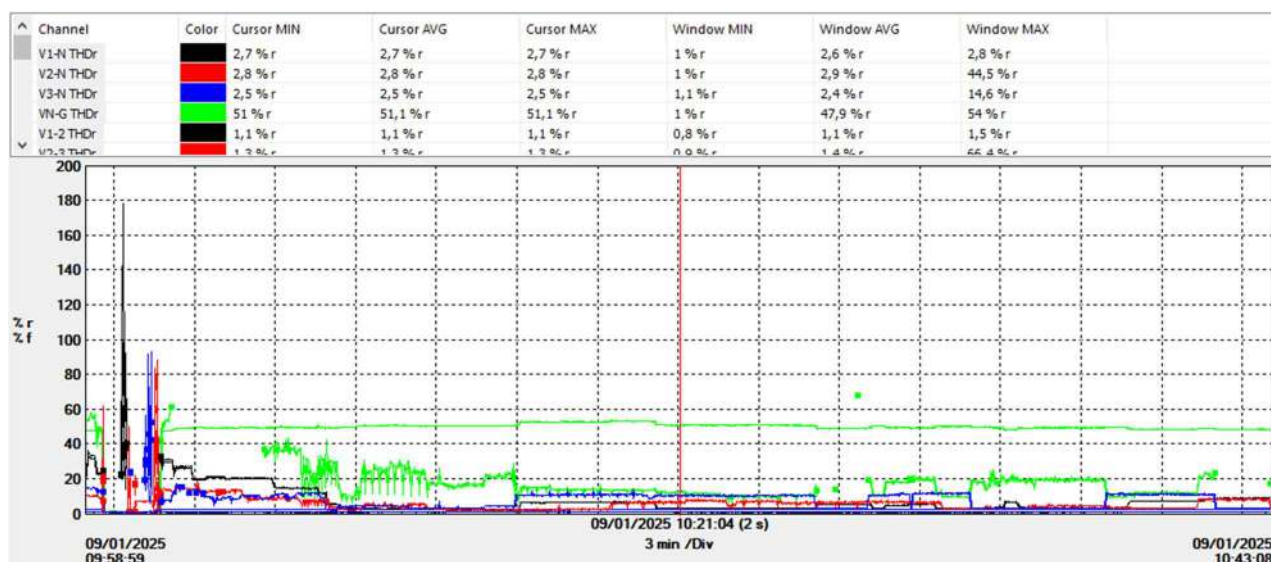


Figura 20-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade.

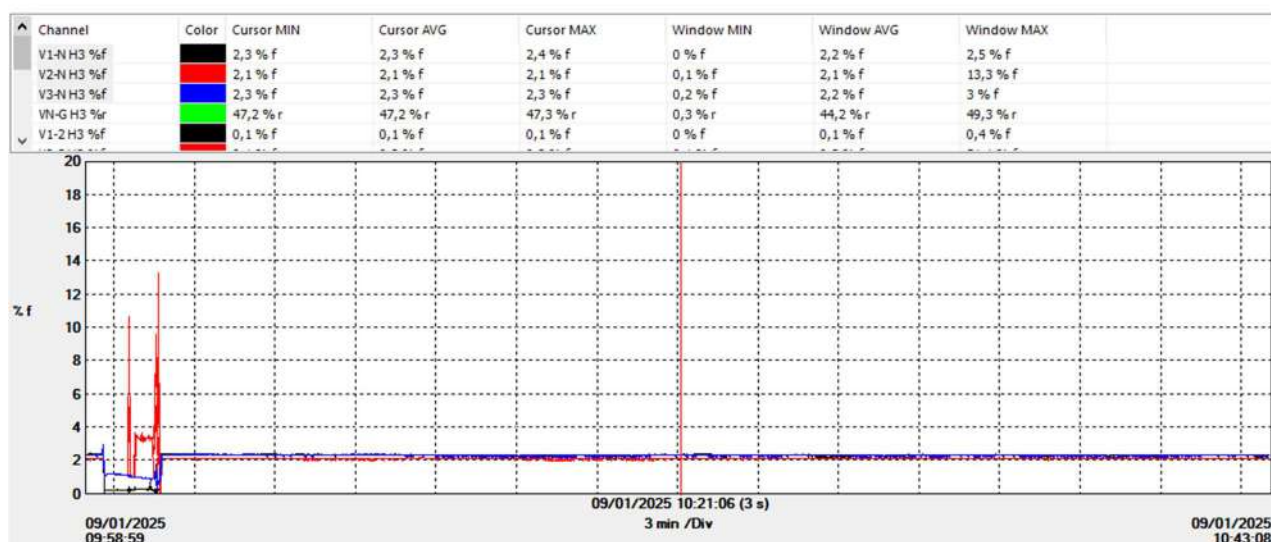


Figura 21-3ª ordem harmônica

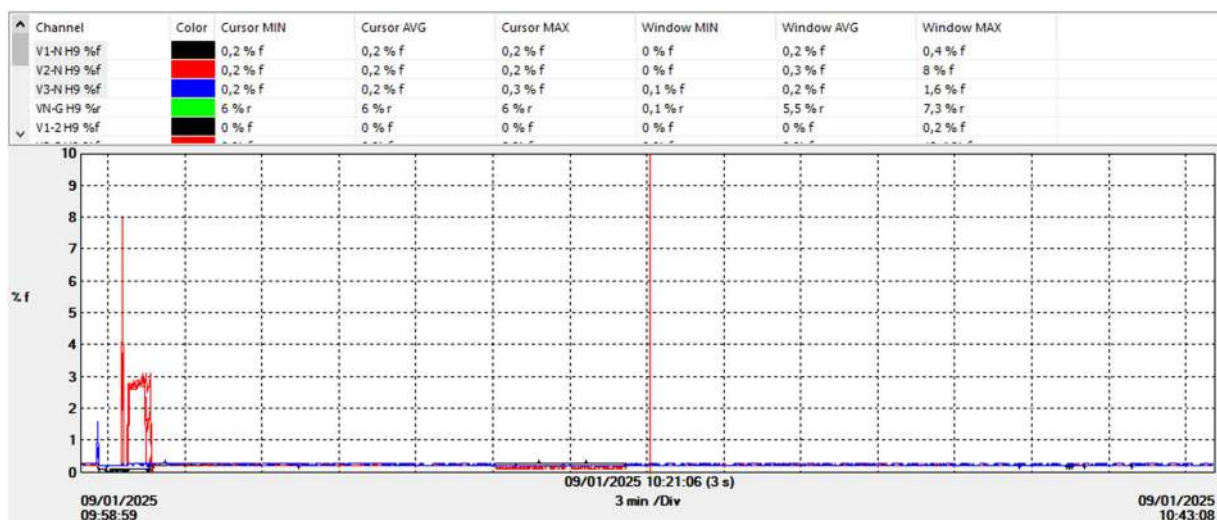


Figura 22-9ª ordem harmônica

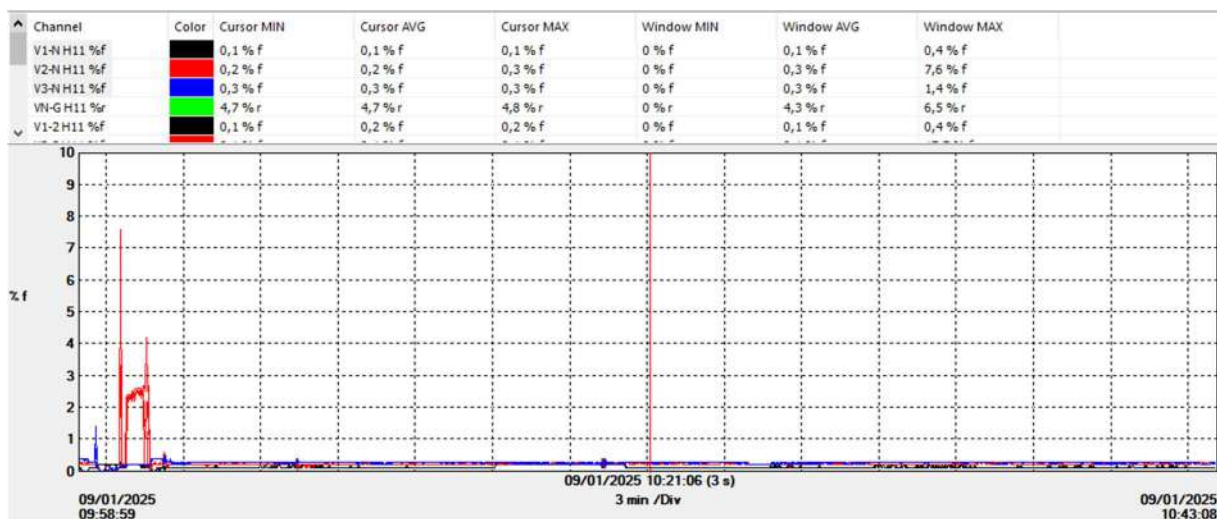


Figura 23-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que os desequilíbrios de carga existem e apresentam 10,6V no neutro, o que é alta e indica a necessidade de avaliação das cargas dos circuitos. A tensão no neutro também indica que o mesmo pode está mau aterrado.

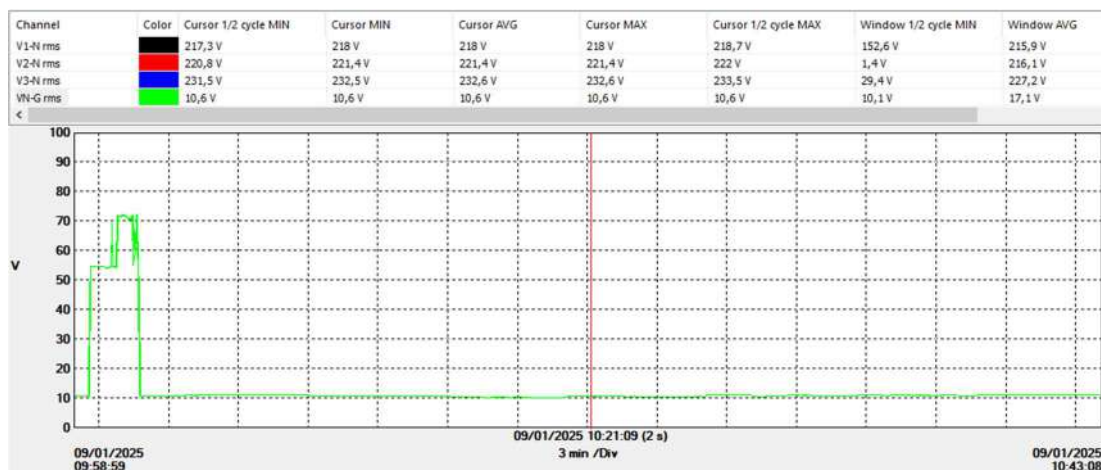


Figura 24-Tensão no neutro

Corrente:

Nesta análise, o desequilíbrio entre as fases é variável e acentuado, registrando 213A na fase R (preta) e na fase T (azul) apenas 145A.

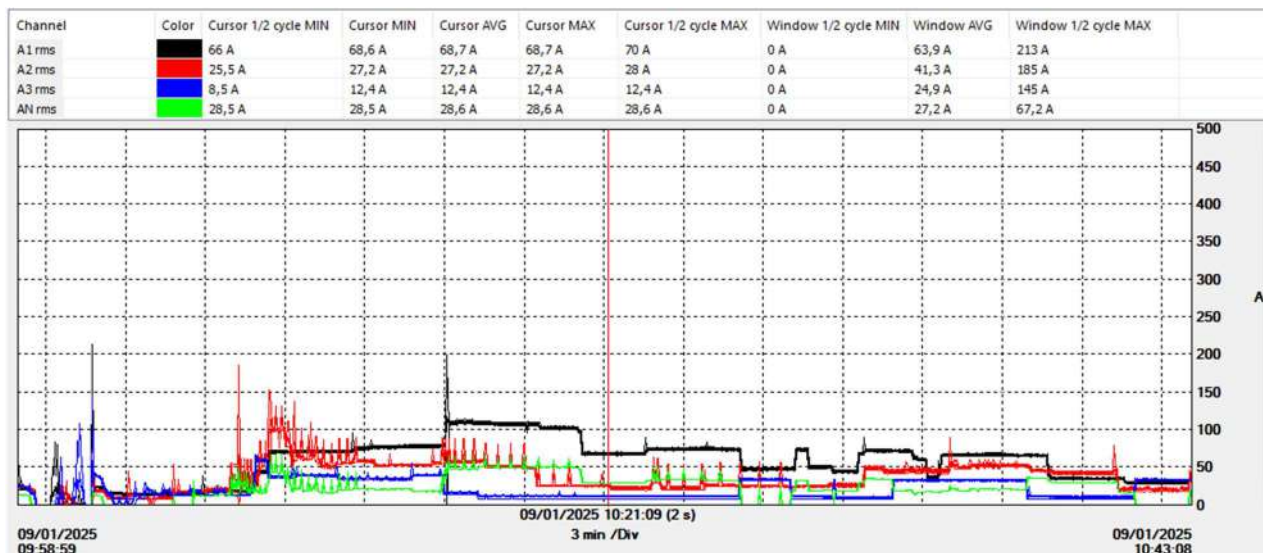


Figura 25-Correntes observadas na AQEE

Corrente de Neutro:

Importante salientar que a corrente no neutro apresenta valor alto de corrente, superior a 67,2A, corroborando com a existência de desequilíbrio de carga entre as fases.

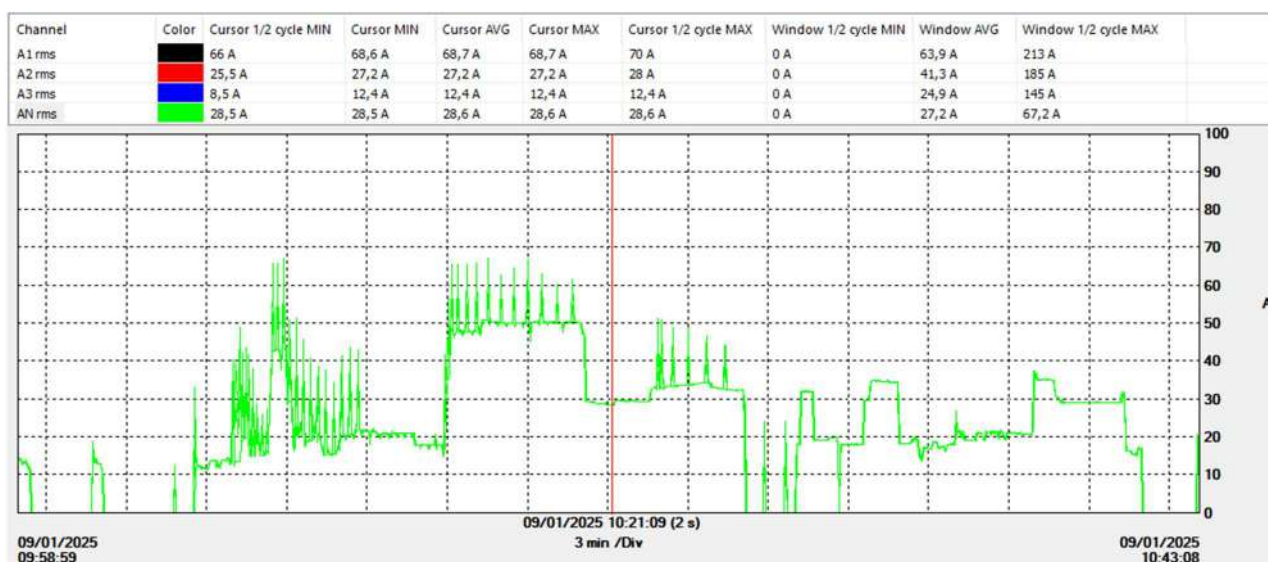


Figura 26-Corrente de Neutro

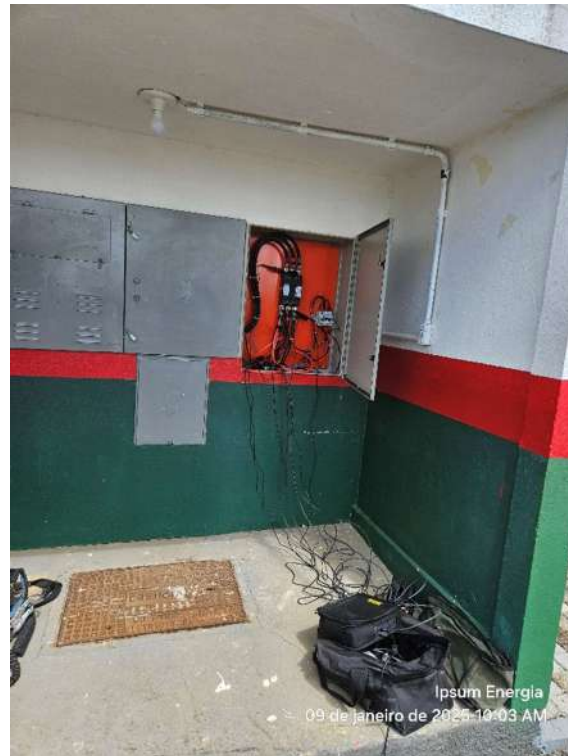


Figura 27-AQEE no Disjuntor Geral da unidade

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Transformador foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 28-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo	Tensão
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização		KVA	KV
AT - BT	AT	Carcaça	BT	66	94	255	1,42	Muito bom	2,71	Bom	150	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	78	100	410	1,28	Bom	4,10	Ótimo		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	58	89	397	1,53	Muito bom	4,46	Ótimo		
				Gôhms								

Figura 29-Medições de Resistência de isolamento – Trafo 150KVA

No geral, este transformador está Muito bom.



Figura 30-Medição da Resistência de Isolamento

8. PÓS-INSPEÇÃO:

As conexões da transformação e da proteção foram reapertadas, da mesma forma que o painel de proteção do disjuntor.

Foi realizado inspeção e limpeza geral da Subestação.



Figura 31-Subestação de transformação e medição da unidade

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados nas Subestações de Proteção e Medição, bem como na Subestação de Transformação da unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC, como:

-  Deverá instalar manta asfáltica na laje para conter as infiltrações;
-  Instalar identificação no disjuntor geral (interno e externo);
-  Instalar acrílico de proteção na frente do disjuntor geral;
-  Substituir o conector oxidados da caixa de inspeção, e instalar 2 conectores na haste de aterramento para individualizar as conexões;
-  Substituir cabo de baixa tensão que está com isolamento comprometida;
-  Substituir os conectores da baixa tensão;
-  Instalar conectores bimetálicos nas conexões do neutro;
-  Instalar terminais adequados aos cabos de baixa tensão;
-  Substituir os parafusos da saída do disjuntor geral que estão com tamanho inadequado para as conexões;
-  Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Regional de Campos Novos/SC.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
EM MURETA

REGINAL DE CAÇADOR/SC

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral

Engenheiro Eletricista

CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

20 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	15
5.	TERMOGRAFIA:	16
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	16
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	24
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	25
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	27
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	28

1. INTRODUÇÃO:

No dia 07 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Regional de Caçador/SC.**

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumentenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

Encontrado o quadro elétrico de barramento sem identificação, com instalação dos barramentos inadequados, sem isoladores de epóxi – baixa tensão, o que pode gerar curto-circuito com a carcaça do quadro. Aberturas superiores sem isolamento e sem prensa cabos, podendo entrar água, poeira e animais. O quadro não possui acrílico. A fase T dos barramentos estava com o parafuso de fixação espanado, o qual foi substituído por outro para garantir a segurança da unidade.



Figura 1-Quadro de barramentos



Figura 2-Parte superior do quadro de barramentos sem vedação adequada



Figura 3-Barramento quadro de barramentos

O quadro de distribuição de luz 01 – QDL01 está com identificação principal ausente e sem terminais adequados.



Figura 4-Quadro de distribuição de luz 01 - QDL01



Figura 5-QDL01



Figura 6-QDL01 - sem terminais adequados



Figura 7-QDL01 sem terminais adequados

O quadro de distribuição de luz 02 – QDL02 foi encontrado semacrílico, sem identificação e sem os terminais adequados nos cabos elétricos.



Figura 8-QDL02



Figura 9-Quadro de distribuição de luz 02 - QDL02



Figura 10-Conexões do QDL02 sem terminais adequados - entrada



Figura 11-Conexões do QDL02 sem terminais adequados - saída

Encontrado outro quadro de distribuição com disjuntor sem cabos na saída. Recomendamos a retirada deste quadro e a eliminação da fiação para evitar curtos circuitos indesejados por conta de animais. Encontrado um rato seco na parte interna. Também identificado que os parafusos dos barramentos estão oxidados.



Figura 12-Quadro de distribuição sem carga



Figura 13-Quadro de distribuição sem carga - desativado

A caixa de passagem estava com muitos detritos, combustível para o caso de incêndio, os quais foram removidos.

O disjuntor geral estava sem proteção de acrílico, bem como sem identificação na parte interna e externa.



Figura 14-Disjuntor geral da unidade

O Barramento de equipotencialização - BEP estava com algumas conexões frouxas, as quais foram reapertadas.



Figura 15-BEP da unidade

Para iniciar as atividades na Subestação, foi realizado os procedimentos de segurança de abertura das cargas, disjuntor da subestação principal e na sequência a chave fusível.

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças.



Figura 16-SE antes da manutenção

As lâmpadas estão queimadas e os soquetes da iluminação estão danificados.



Figura 17-SE antes da manutenção



Figura 18-Disjuntor da iluminação antes da manutenção

Importante salientar que por recomendação da Celesc, o quadro da Medição não foi aberto, ou seja, os lacres foram mantidos. O quadro dos TC's encontravam-se sem os lacres.

As conexões do transformador estavam todas firmes e sem oxidações.



Figura 19-Placa de dados do transformador

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, identificado que o conector utilizado no aterramento está oxidado e não são adequados, fora de padrão da Celesc.

A resistência de aterramento está boa, embora poderá em breve isolar a instalação pela severa oxidação do conector que está prendendo o cabo a haste de aterramento.



Figura 20-Haste de aterramento



Figura 21-Resistência de aterramento - 0,8 ohms

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

6. ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada a partir do momento que o Analisador de Qualidade de Energia Elétrica foi preparado, coletando as informações de energização da Subestação e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:

De inicio identificado que a fase R (preta), zerava a corrente. Assim, verificado as conexões do AQEE para ter certeza do que estava ocorrendo, sendo este um efeito da corrente da instalação e não um problema do equipamento.

Para ter ainda mais certeza, durante a coleta de dados, foi realizado a inversão dos TC's do AQEE, chegando a conclusão que a fase R estava com zerando a corrente de fato, sendo um problema grave de desbalanço de carga da unidade.

Este desbalanço pode gerar desarmes não programados na unidade.

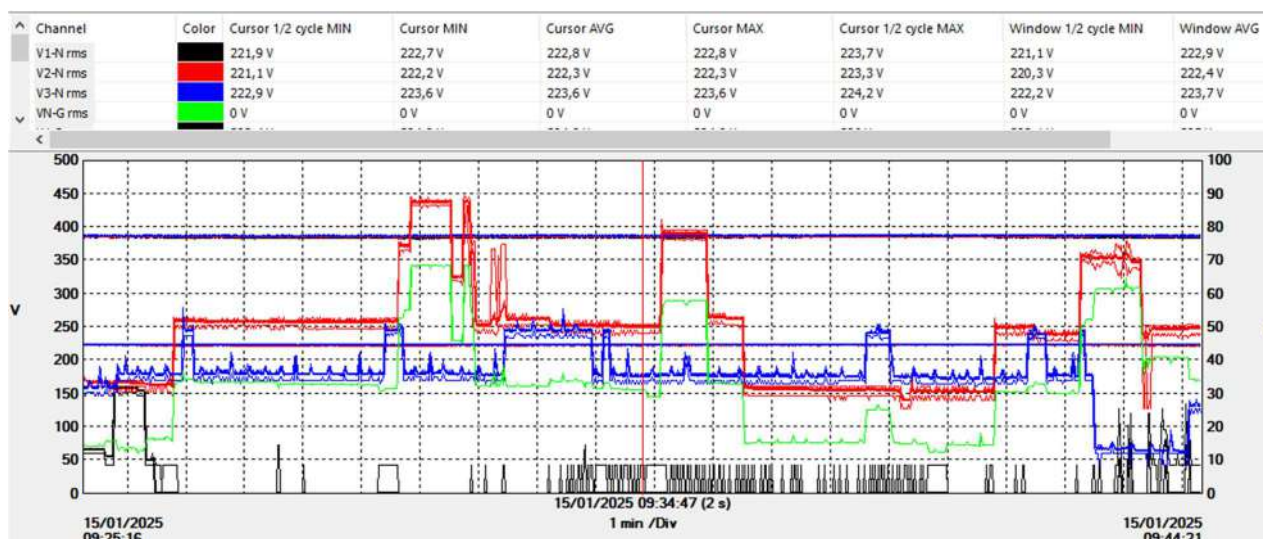


Figura 22-Visão geral da AQEE – Primeira análise

Para ter as variáveis sem oscilações por razões técnicas de manipulação dos TC's e das pinças de tensão, realizamos uma nova coleta de AQEE, e neste relatório aparecerá como segunda análise.

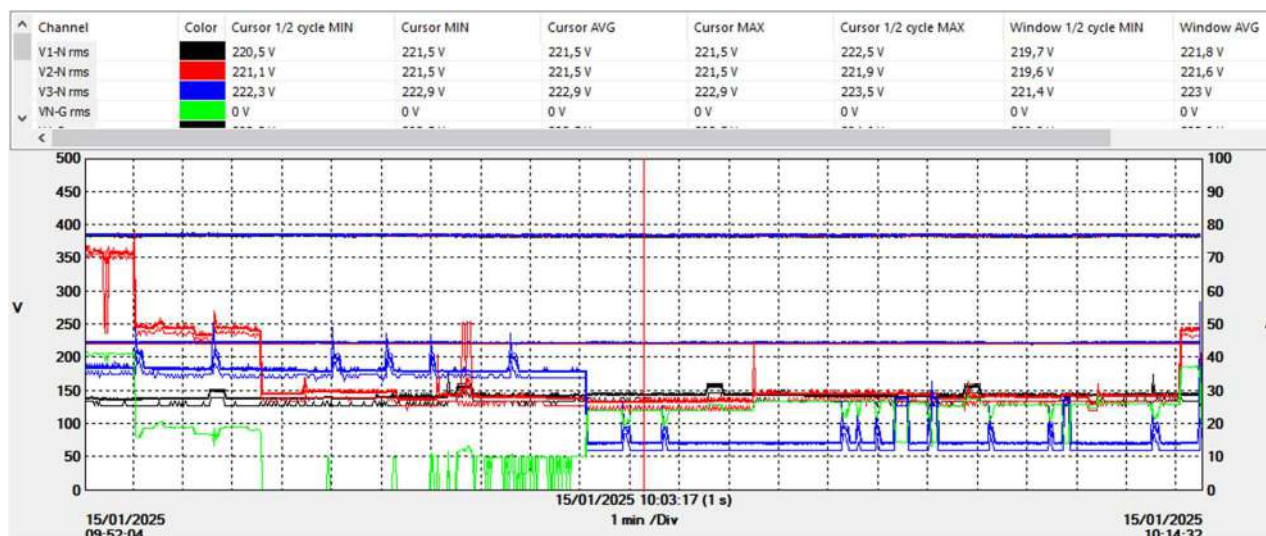


Figura 23-Visão geral da AQEE – Segunda análise

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga monofásica mau equilibrada.

No gráfico abaixo é evidenciado que a fase R está zerada por muito tempo, com desequilíbrio de carga acentuado.

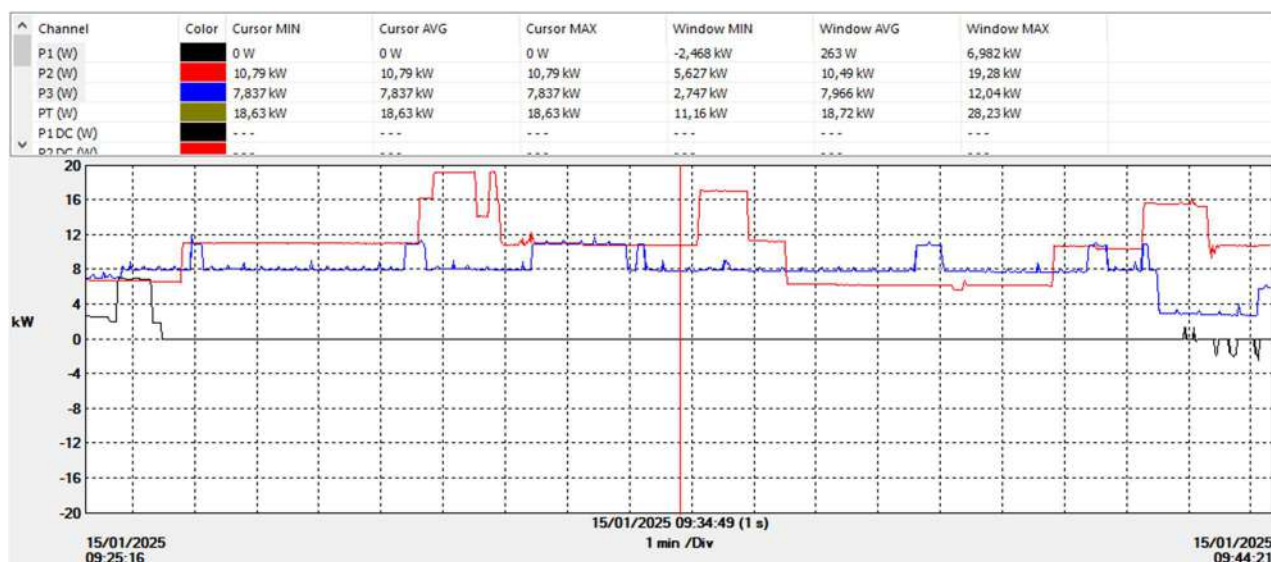


Figura 24-Dados de Potência – Primeira análise

A segunda análise confirmou as informações anteriores sobre o desequilíbrio.

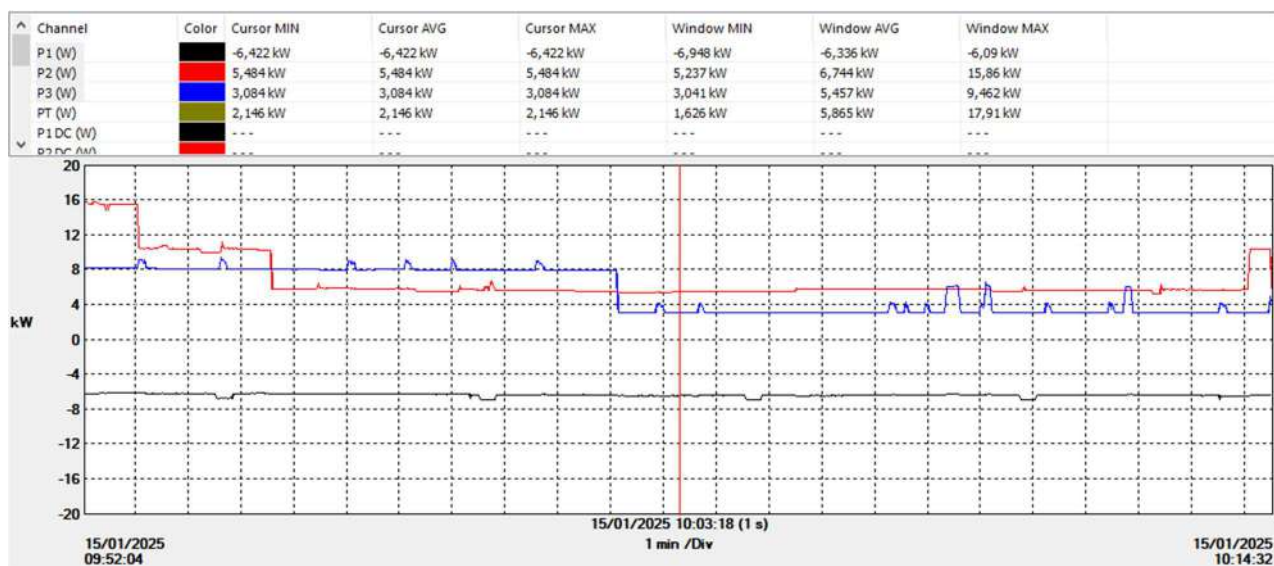


Figura 25-Dados de Potência – Segunda análise

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

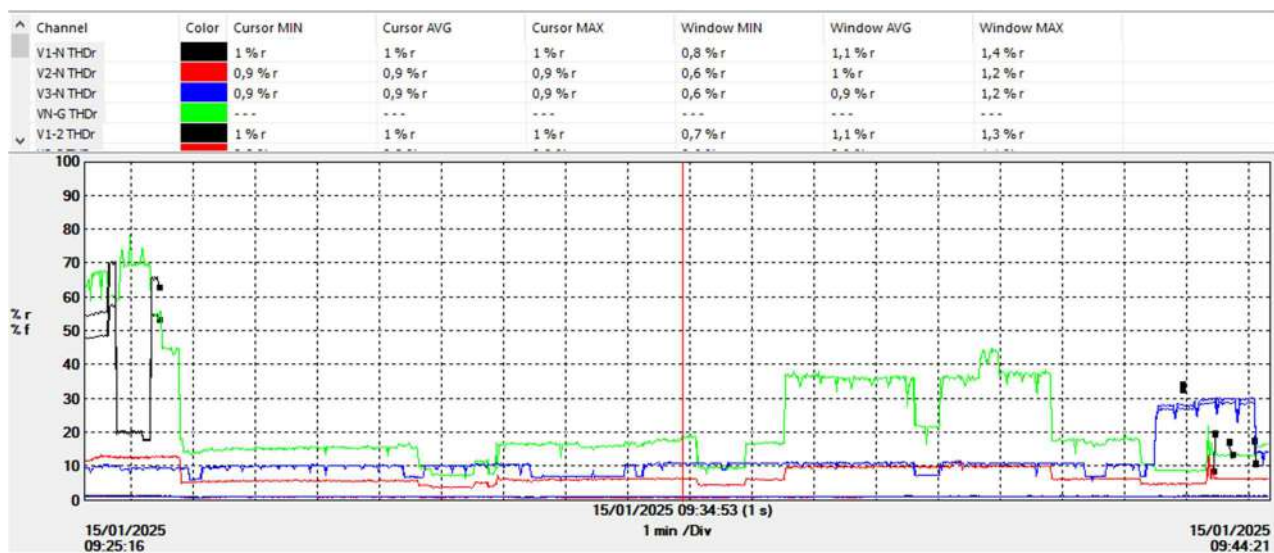


Figura 26-Avaliação dos harmônicos – Primeira análise

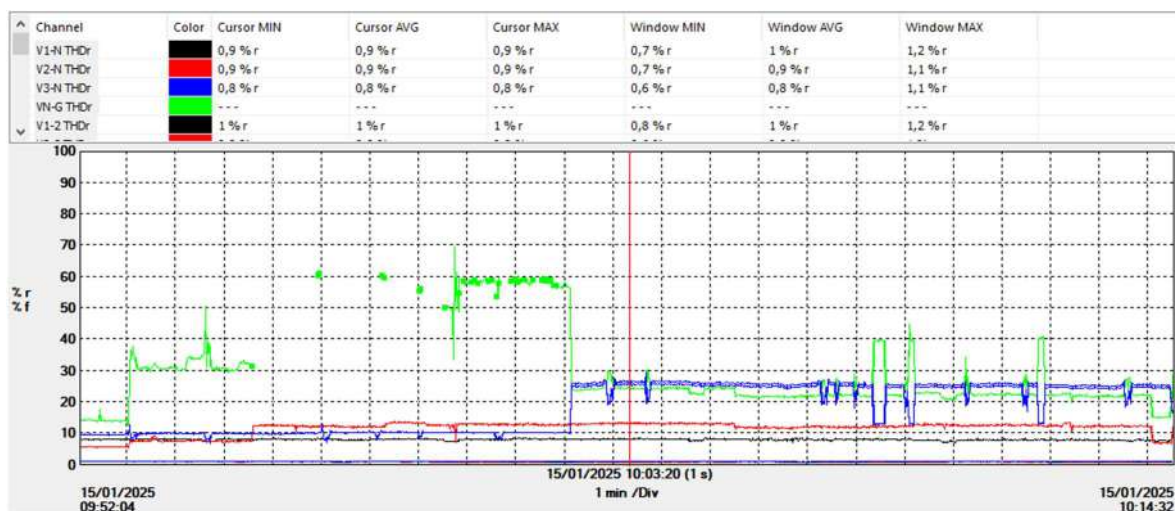


Figura 27-Figura 25-Avaliação dos harmônicos – Segunda análise

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade, tanto na primeira, como na segunda análise.

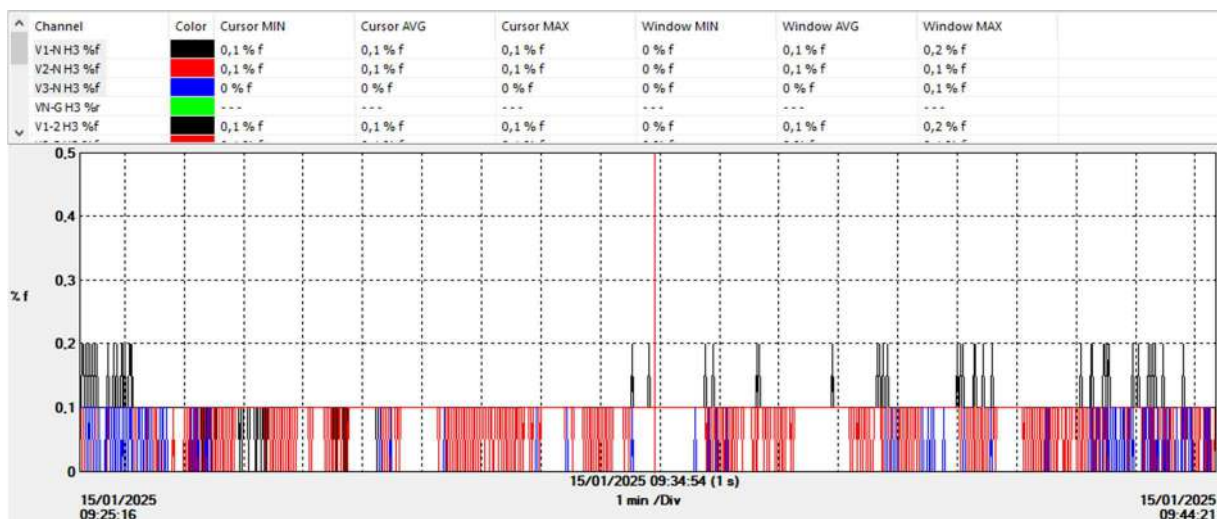


Figura 28-3ª ordem harmônica – Primeira análise

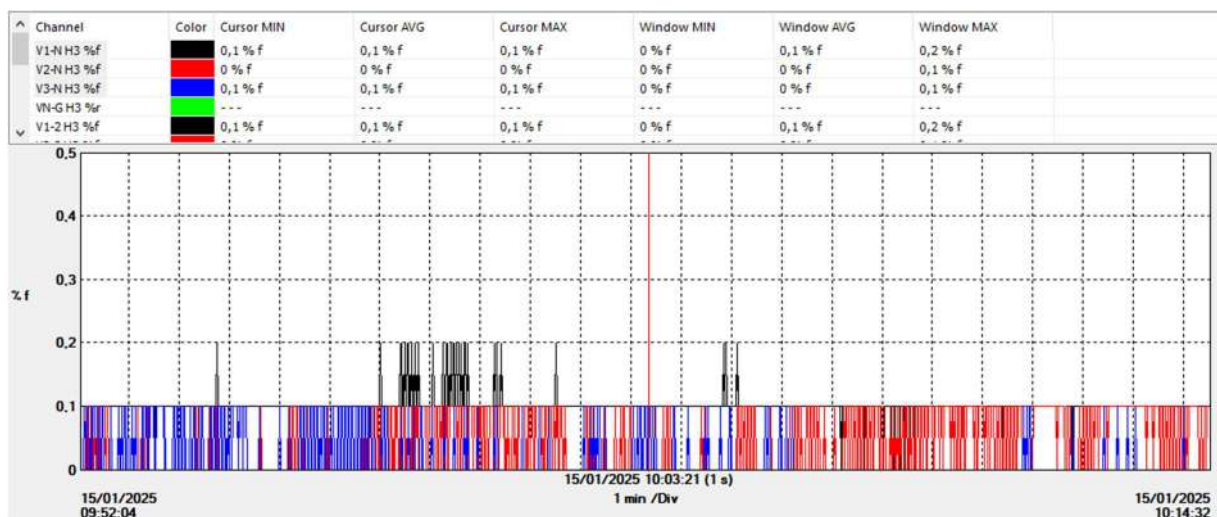


Figura 29-3ª ordem harmônica – Segunda análise

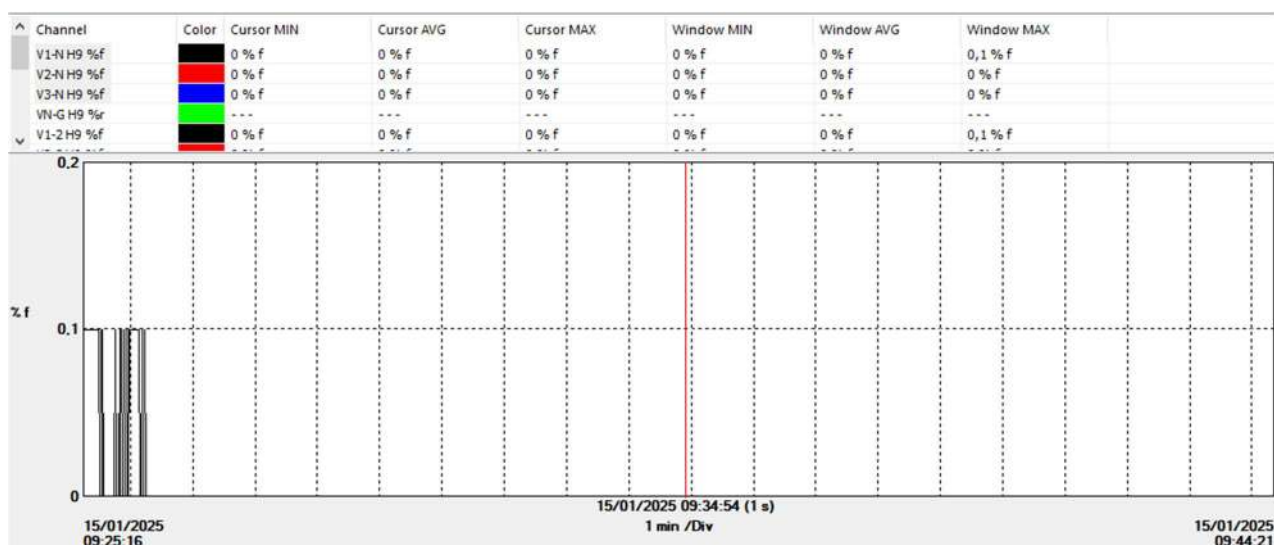


Figura 30-9ª ordem harmônica - Primeira análise

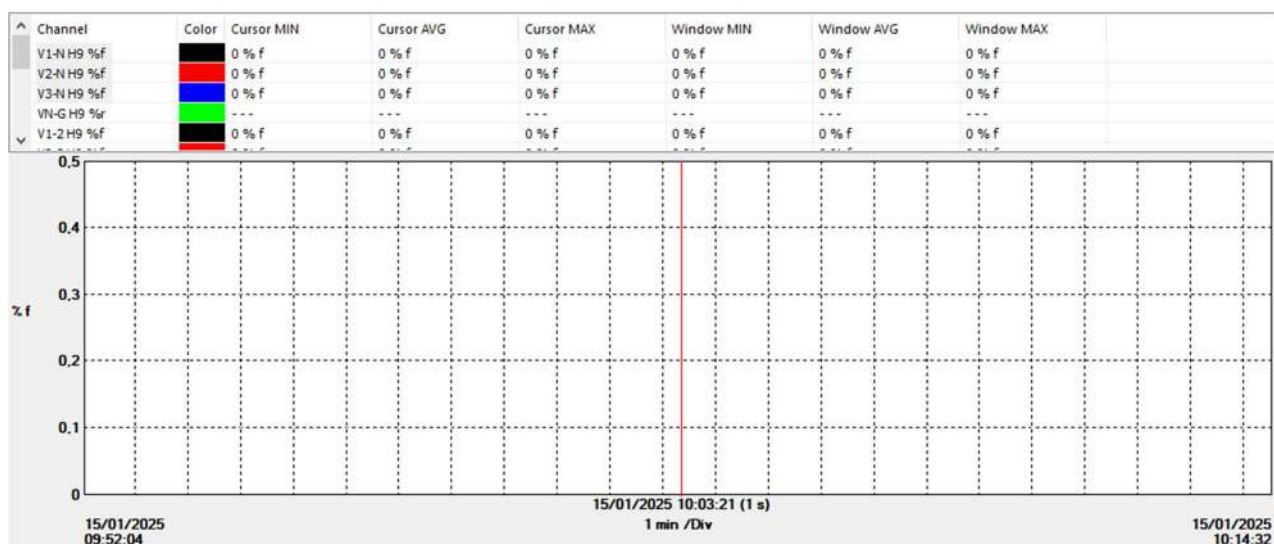


Figura 31-9ª ordem harmônica - Segunda análise

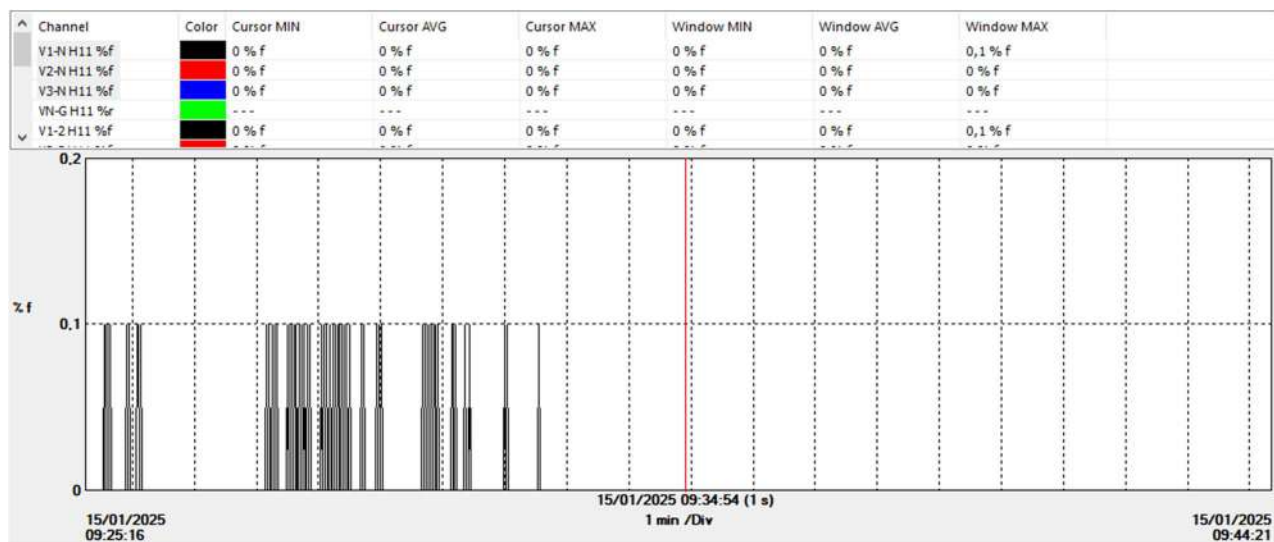


Figura 32-11ª ordem harmônica - Primeira análise

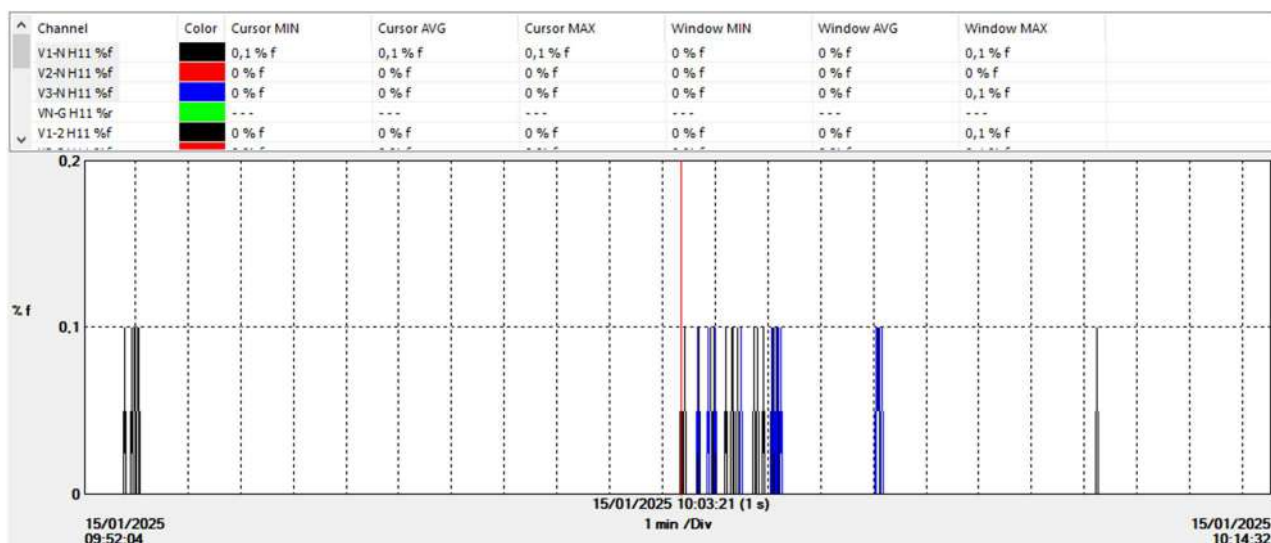


Figura 33-11ª ordem harmônica - Segunda análise

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro da primeira e segunda análise que os desequilíbrios de carga ainda não estão refletindo no neutro, mas não perdem a importância, visto a alta corrente no neutro. A tensão zero no neutro também indica que o mesmo está bem aterrado.

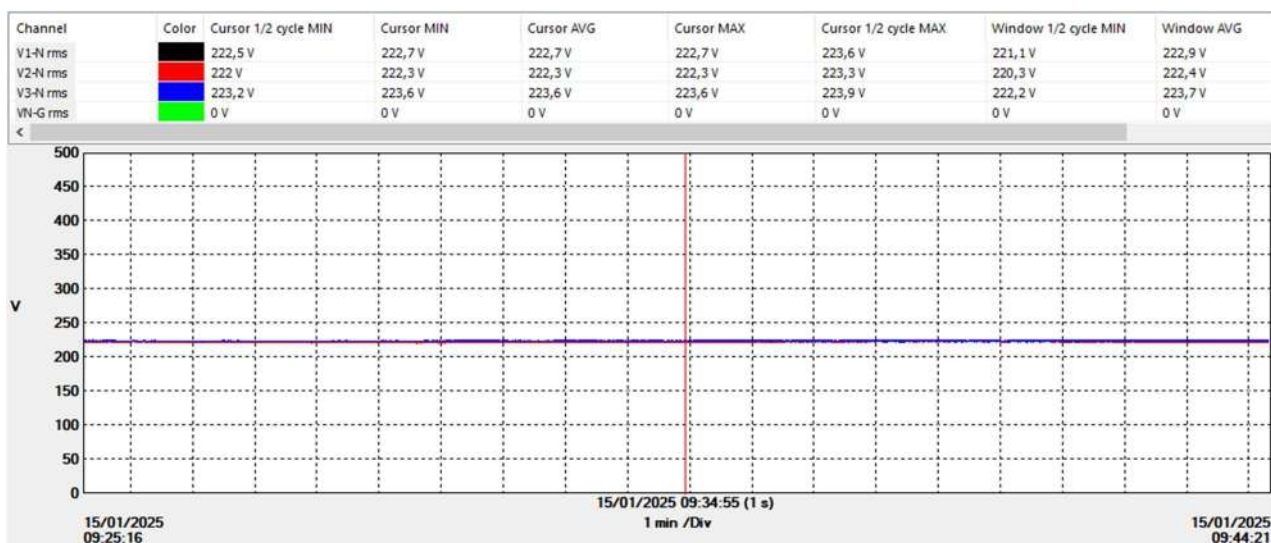


Figura 34-Tensão no neutro - Primeira análise

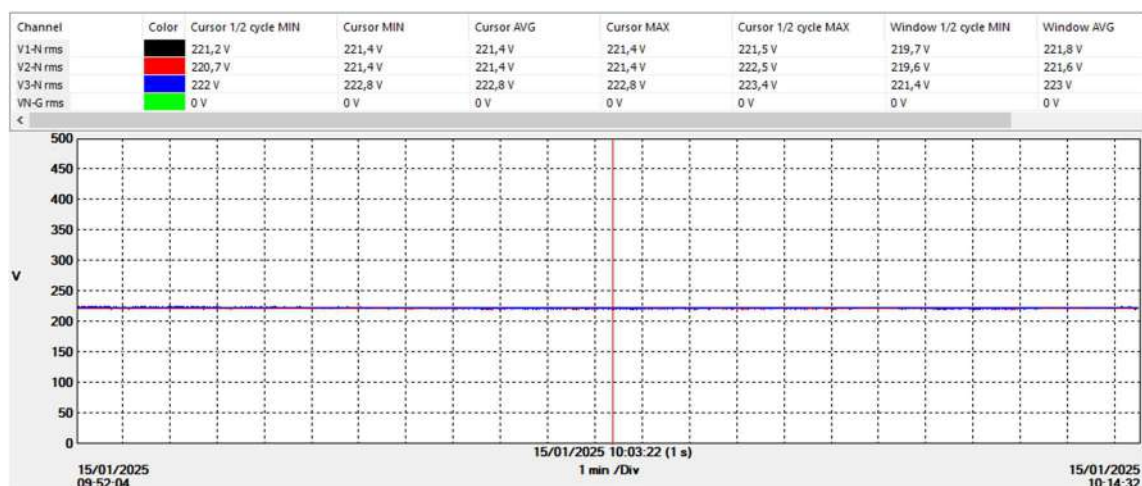


Figura 35-Tensão no neutro - Segunda análise

Corrente:

Na primeira análise, o desequilíbrio entre as fases é variável e acentuado, registrando 50A na fase S (vermelha) e na fase R (preta) apenas 0A.

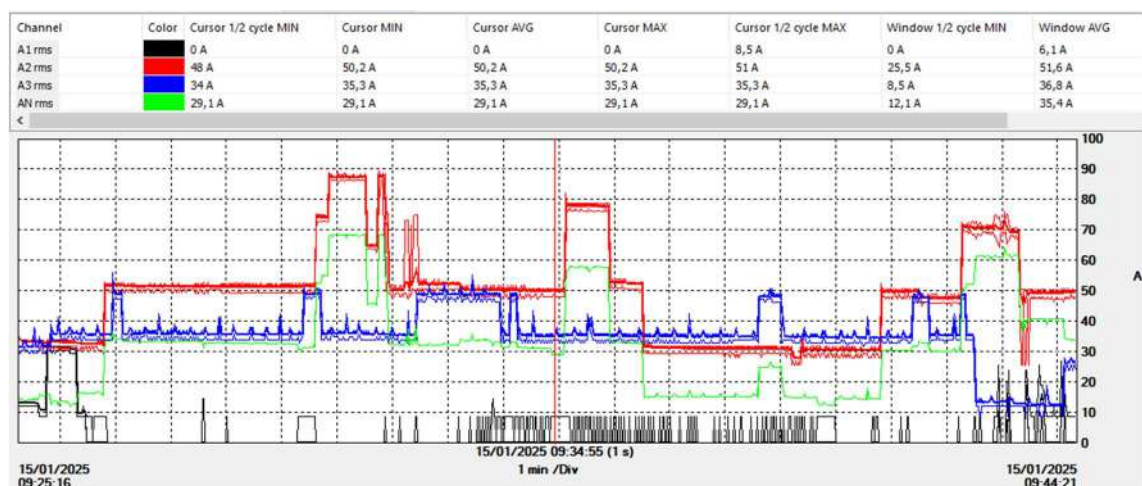


Figura 36-Correntes observadas na AQEE - Primeira análise

A segunda análise mostrou que a corrente baixa, na fase R, estava presente, embora depois inverteu com a fase T (azul), mostrando a importância de fazer um estudo para equilíbrio de cargas.

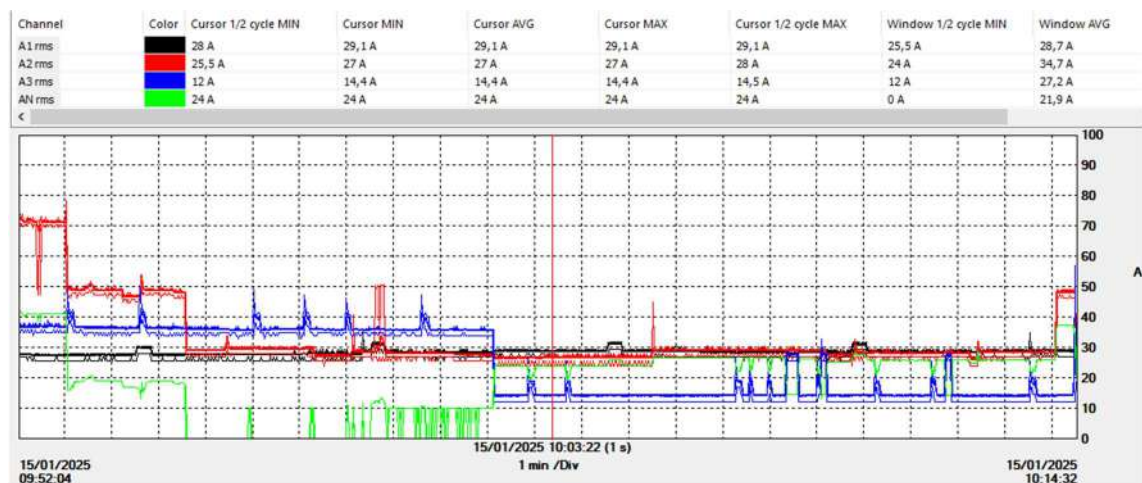


Figura 37-Correntes observadas na AQEE - Segunda análise

Corrente de Neutro:

Importante salientar que a corrente no neutro na primeira análise, apresenta valor alto de corrente, superior a 29A, corroborando com a existência de desequilíbrio de carga entre as fases.

Na segunda análise, a corrente de neutro continuou alta, cerca de 24A, confirmando o que já estava evidenciado na primeira análise.

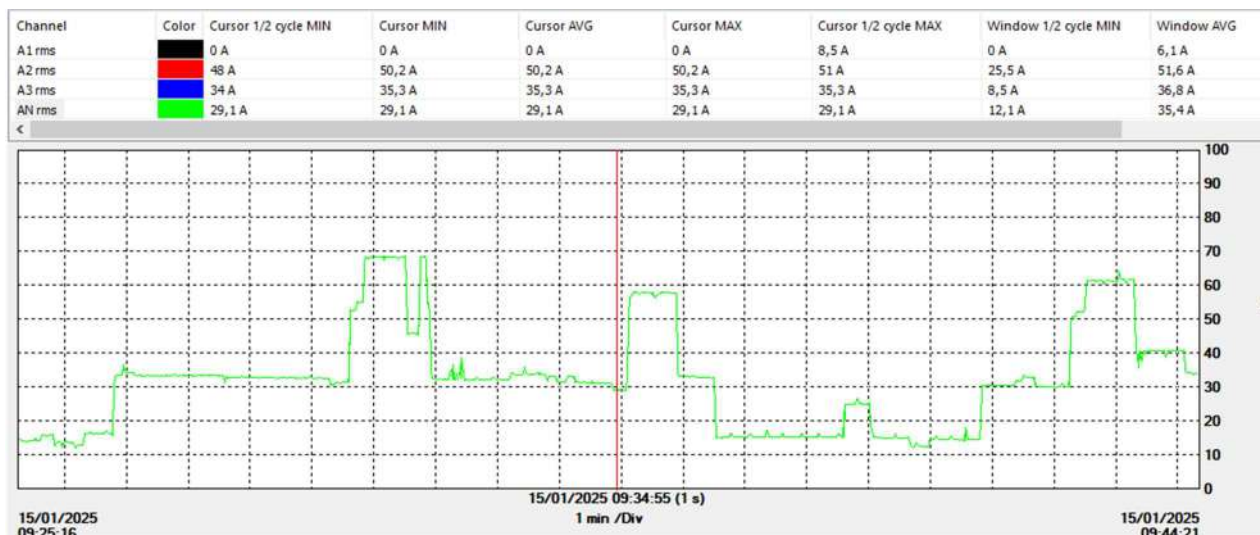


Figura 38-Corrente de Neutro - Primeira análise

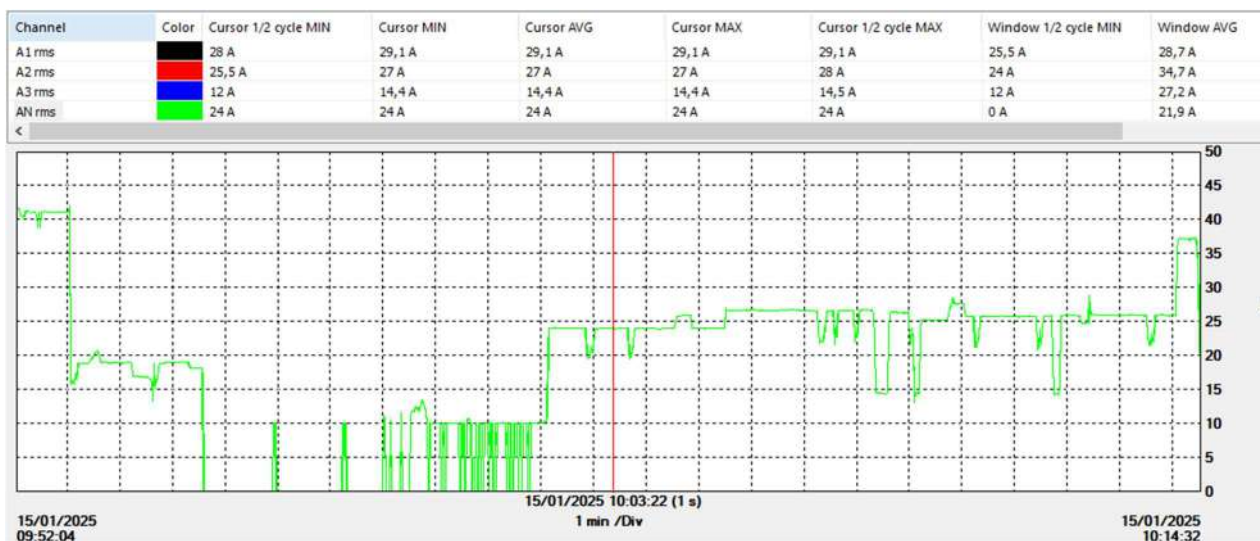


Figura 39-Corrente de Neutro - Segunda análise



Figura 40-AQEE no quadro de TC's da Celesc

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Transformador foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 41-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo KVA	Tensão KV
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização			
AT - BT	AT	Carcaça	BT	89	176	535	1,98	Ótimo	3,04	Muito bom	225	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	94	138	641	1,47	Muito bom	4,64	Ótimo		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	77	158	570	2,05	Ótimo	3,61	Muito bom		
				Gôhms								

Figura 42-Medições de Resistência de isolamento – Trafo 225KVA

No geral, este transformador está Ótimo.

8. PÓS-INSPEÇÃO:

As conexões da transformação e da proteção foram reapertadas, da mesma forma que o painel de proteção do disjuntor.

Foi realizado inspeção, limpeza geral e reaperto das conexões dos quadros e da subestação.



Figura 43-Quadro de barramentos após manutenção



Figura 44-SE após manutenção



Figura 45-Quadro de distribuição - desativado

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados nas Subestações de Proteção e Medição, bem como na Subestação de Transformação da unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC, como:

-  Instalar isoladores epóxi nos barramentos do quadro de barramentos;
-  Instalar identificação no quadro de barramentos, QDL01, QDL02 e quadro de distribuição desativado;
-  Instalar acrílico no quadro de barramento e QDL02;
-  Instalar prensa cabos para melhorar a vedação e vedar melhor a parte superior do quadro de barramentos;
-  Instalar terminais adequados nas conexões do QDL01 e QDL02;
-  Realizar a retirada do quadro de distribuição desativado ou substituir os parafusos oxidados;
-  Realizar a substituição da luminária da Subestação;
-  Instalar identificação no disjuntor geral (interno e externo);
-  Instalar acrílico de proteção na frente do disjuntor geral;
-  Substituir o conector oxidado da caixa de inspeção do aterramento;
-  Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Regional de Caçador/SC.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
EM MURETA

REGIONAL LAGES

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral
Engenheiro Eletricista
CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

10 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	13
5.	TERMOGRAFIA:	15
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	16
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	21
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	22
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	27
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	28

1. INTRODUÇÃO:

Nos dias 18 de dezembro de 2024 e no dia 10 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Regional Lages** com o acompanhamento do Sr.**Rolf**.

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

Identificado que o transformador da unidade é de 75KVA, enquanto no sistema Celesc consta 112,5KVA. Este é um transformador particular e não da concessionária.

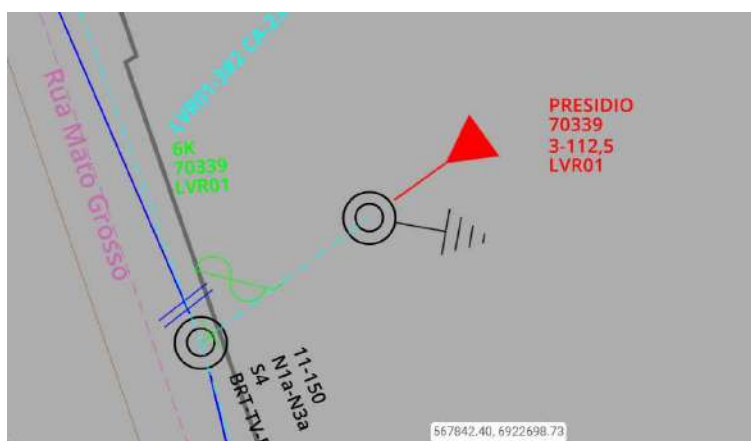


Figura 1-Informação no sistema Celesc



Figura 2-Placa de dados do Transformador - 75KVA

Também identificado que o disjuntor geral é de 225A, e para um transformador de 75KVA deveria ser de 125A, existindo assim uma inconsistência técnica muito importante.



Figura 3-Disjuntor Geral - 225A

O relato do pessoal da unidade é de que com disjuntor de 225A, existem momentos que ocorrem desarmes do disjuntor de entrada, necessitando de rearme, evidenciando que a subestação está subdimensionada para a unidade, expondo as pessoas ao risco elétricos e os equipamentos, visto que os cabos elétricos também estão subdimensionados, gerando riscos de incêndios e indisponibilidade de energia elétrica para a unidade.

Os cabos de entrada do disjuntor geral são de Cobre e secção transversal 3#70(70)mm² e os cabos de saída também são de cobre e secção transversal de 3#95(70)mm².

O painel de acondicionamento do disjuntor geral – QG, está com severa corrosão.

Também identificado a ausência de terminais de dupla compressão nos cabos elétricos e a falta de identificação das fases por cores e ou TAG.

A falta de identificação gerou a inversão de fases nos quadros de distribuição de luz internos, QDL01 e QDL02, conforme evidenciado no relatório termográfico.

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de eletricidade, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças.

O cabo do neutro do transformador estava com capacidade reduzida de secção transversal, devido a rompimento através dos anos, curtos-circuitos e falta de manutenção adequada.

As conexões de média e baixa tensão do transformador estava frouxas e oxidadas, podendo ser este outro problema para a unidade, relatado, de oscilação de energia, mesmo em dias sem chuva.

O disjuntor não possui identificação nem na parte interna, nem na parte externa, da mesma forma que não possui acrílico de proteção.

Ao realizar reaperto das conexões do transformador, um dos terminais de prensagem quebrou, mesmo sem aplicar o torque final. A inspeção identificou que o terminal tinha falha de fabricação, com bolhas de ar na parte interna. Para restabelecer a energia da unidade, foi encontrado em um fornecedor um conector e realizado a instalação e torque correto.

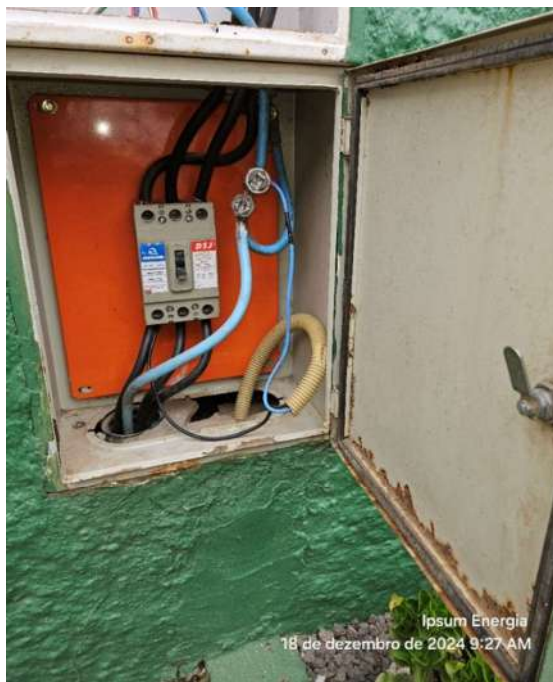


Figura 4-QG com corrosão



Figura 5-Tampa do QD com corrosão



Figura 6-Falta de terminais e identificação - entrada



Figura 7-Falta de terminais e identificação – saída



Figura 8-TC's com muita poeira



Figura 9-Cabo com secção reduzida - arrebitado



Figura 10-Cabo neutro frouxo e arrebitado



Figura 11-Cabo neutro com sinal de oxidação



Figura 12-Cabo de potência com sinal de mau contato e oxidação



Figura 13-Conector do transformador - falha de fabricação



Figura 14-Quadro de Medição antes

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, o aterramento não foi possível medir e inspecionar, devido não possuir caixa de inspeção com a haste de aterramento.



Figura 15-Parte de trás da mureta - sem caixa de inspeção de aterramento



Figura 16-Lateral da mureta - sem caixa de inspeção de aterramento



Figura 17-Frente da mureta - sem caixa de inspeção de aterramento

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Importante salientar que o desequilíbrio de carga e a sobrecarga dos circuitos, está gerando sobretensão em cabos elétricos, conforme exposto no relatório termográfico.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Na imagem abaixo o ponto mais critico identificado no QDL01 da unidade.

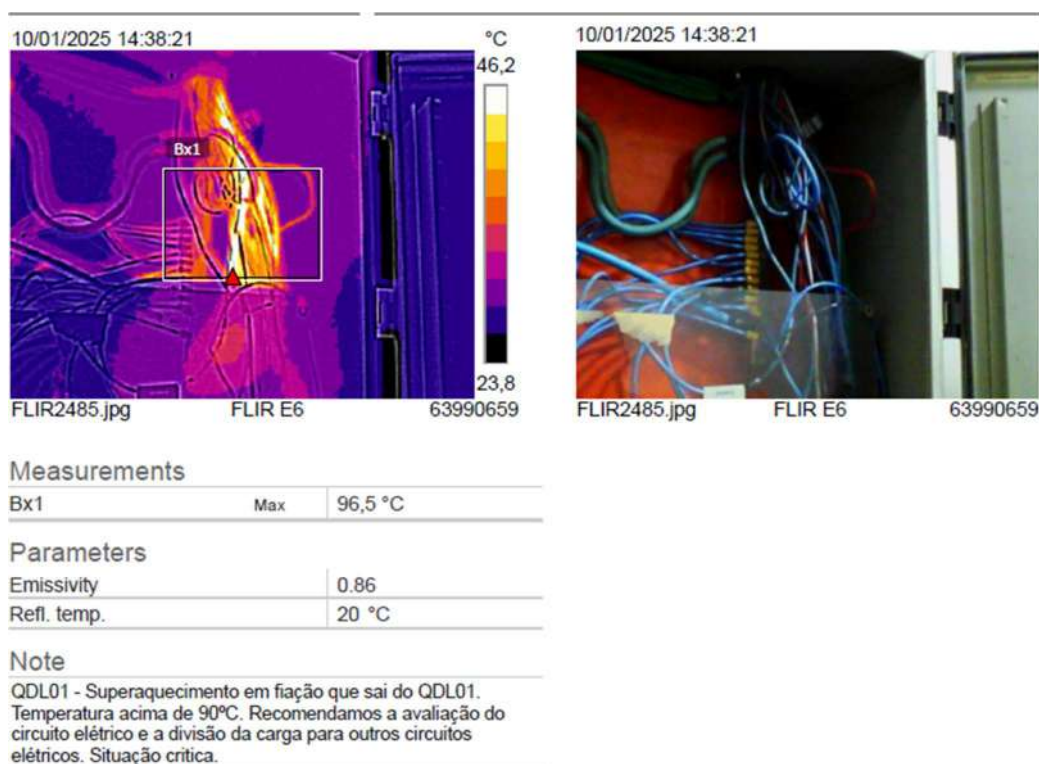


Figura 18-Imagem termografica do QDL01

6. ANÁLISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:



Figura 19-Realização da AQEE

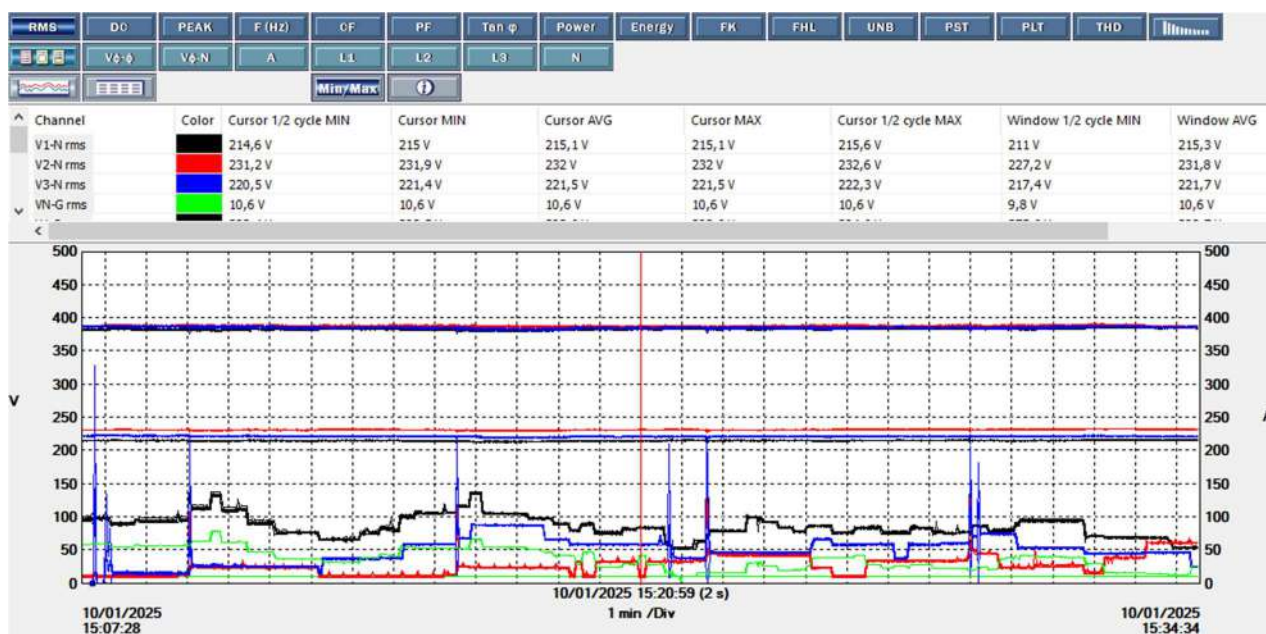


Figura 20-Visão geral da AQEE

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga.

Tais desequilíbrios geram aquecimentos na proteção, ocorrendo desarmes de proteções.

Como exemplo, fase R com 18,1KW e a fase S com 7,7KW.

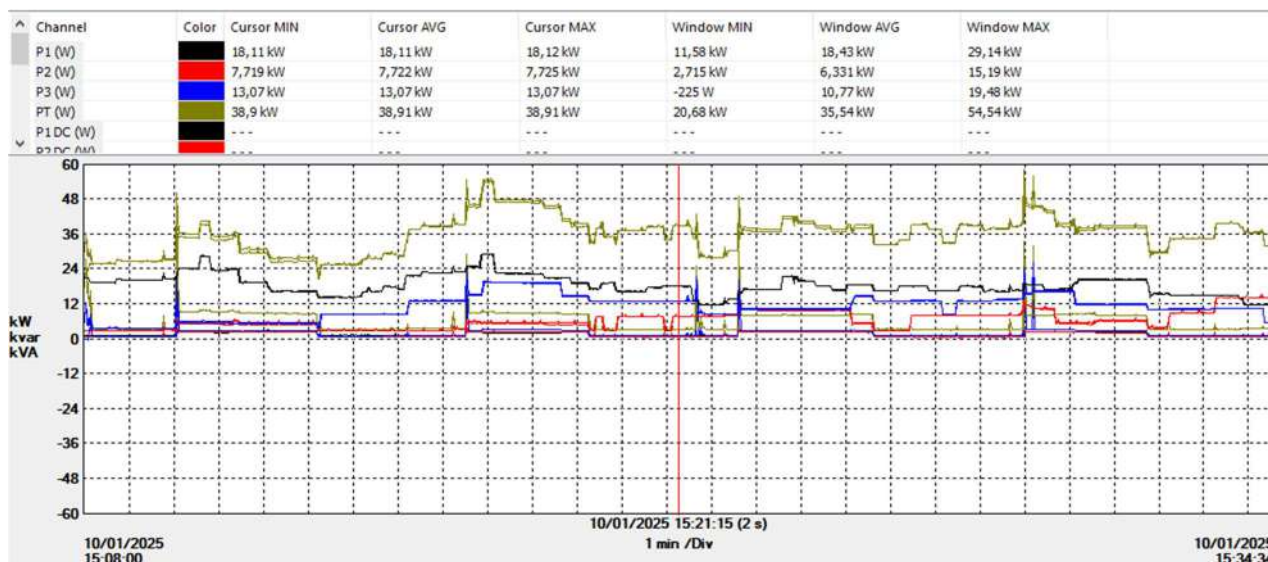


Figura 21-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

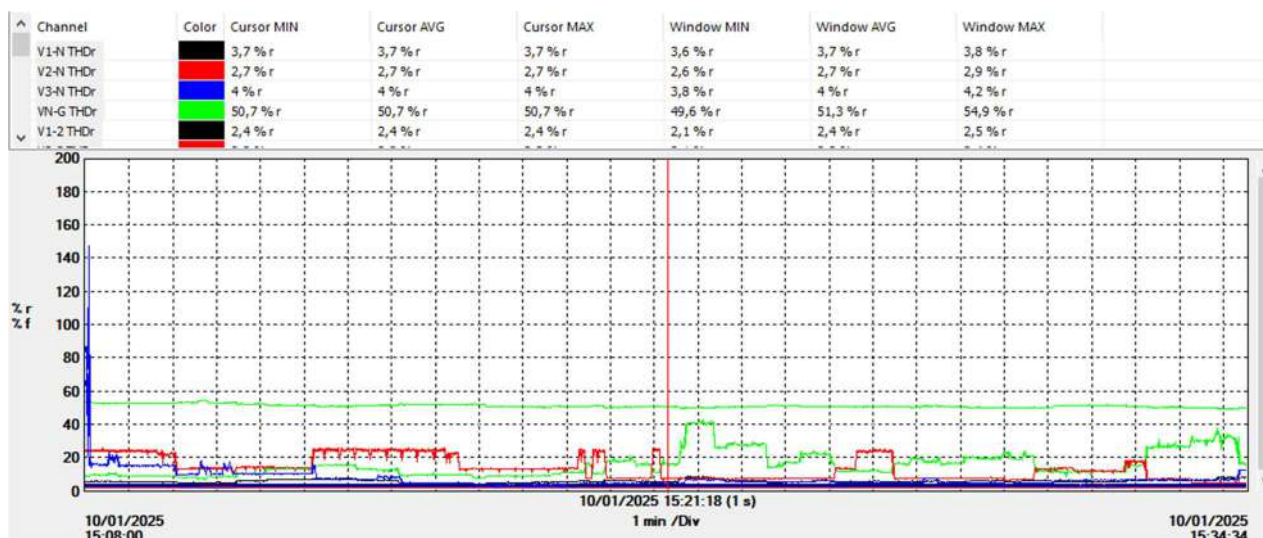


Figura 22-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade.

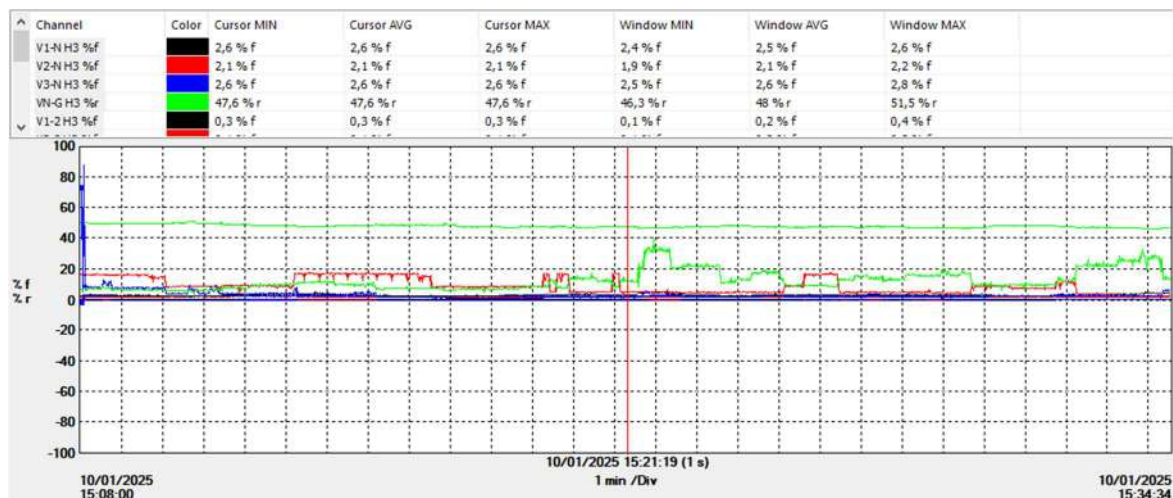


Figura 23-3ª ordem harmônica

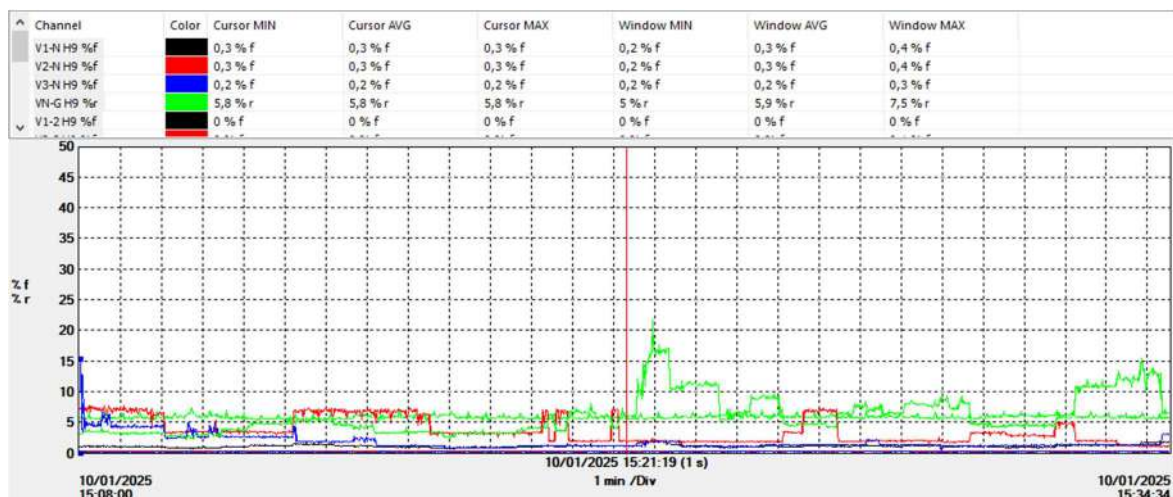


Figura 24-9ª ordem harmônica

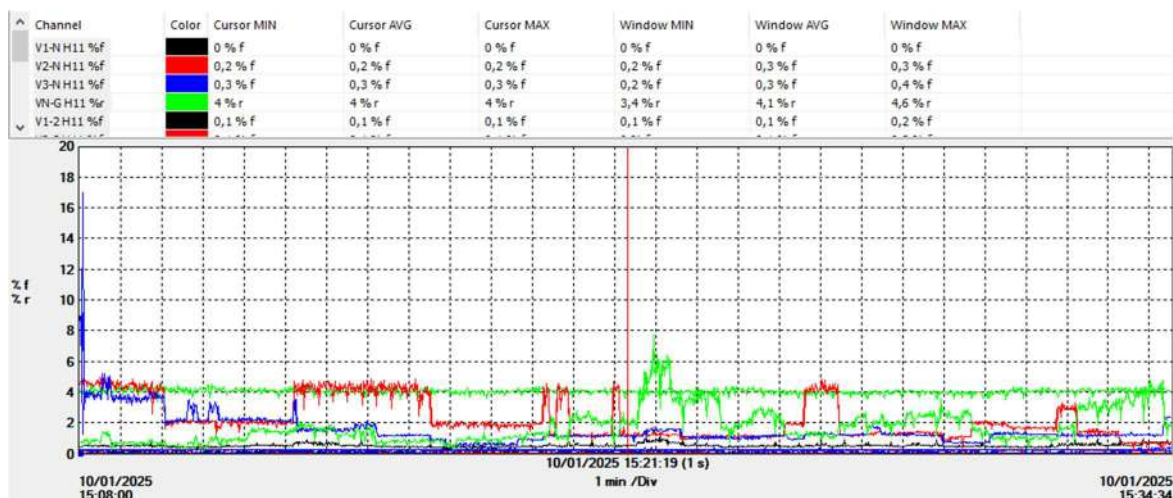


Figura 25-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que os desequilíbrios de carga estão tão acentuados que apresenta mais de 10V no neutro, o que é muito perigoso para quem faz manutenção no sistema e para os equipamentos que tem neutro com tensão. A tensão no neutro também indica que o mesmo está mau aterrado.

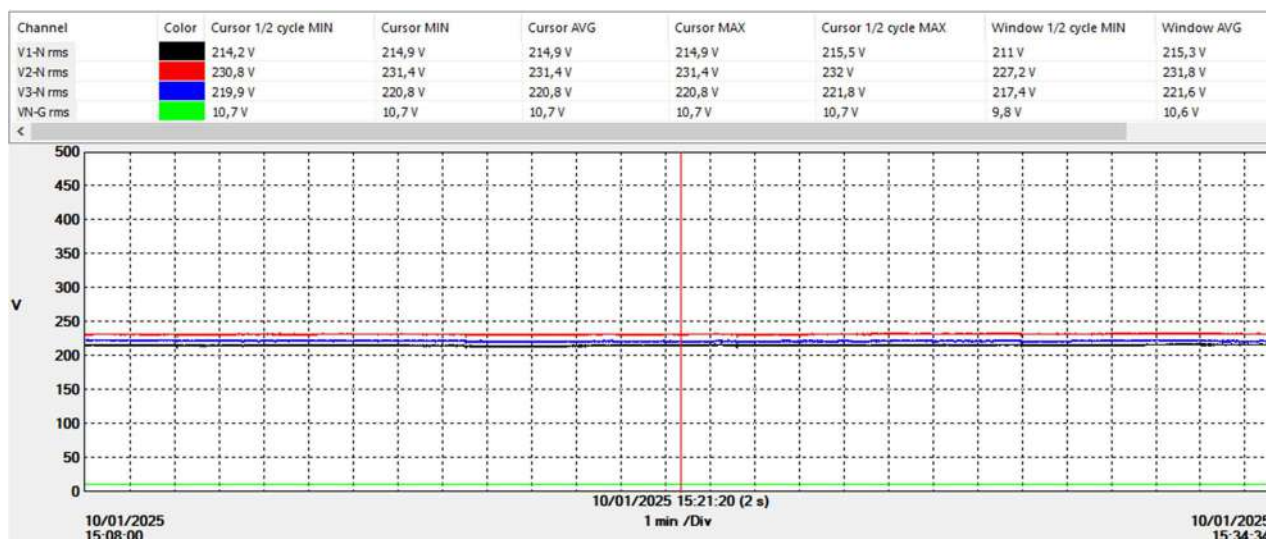


Figura 26-Tensão no neutro

Corrente:

Conforme já citado, o desequilíbrio entre as fases está muito acentuado, registrando 220A na fase T e na fase S apenas 129A.

Outro ponto que chamou a atenção, foi a corrente no neutro, em alguns casos chegou a 79A, suficiente para matar uma pessoa.

O transformador tem capacidade de 125A, talvez um pouco mais por pequenos períodos de tempo, enquanto a instalação está consumindo 220A, conforme o registro. Sendo este uma condição crítica de operação para o equipamento.

É possível que exista algum equipamento ou fase com fuga de corrente para terra ou neutro, que está gerando esta discrepância, tão perigosa.

No aplicado, é possível observar que as linhas azul, preta e vermelha estão muito desiguais, enquanto deveriam estar quase sobrepostas.

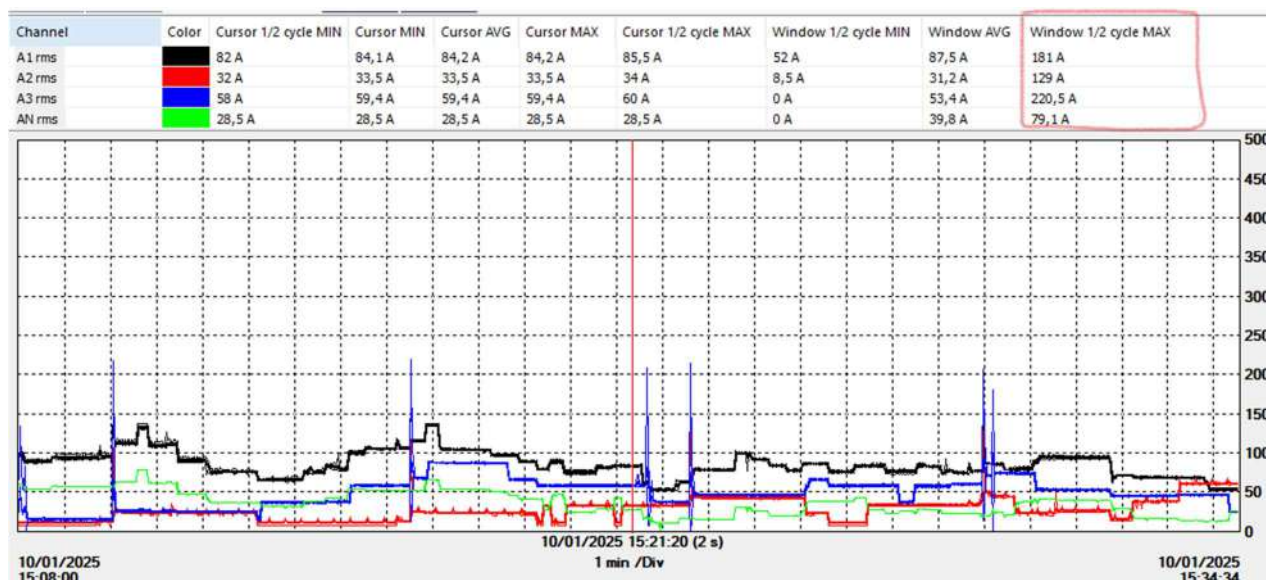


Figura 27-Correntes observadas na AQEE

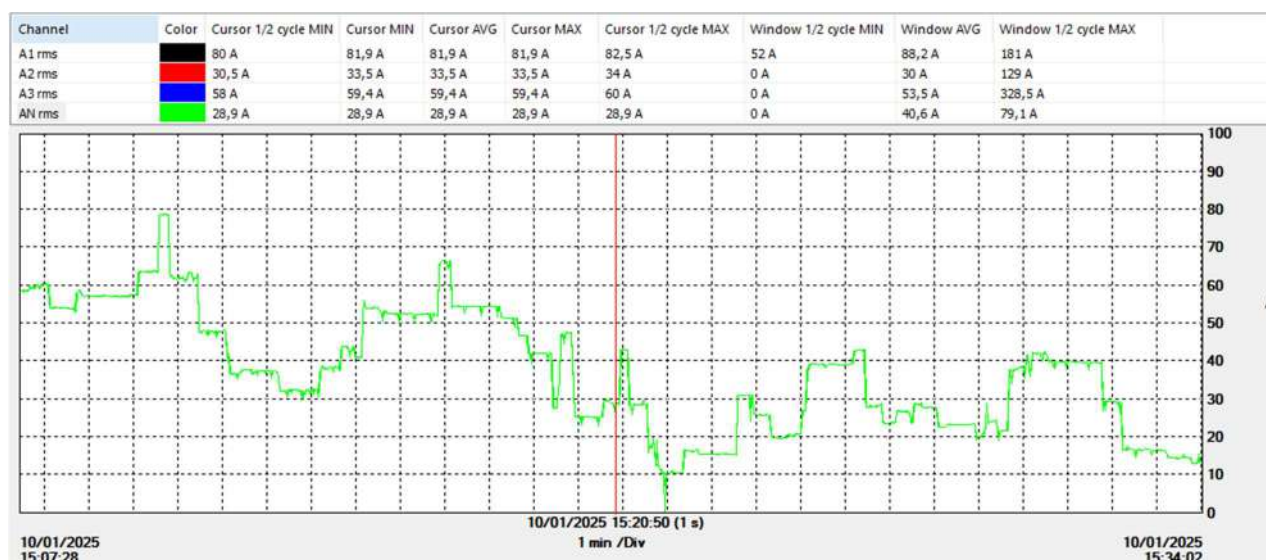


Figura 28-Corrente no neutro - Critico

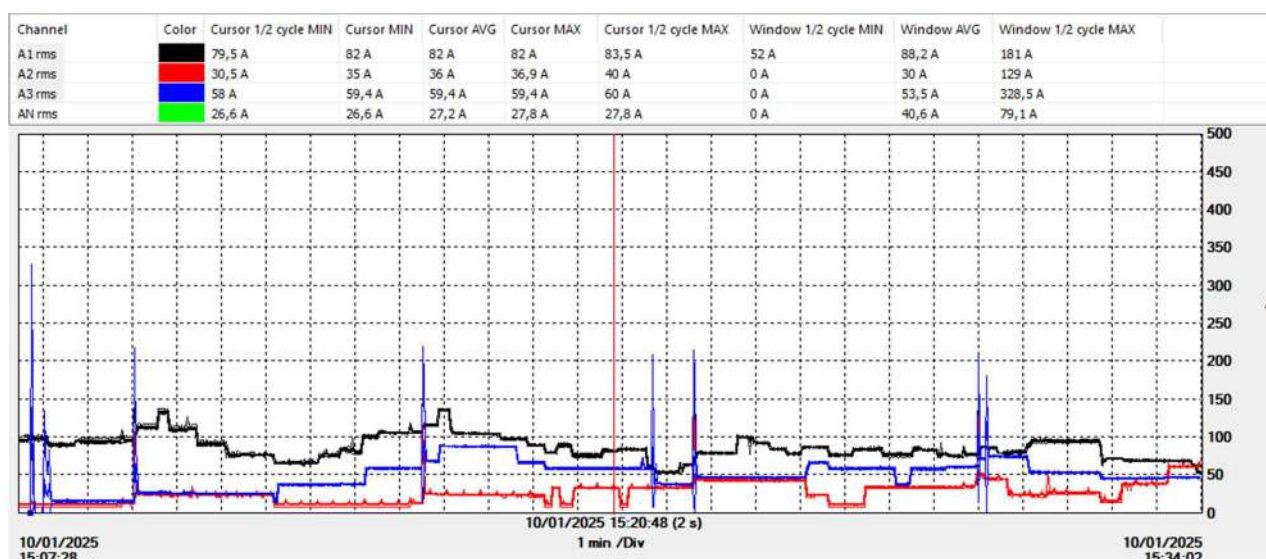


Figura 29-Filtro das correntes RST - Desequilibradas

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Transformador foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 30-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo	Tensão
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização		KVA	KV
AT - BT	AT	Carcaça	BT	88	107	194	1,22	Regular	1,81	Regular	75	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	65	74	124	1,14	Regular	1,68	Regular		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	92	116	157	1,26	Bom	1,35	Perigoso		
				Gôhms								

Figura 31-Medições de Resistência de isolamento

No geral, este transformador está apresentando alto grau de degradação da isolação por umidade ou contaminação absorvida pela isolação, sendo necessário manutenção corretiva.

Pela carga que este transformador está trabalhando, a recomendação seria a ampliação da Subestação desta unidade.

8. PÓS-INSPEÇÃO:

Todas as conexões foram lixadas para remoção da oxidação e reapertadas com torque adequado.

As conexões do neutro foram refeitas, lixadas e reapertadas.

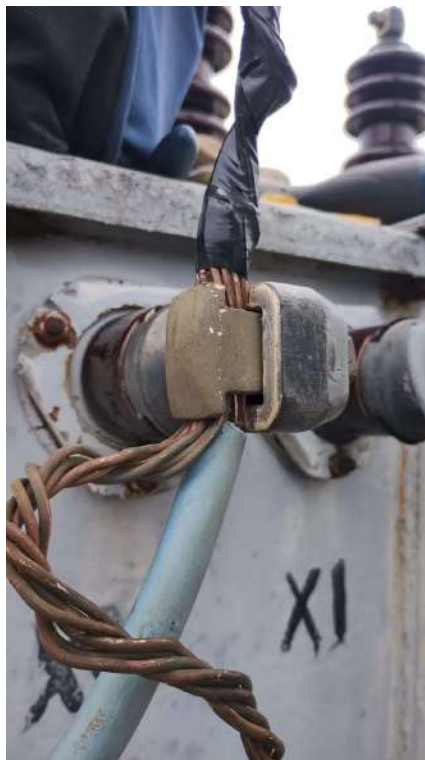


Figura 32-Conexão do Neutro após manutenção

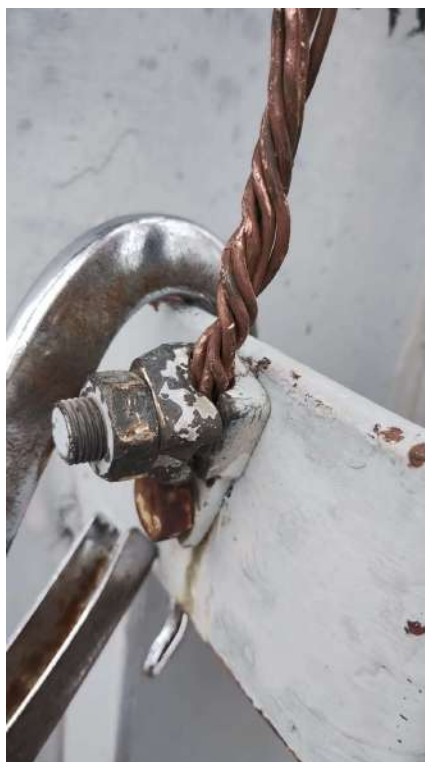


Figura 33-Conexão do Tanque do Trafo



Figura 34-Conexão BT lixada



Figura 35-Conexão BR reapertada



Figura 36-Conexão AT lixada e reapertada



Figura 37-Realização da Manutenção no Trafo



Figura 38-Quadro Medição após manutenção



Figura 39-Quadro dos TC's após manutenção



Figura 40-QG após manutenção

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a evolução de projeto de repotencialização da Subestação para atender a unidade Regional Lages, devido as divergências técnicas encontradas, como:

-  Falta das caixas de inspeção do aterramento;
-  Ausência de terminais de dupla compressão nos cabos elétricos do disjuntor geral;
-  Instalar acrílico no disjuntor geral, bem como as identificações na parte interna e externa do painel;
-  Alta carga da unidade para a entrada de energia atual – transformador subdimensionado;
-  A degradação da isolação do transformador;
-  Superdimensionamento do disjuntor geral e subdimensionamento dos cabos;
-  Desequilíbrio de cargas/circuitos dos quadros de distribuição de luz – QDL – Crítico conforme relatado no item corrente e neutro da AQEE;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

Observem que no QDL01 foi identificado um cabo com 97°C, ou seja 27°C acima da nominal do cabo que é de 70°C. Este circuito está sobrecarregado e a isolação do fio irá derreter e fechar curto-circuito com outros circuitos do QDL01. Neste caso existe risco para a instalação e para as pessoas da unidade. Informação na página 09 do relatório termográfico, imagem 2485.

Observado que outras unidades semelhantes a unidade de Lages, possuem gerador de emergência. Importante considerar para um projeto de uma subestação nova, a instalação de um gerador de emergência.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Regional Lages.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
ABRIGADA

REGINAL DE VIDEIRA/SC

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral

Engenheiro Eletricista

CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

17 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	13
5.	TERMOGRAFIA:	14
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	14
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	19
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	20
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	21
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	22

1. INTRODUÇÃO:

No dia 07 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade Regional de Videira/SC**, com o acompanhamento do Sr. **Cesar**.

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

A porta de acesso da SE estava obstruída com vegetação e precisou de auxílio do pessoal da unidade para remover o excesso para abertura da porta.

Pela imagem abaixo também é possível verificar que a tampa do aterramento estava obstruída e as demais tampas não foram localizadas.



Figura 1-Porta de acesso da SE

A fechadura da SE está danificada, precisando ser substituída por segurança.



Figura 2-Fechadura danificada

As janelas de ventilação estão com oxidação, precisando de pintura, da mesma forma que a porta de acesso.



Figura 3-Janela de ventilação

Observado que a Subestação não possui unifilar do sistema primário disponível.

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI's não foram encontrados. Também não encontramos o detector de tensão da unidade.

O extintor de incêndio está com a carga e teste hidrostático, vencidos. O mesmo também estava sem o suporte para pendurar na parede, identificações de parede e solo, conforme a normativa dos bombeiros.



Figura 4-Extintor

Para iniciar as atividades na Subestação, foi realizado os procedimentos de segurança de abertura das cargas, chaves seccionadoras, disjuntor da subestação principal e na sequência a chave fusível.

O aterramento da porta estava rompido, realizado a fixação correta do mesmo.



Figura 5-Aterramento porta de acesso

O disjuntor geral da instalação estava sem identificação na parte interna e externa.



Figura 6-Disjuntor Geral da SE

O excesso de poeira também estava presente, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças.

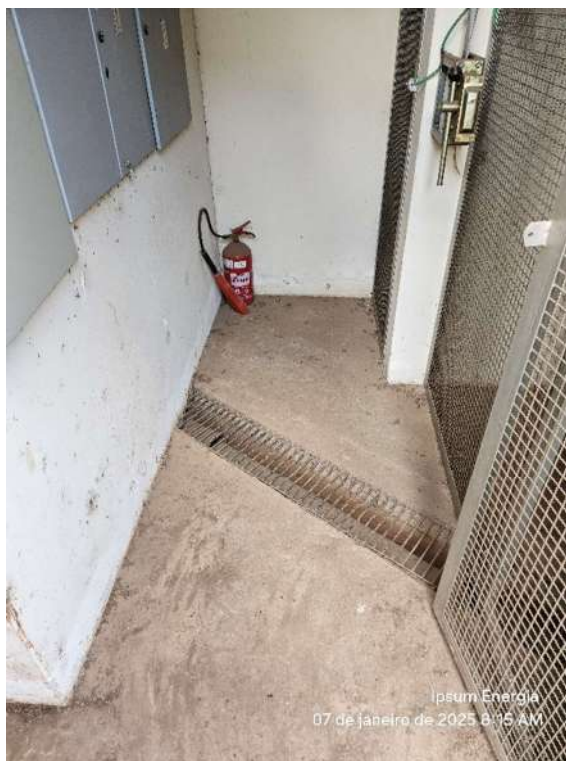


Figura 7-Corredor de circulação da SE

Importante salientar que por recomendação da Celesc, o quadro de TC's e da Medição não foram abertos, ou seja, os lacres foram mantidos.

A iluminação de emergência não está funcionando.



Figura 8-Painéis da SE



Figura 9-Entrada das mufas e isoladores



Figura 10-Seccionadora e isoladores



Figura 11-Transformador 1125KVA da SE



Figura 12-Braço de Manobra da Seccionadora

Identificado vazamento de óleo nas buchas de baixa tensão do transformador, X2 e X3.



Figura 13-Vazamento de óleo na baixa tensão do Transformador



Figura 14-Visão superior do vazamento do Transformador 112,5KVA

As placas de identificação das portas estão apagadas.

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, identificado que a tampa da caixa de inspeção da frente estava obstruída com vegetação e as demais caixas de inspeção não foram encontradas.

A caixa de inspeção estava com excesso de pedra brita, a qual foi retirada e deixada conforme a norma.



Figura 15-Caixa de inspeção do aterramento

O aterramento foi medido e inspecionado, encontrado terminal oxidado e falta terminal para o cabo adicional.



Figura 16-Caixa de inspeção – Resistência de aterramento 0,051 ohms

A resistência de aterramento está boa, embora poderá em breve isolar a instalação pela severa oxidação do conector que está prendendo 02 cabos a haste de aterramento.

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

6. ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada a partir do momento que o Analisador de Qualidade de Energia Elétrica foi preparado, coletando as informações de energização da Subestação e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:

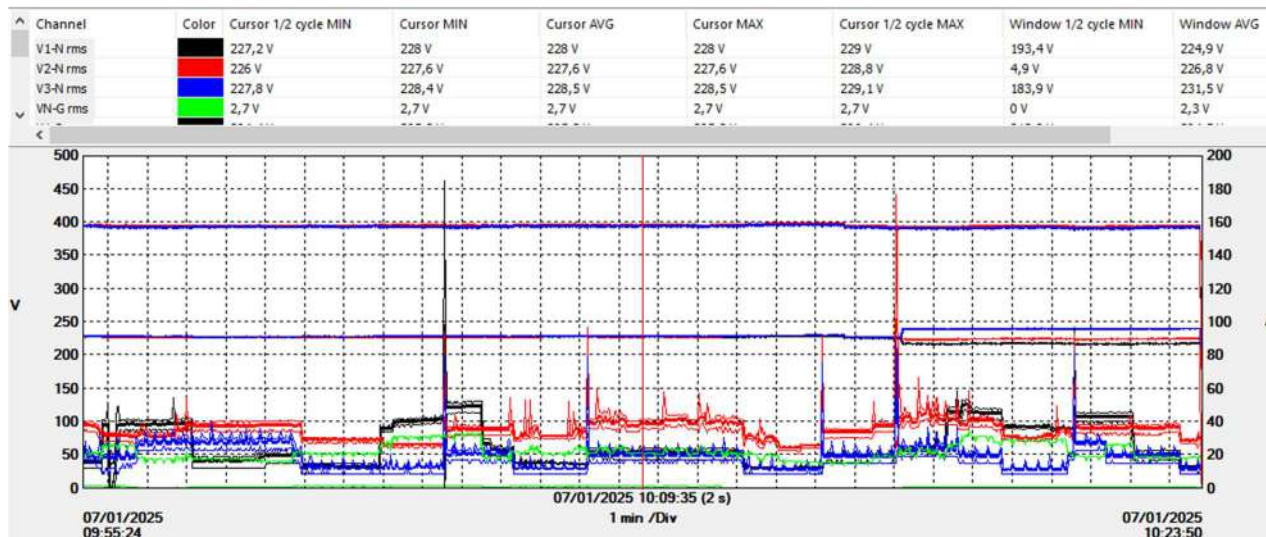


Figura 17-Visão geral da AQEE

Na sequência, será eliminado dos gráficos o início que não tem informação de energia para melhorar a visualização.

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga que é variável.

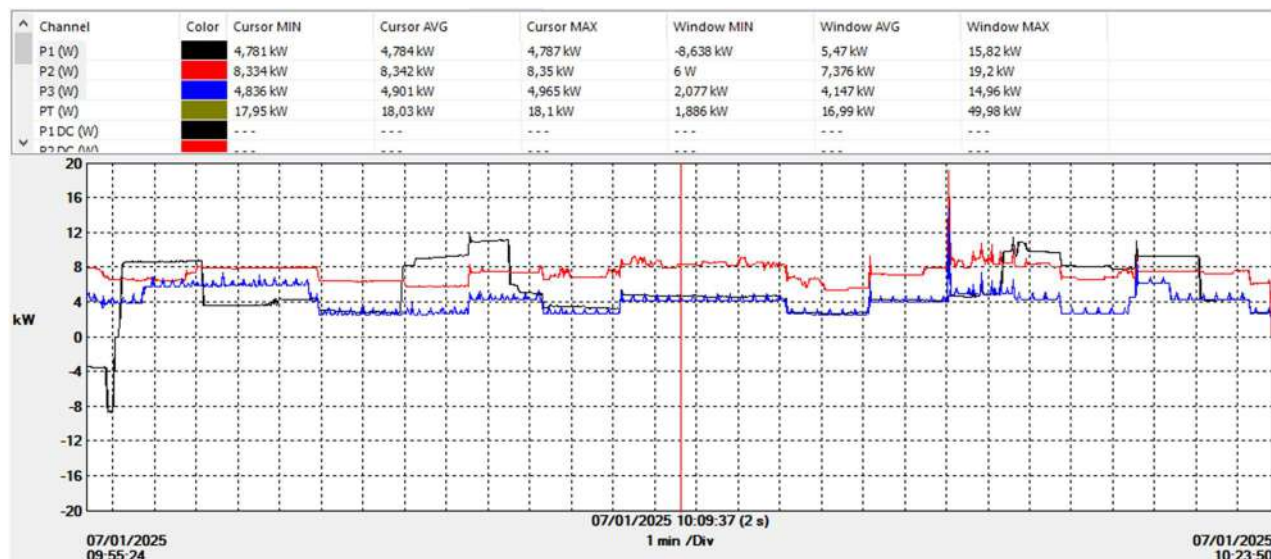


Figura 18-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificada nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

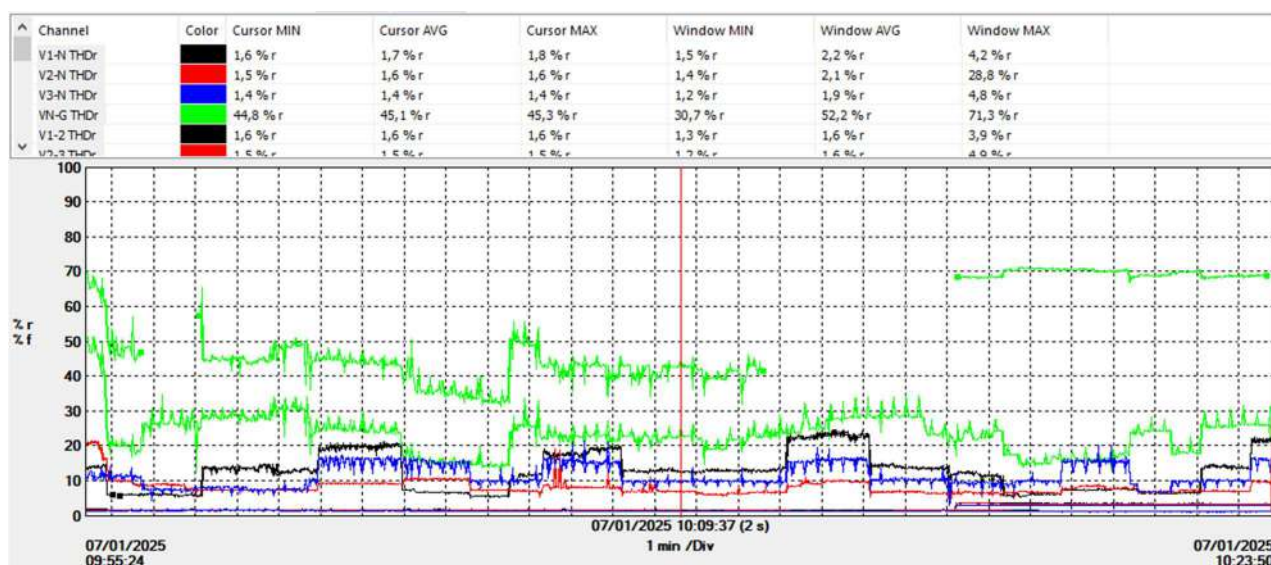


Figura 19-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade.

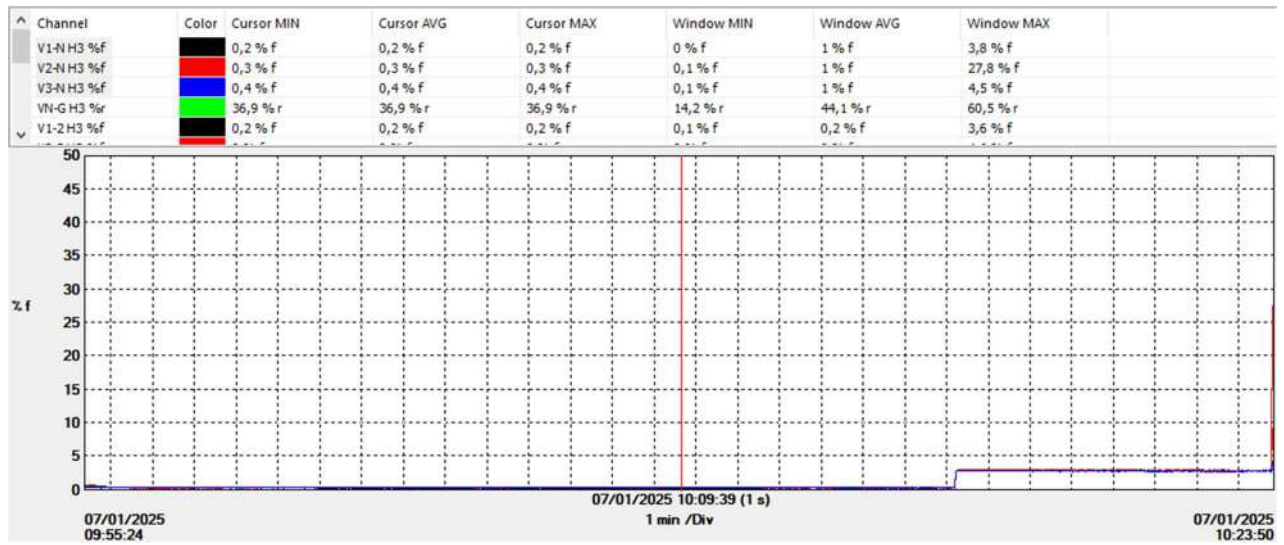


Figura 20-3ª ordem harmônica

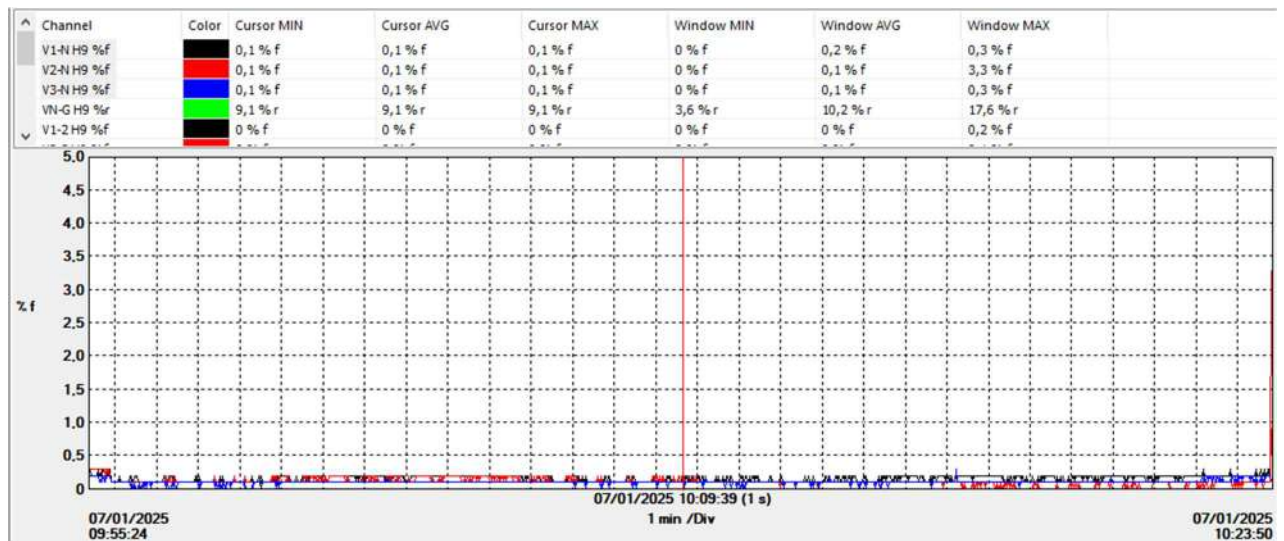


Figura 21-9ª ordem harmônica

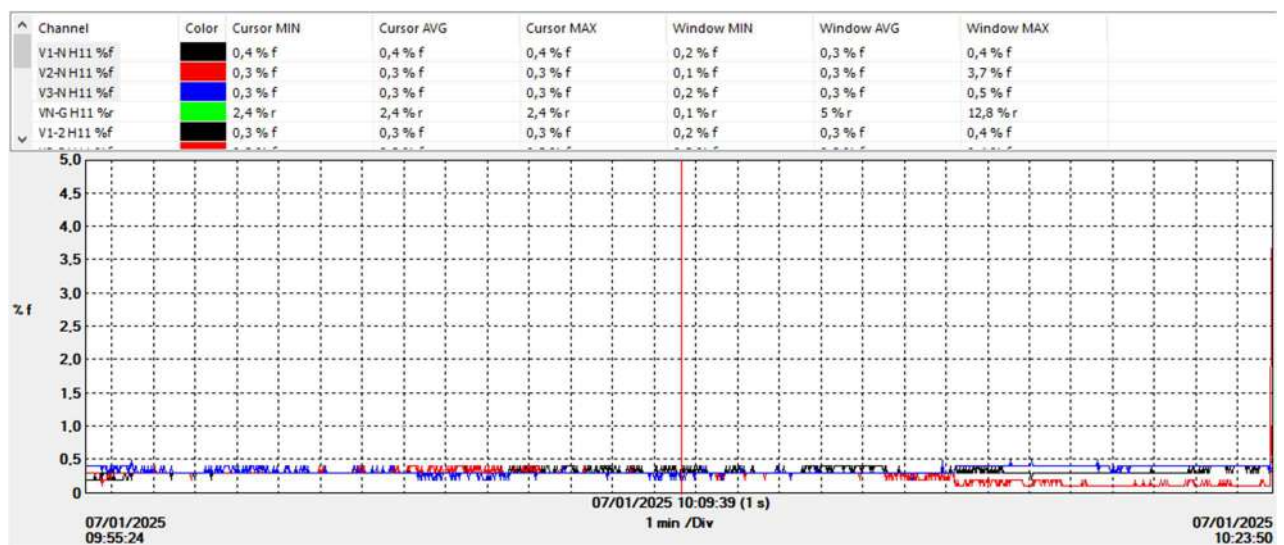


Figura 22-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que os desequilíbrios de carga existem e apresentam 2,7V no neutro, o que é moderado, mas indica a necessidade de avaliação das cargas dos circuitos. A tensão no neutro também indica que o mesmo pode estar mau aterrado.

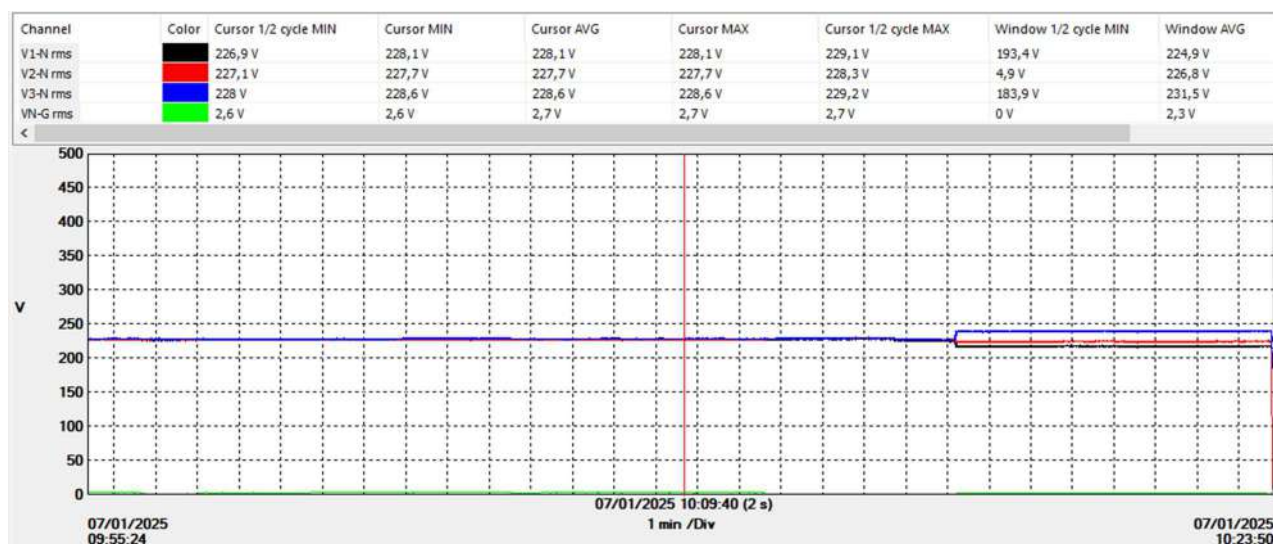


Figura 23-Tensão no neutro

Corrente:

Nesta análise, o desequilíbrio entre as fases é variável e menos acentuado, registrando 41A na fase S (vermelha) e na fase T (azul) apenas 20,5A.

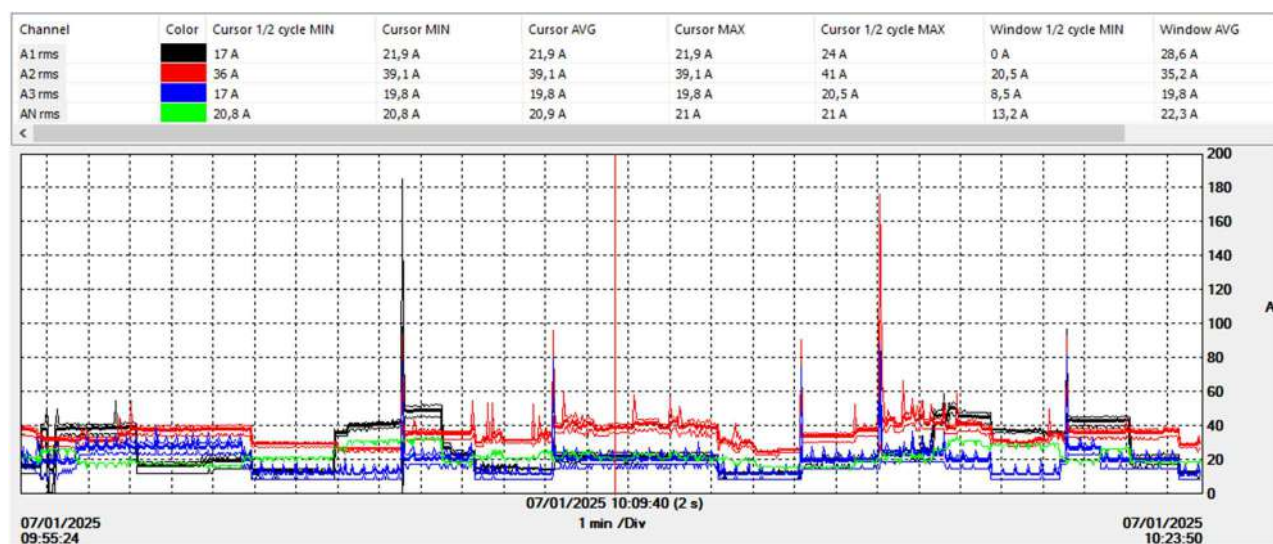


Figura 24-Correntes observadas na AQEE

Corrente de Neutro:

Importante salientar que a corrente no neutro apresenta valor altos de corrente, superior a 22,3A, corroborando com a existência de desequilíbrio de carga entre as fases.

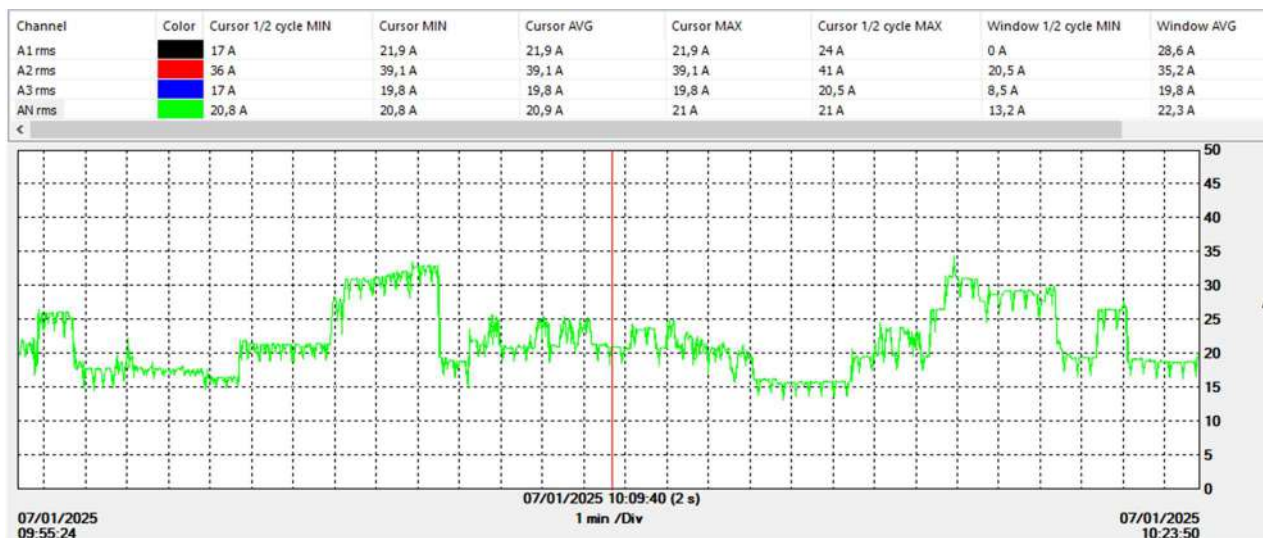


Figura 25-Corrente de Neutro



Figura 26-AQEE no Disjuntor Geral da unidade

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Transformador foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 27-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo KVA	Tensõe KV
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização			
AT - BT	AT	Carcaça	BT	52	89	319	1,71	Ótimo	3,58	Muito bom	112,5	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	98	124	564	1,27	Bom	4,55	Ótimo		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	87	187	680	2,15	Ótimo	3,64	Muito bom		
				Gôhms								

Figura 28-Medições de Resistência de isolamento – Trafo 112,5KVA

No geral, este transformador está Ótimo.



Figura 29-Meidação da Resistência de Isolamento

8. PÓS-INSPEÇÃO:

As conexões dos cubículos de entrada, proteção e transformação foram reapertadas, da mesma forma que o painel de proteção do disjuntor.

Foi realizado inspeção e limpeza geral da Subestação.



Figura 30-Isoladores, seccionadora e transformador



Figura 31-Muflas e isoladores

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados nas Subestações de Proteção e Medição, bem como na Subestação de Transformação da unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC, como:

-  Remover o excesso de vegetação do raio de abertura da porta. Fazer uma calçada na frente da porta, com leve caimento para frente (evitar que a água entre na SE);
-  Substituir a fechadura da SE;
-  Substituir o extintor da SE, instalar suporte para parede, instalar as placas de identificação e fazer a pintura do solo, conforme normativa dos bombeiros;
-  Instalar identificação no disjuntor geral (interno e externo);
-  Realizar pintura das aberturas da SE (porta e janelas de ventilação);
-  Elaborar e disponibilizar unifilar do sistema primário na Subestação;
-  Disponibilizar a unidade vara de manobra, luvas classe 25KV, detector de tensão e tapete para manobras com CA válido;
-  Substituir o conector da caixa de inspeção, instalando 2 conectores na haste de aterramento;
-  Eliminar vazamento de óleo do transformador 112,5KVA pelas buchas X2 e X3, e completar nível de óleo;
-  Substituir luminária de emergência que não está funcionando;
-  Substituir a placa de identificação de perigo da porta de acesso, conforme normativa Celesc;
-  Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade Regional de Videira/SC.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br

RELATÓRIO TÉCNICO
MANUTENÇÃO PREVENTIVA
SUBESTAÇÃO DE MEDIÇÃO
EM MURETA

SEGURANÇA MÁXIMA DE
SÃO CRISTÓVÃO DO SUL/SC

Responsável Técnico: Deivid Ramos do Amaral

Engenheiro Eletricista

CREA/SC 142868-0



(42) 9 9986-6158 / (49) 9 9991-2322

Capão Alto / SC

22 de janeiro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO:	3
2.	APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:.....	3
2.1	QUEM SOMOS?	3
2.2	NOSSOS SERVIÇOS:	4
2.3	EXPERIÊNCIA:	4
2.4	CORPO FUNCIONAL:	4
2.5	RECURSOS:	5
3.	PRÉ-INSPEÇÃO:.....	6
4.	ATERRAMENTO:	15
5.	TERMOGRAFIA:	22
6.	ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:.....	23
7.	MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:	27
8.	PÓS-INSPEÇÃO:	27
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS:	29
10.	GARANTIA DOS SERVIÇOS:	31

1. INTRODUÇÃO:

No dia 18 de janeiro de 2025 foi realizado a inspeção preventiva na Subestação de Medição de Média e Baixa Tensão da cliente **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05, unidade de Segurança Máxima de São Cristóvão do Sul/SC.**

A manutenção preventiva proporciona baixo custo de análise e inspeção e redução de tempo de manutenção corretiva, proporcionando performance e redução de horas de indisponibilidade do fornecimento de energia elétrica, da mesma forma que permite o planejamento programado de intervenções e paradas da planta para manutenção.

2. APRESENTAÇÃO DA IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA:

2.1 QUEM SOMOS?

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** – www.ipsumenergia.com.br - é uma empresa que tem o objetivo de contribuir para a racionalização de recursos, tornando os ativos dos clientes mais eficientes, seguro para as pessoas e com maior disponibilidade operacional.

Atuamos em plantas industriais, nos mais variados ramos da economia brasileira, bem como atuamos com manutenção preditiva em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e em plantas de geração de energia (CGH's, PCH's, UTE's, UHE's, UFV's e EOL's).

Visão

Ser referência em técnicas de engenharia para racionalização de recursos nos negócios em que atua.

Missão

Proporcionar aos clientes, técnicas preditivas e de qualidade de energia que possam garantir a racionalização de recursos e a continuidade de seus negócios e ativos.

Valores

-  Foco em resultados;
-  Satisfação do cliente;
-  Sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2.2 NOSSOS SERVIÇOS:

Atuamos em indústrias (processos) e em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia com consultoria em implantação de manutenção preventiva e preditiva de CGH's, PCH's e plantas industriais e na elaboração e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas – PIE, segundo a NR-10.

Atuação com Manutenção Preditiva com a técnica de Ultrassom, para Linhas de Distribuição Elétrica e Transmissão de Energia até 230 KV, bem como para linhas de ar comprimido, gás, vapor, Cubículos e Subestações, estanqueidade de válvulas de processo, cavitação de turbinas e bombas.

Laudos, Medições e Projetos de Aterramento e SPDA, conforme NBR 5419:2015, onde inclui o Gerenciamento de Risco, Pré-Projeto – Medição de Resistividade de Solo e inspeções com o uso de Drone.

Realizamos Análise de Qualidade de Energia com o uso de Analisador de Qualidade de Energia Elétrica - AQEE, para reduzir Fator de Potência, buscando a maior eficiência energética para o cliente, em energia elétrica, ar comprimido, vapor, gás e água.

Manutenção Preditiva com o uso de Termógrafos - Termovisão (Termografia) para painéis elétricos, painéis solares, sistemas de água gelada e água quente, entre outros...

2.3 EXPERIÊNCIA:

Experiência comprovada em projetos de redes de distribuição nos padrões CELESC, COPEL, ENERGISA, conforme Resolução Normativa Aneel nº1000 de 2022 e em projetos de travessias de rodovias estaduais e federais.

Realização de Gerenciamento de Riscos, medição de Resistividade de Solo, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, projeto de malhas de Aterramento e SPDA conforme NBR 5419 de 2015, para empresas de gás, agrícolas e de papel.

2.4 CORPO FUNCIONAL:

Engenheiros e técnicos com mais de 20 anos de experiência em plantas industriais de diversos seguimentos, atuando com programação de PLC's, inversores de frequência, layser, softstarters, computadores industriais, supervisórios, IHM's, SDCD's, redes industriais, projetos elétricos de Baixa Tensão, de redes de distribuição – Média Tensão e projetos, construção e estudo de proteção de Subestações, manutenção preditiva, gerenciamento de equipes de manutenção, Manutenção e operação de CGH's e PCH's.

2.5 RECURSOS:

Ultrassom com parabólica, microfones de alta frequência, gravador de áudio e software preditivo para análise de espectros de ruídos mecânicos e elétricos.

Instrumentos para medição resistividade de solo, resistência de aterramento, continuidade de malhas de Aterramento e SPDA, devidamente calibrados segundo a RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Mala de calibração de relés de proteção para Subestações.

Medição de resistência de isolamento (Megger) para Transformadores e demais equipamentos de instalações elétricas de Baixa e média tensão.

Analizador de qualidade de energia elétrica trifásico e registro de harmônicos até a 50ª ordem.

GPS e software de tratamento de dados, com precisão exigida pelas distribuidoras de energia elétrica, complementado com binóculo para 1000m, utilizado nas inspeções de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Termógrafo para coleta de imagens térmicas, Analisador de Qualidade de Energia Elétrica com software específico.

Caminhão guindauto com capacidade de 16,5 toneladas, contendo cesto aéreo para duas pessoas, trado para abertura de cavas e pega pallets.

3. PRÉ-INSPEÇÃO:

Antes de iniciar as atividades de manutenção, é realizada inspeção visual e registrado algumas anomalias, conforme seguem:

O disjuntor geral estava sem as porcas de fixação do acrílico, bem como sem identificação na parte interna e externa. Foram instaladas porcas para ficar mais seguro para futuras manobras.



Figura 1-Quadro do disjuntor geral da unidade

O DPS do neutro está atuado, deixando a unidade sem proteção no neutro, precisando ser substituído.



Figura 2-DPS da direita atuado

O Quadro Geral de Baixa Tensão – QGBT estava com excesso de poeira, podendo gerar fugas de corrente, desarmes indevidos e curto-circuito com as carcaças. Alguns disjuntores de circuitos estavam sem terminais adequados.



Figura 3-QGBT da unidade



Figura 4-Disjuntores trifásicos sem terminais adequados nas conexões de saída

O disjuntor monofásico, no centro da imagem abaixo, estava com a conexão com o barramento do QGBT, completamente frouxa, com possíveis oscilações no referido circuito.



Figura 5-DJ monofásico com conexão frouxa

Os Barramentos de neutro e terra também estão com algumas conexões sem terminais adequados.



Figura 6-Barramento de neutro

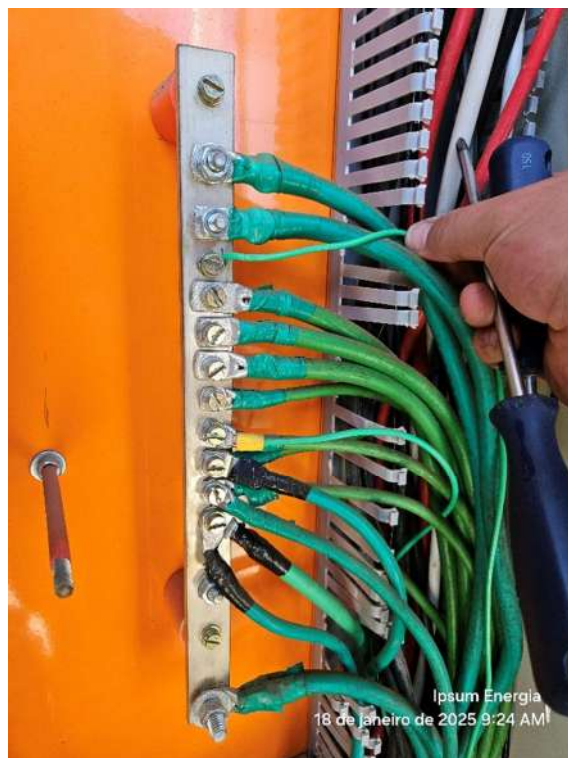


Figura 7-Barramento de terra

O QGBT e o quadro do disjuntor geral estão sem aterramento nas portas metálicas.



Figura 8-Porta do QGBT sem aterramento



Figura 9-Quadro do disjuntor geral sem aterramento

O Barramento de equipotencialização - BEP estava com algumas conexões frouxas, as quais foram reapertadas.



Figura 10-BEP da unidade

A iluminação de emergência não está funcionando, as duas tomadas do alto estão com fiação exposta, sem os espelhos e tomadas adequadas e as luminárias de parede estão sem as proteções.



Figura 11-Iluminação de emergência e tomadas

A sala do gerador tem muitos objetos que são combustíveis, como papelão, pneus, madeira e plásticos.



Figura 12-Objetos inadequados a instalação

Para iniciar as atividades na Subestação, foi realizado os procedimentos de segurança de abertura das cargas, disjuntor da subestação principal e na sequência a chave fusível.

Importante salientar que por recomendação da Celesc, o quadro da Medição e o quadro dos TC's não foram abertos, ou seja, os lacres foram mantidos.

Todas as conexões do transformador estavam firmes e sem oxidações.



Figura 13-Conexões do transformador

Um dos eletrodutos de saída do poste está sem o cabeçote.



Figura 14-Eletroduto saída poste sem cabeçote

O gerador estava e permaneceu em modo stand-by após a manutenção. As baterias estavam com a tensão em 13,75Vcc.



Figura 15-IHM do Gerador



Figura 16-Tensão das baterias do Gerador

4. ATERRAMENTO:

Durante a inspeção da Subestação, identificado que todos os conectores utilizados no aterramento estão oxidados e não são adequados, fora de padrão da Celesc.

As caixas de aterramento estavam com muitos detritos, uma delas com concreto na parte interna.

Identificado que todas as conexões do aterramento, por ser inadequado, estavam frouxas e um dos conectores está espanado, sem conseguir aperto adequado.



Figura 17-Caixa de inspeção do aterramento 01



Figura 18-Caixa de inspeção do aterramento 02



Figura 19-Caixa de inspeção do aterramento 03



Figura 20-Caixa de inspeção do aterramento 04



Figura 21-Caixa de inspeção do aterramento 05



Figura 22-Caixa de inspeção do aterramento 06



Figura 23-Caixa de inspeção do aterramento 07



Figura 24-Caixa de inspeção do aterramento 08



Figura 25-Caixa de inspeção do aterramento 09

Na sequência foi realizado a limpeza das caixas e as medições de resistência de aterramento.



Figura 26-Resistência de aterramento - 7,6 ohms



Figura 27-Resistência de aterramento - 0,87 ohms



Figura 28-Resistência de aterramento - 0,88 ohms



Figura 29-Resistência de aterramento - 0,014 ohms



Figura 30-Resistência de aterramento - 0,16 ohms

A quantidade de hastes instaladas, ajudou a manter a resistência de aterramento, resistência equivalente $9,52/5 = 1,90$ ohms, boa, embora poderá em breve isolar a instalação pela severa oxidação dos conectores inadequados, tipo PF e a falta de aperto adequado entre os cabos do aterramento e as hastes.

5. TERMOGRAFIA:

A termografia foi realizado com a unidade em operação, energizada, e as informações constam no relatório termográfico com as imagens termográficas.

Como é de conhecimento, a termografia é uma imagem do momento, não retratando 100% a condição da instalação elétrica, devido as condições operativas, mais ou menos carga influenciam no resultado final.

Nesta oportunidade, os equipamentos apresentavam boas condições operativas do ponto de vista de temperatura.

6. ANALISE DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - AQEE:

A análise de qualidade de energia elétrica foi realizada a partir do momento que o Analisador de Qualidade de Energia Elétrica foi preparado, coletando as informações de energização da Subestação e os pontos mais relevantes da análise serão mostrados abaixo:

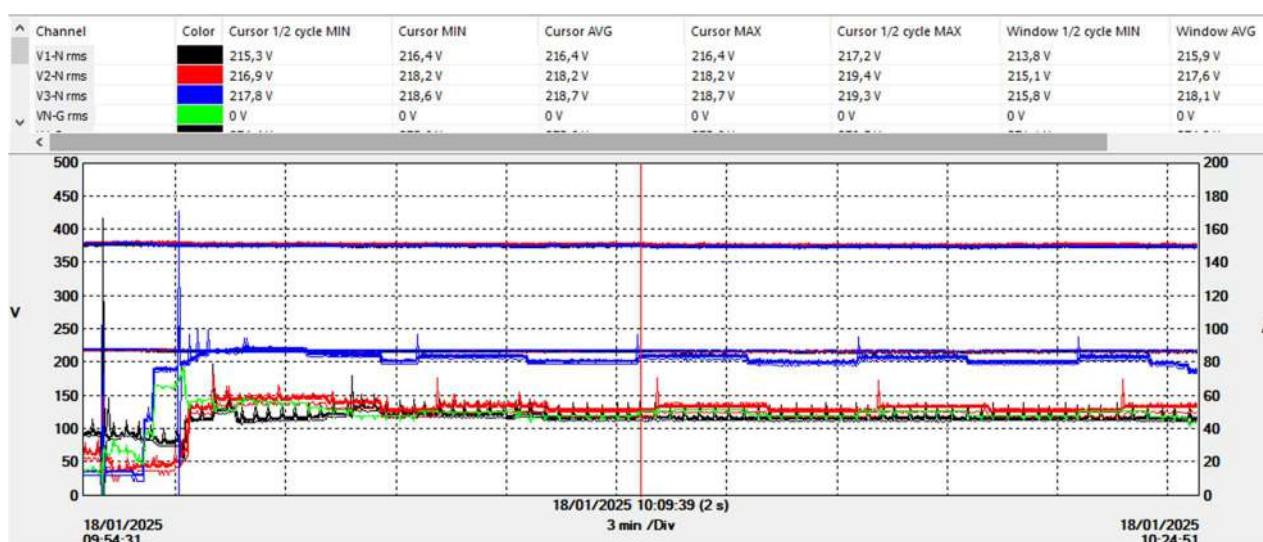


Figura 31-Visão geral da AQEE

Potência:

Durante o tempo que foi realizado a avaliação com o AQEE, as discrepâncias encontradas foram no desequilíbrio entre as fases da unidade, reflexo da carga monofásica mau equilibrada.

No gráfico abaixo é evidenciado que a fase T (azul) é a mais carregada, com desequilíbrio de carga acentuado.

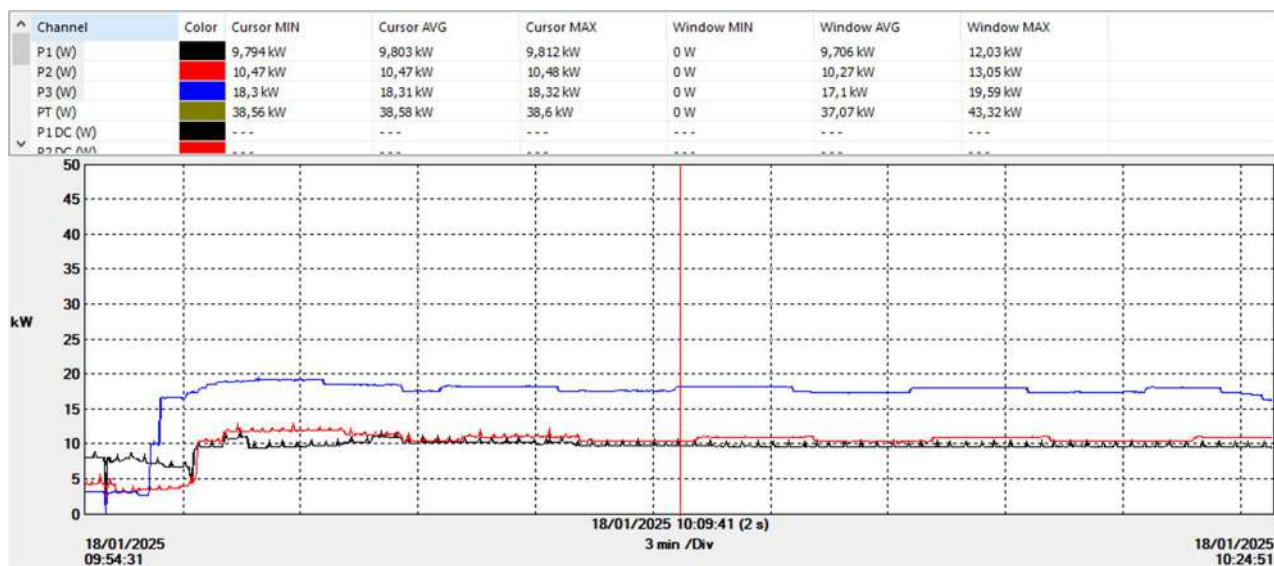


Figura 32-Dados de Potência

Harmônicos:

O AQEE tem capacidade de registro até a 50ª ordem, e neste caso, não foi identificado nenhuma anormalidade nas frequências da unidade.

Esse tipo de evento é mais observado em unidades industriais com muitos acionamentos por inversores de frequência, softstarters e conversores, os quais geram distorções harmônicas na frequência fundamental e em seus múltiplos.

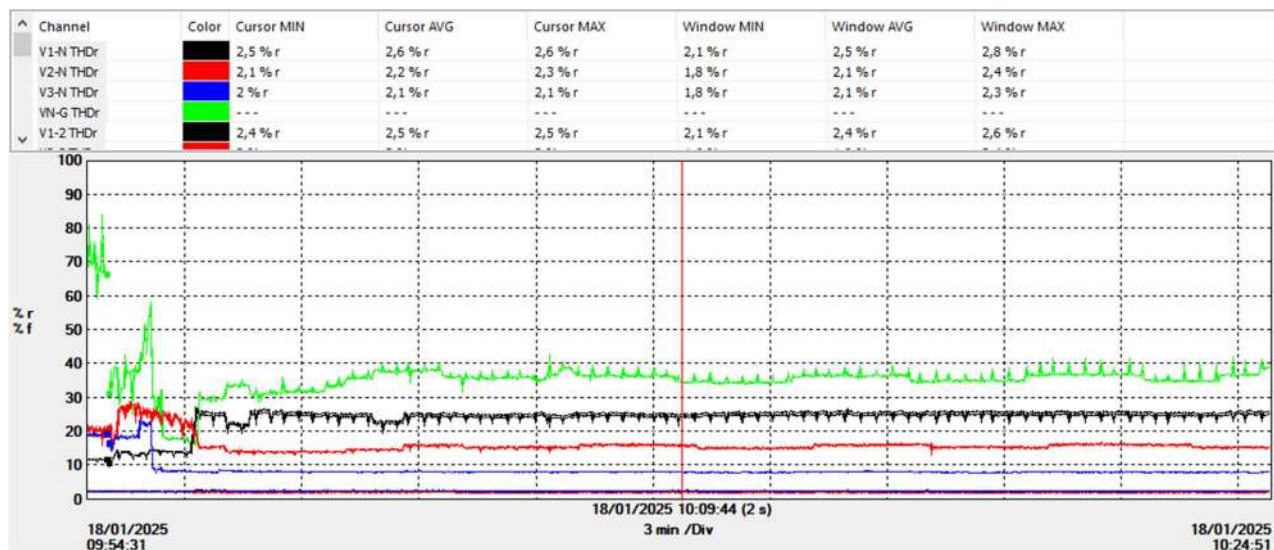


Figura 33-Avaliação dos harmônicos

No exemplo abaixo a 3ª, 9ª e 11ª ordens harmônicas, umas das mais prejudiciais as instalações elétricas, com níveis de distorção harmônica dentro da normalidade, tanto na primeira, como na segunda análise.

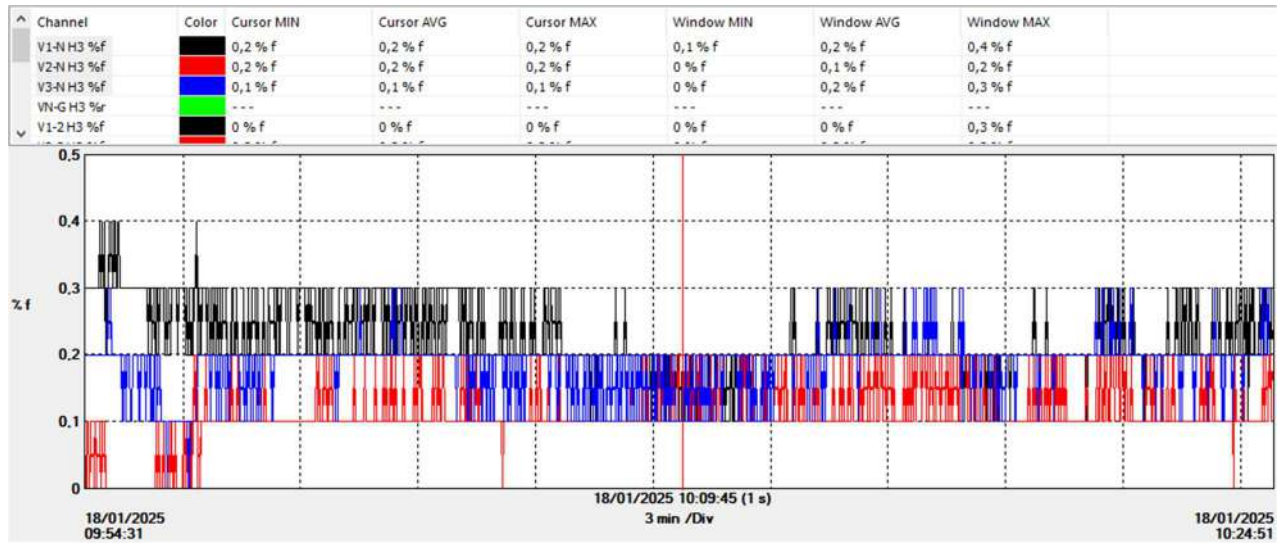


Figura 34-3ª ordem harmônica

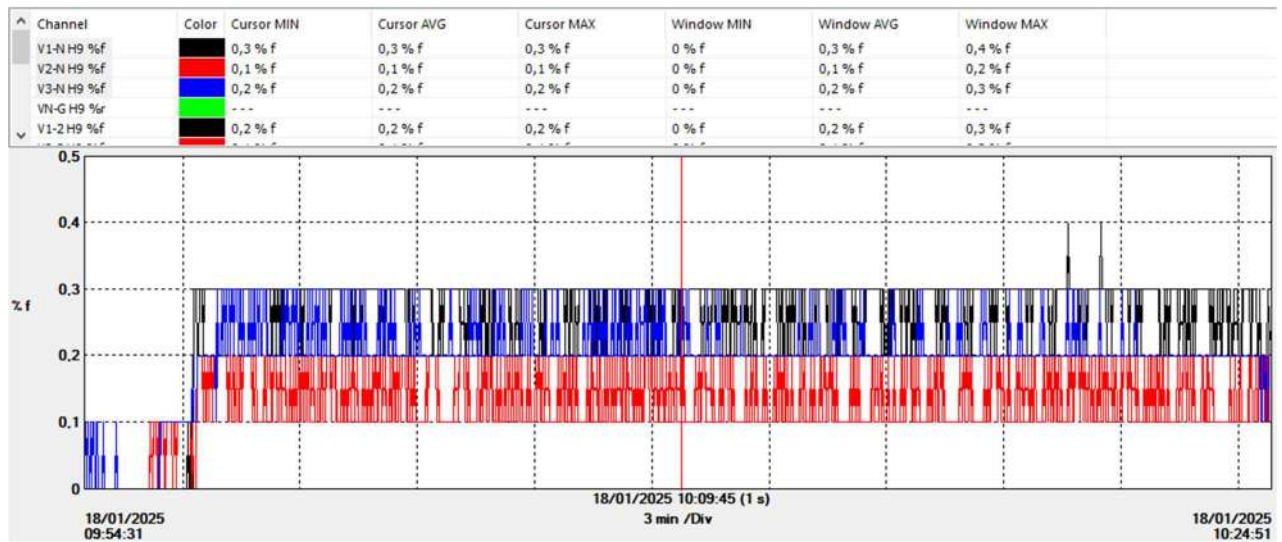


Figura 35-9ª ordem harmônica

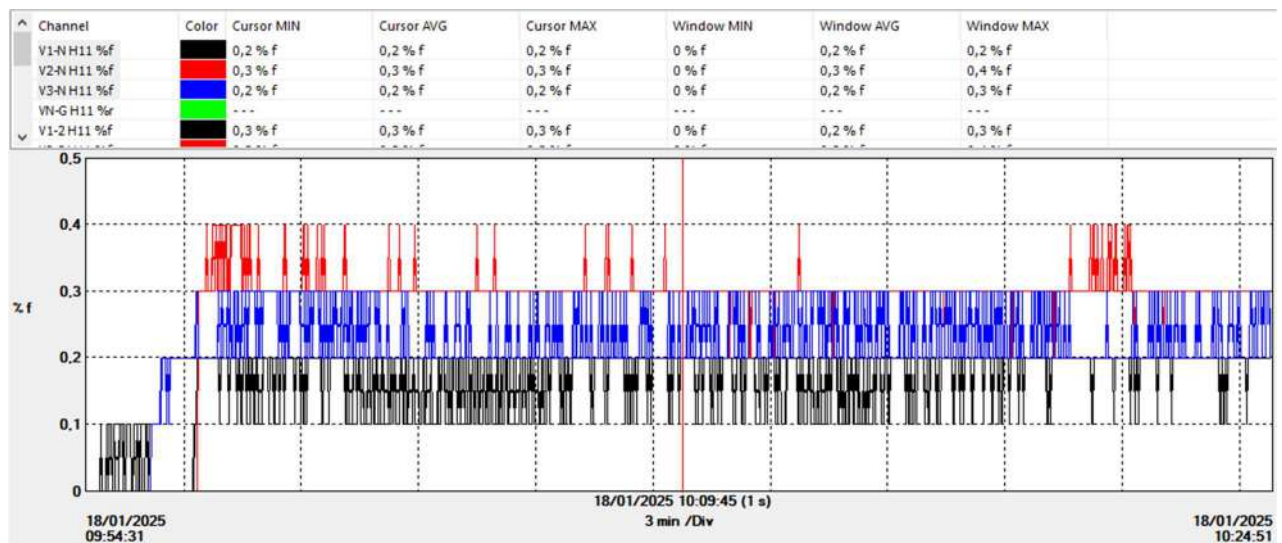


Figura 36-11ª ordem harmônica

Tensão de Neutro:

Observado através da tensão de neutro que os desequilíbrios de carga ainda não estão refletindo no neutro, mas não perdem a importância, visto a alta corrente no neutro. A tensão zero no neutro também indica que o mesmo está bem aterrado.

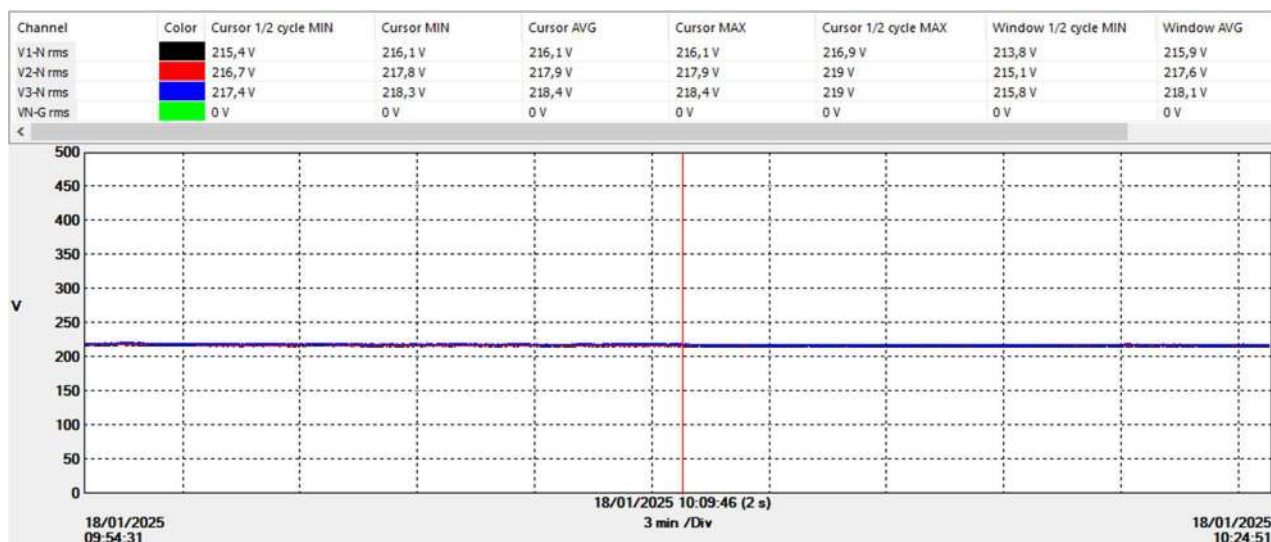


Figura 37-Tensão no neutro

Corrente:

A AQEE evidenciou o forte desequilíbrio entre as fases, variável e acentuado, registrando 84A na fase T (azul) e nas outras por volta de 50^a e linear / equilibradas.

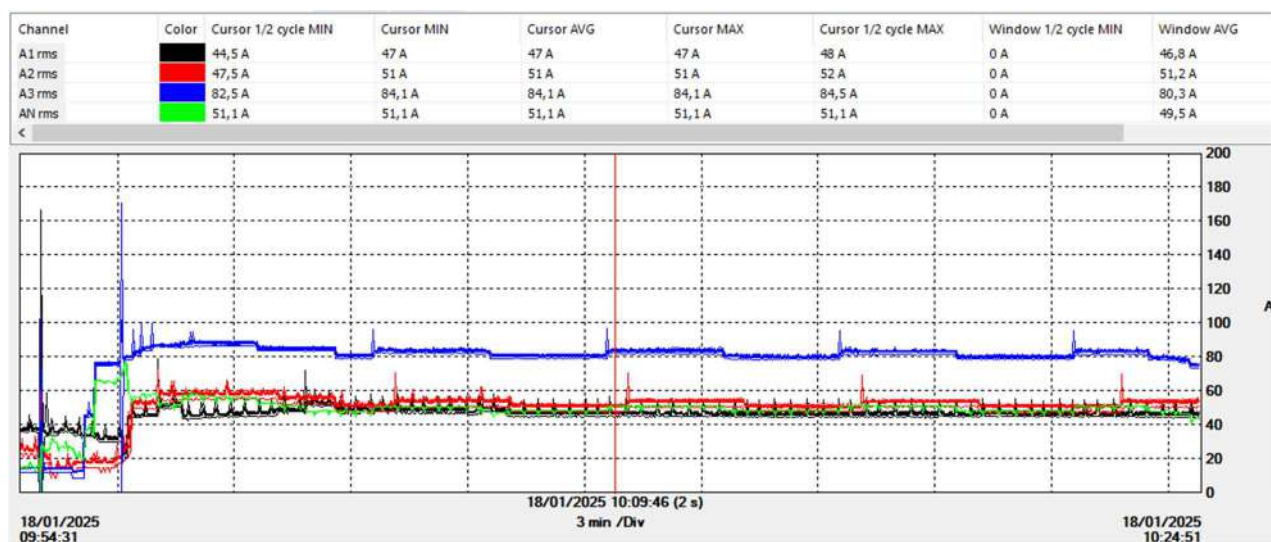


Figura 38-Correntes observadas na AQEE

Corrente de Neutro:

Importante salientar que a corrente no neutro, apresenta valor alto de corrente, superior a 51A, corroborando com a existência de desequilíbrio de carga entre as fases.

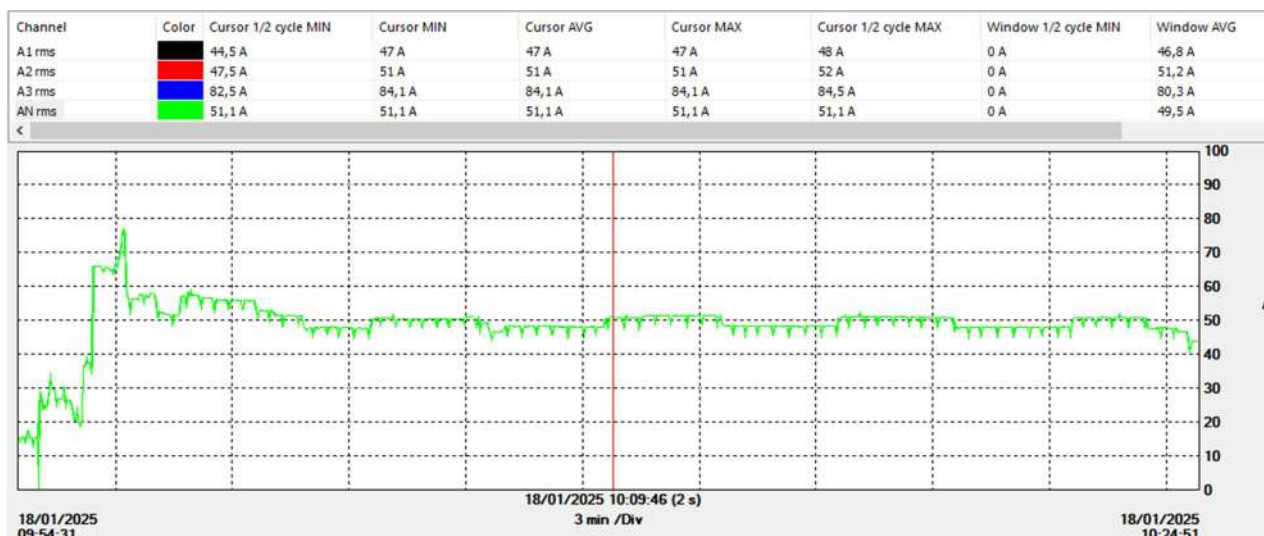


Figura 39-Corrente de Neutro - Primeira análise

7. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO:

Os resultados das medições de resistência de isolamento do Transformador foram avaliados pelos métodos de índice de absorção e índice de polarização, conforme ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imerso em líquidos isolantes e IEEE43.

Índice de absorção	Índice de polarização	Avaliação do isolamento
----	1 ou menor	Ruim
Abaixo de 1,1	<1,5	Perigoso
1,1 a 1,25	1,5 a 2,0	Regular
1,25 a 1,4	2,0 a 3,0	Bom
1,4 a 1,6	3,0 a 4,0	Muito bom
Acima de 1,6 (1)	>4,0	Ótimo

Figura 40-Critérios de avaliação para medição de resistência de isolamento (IEEE43)

Os resultados coletados na oportunidade dos ensaios foram os seguintes:

Resistência Entre	Line	Guard	Earth	Tempo			Índice				Trafo	Tensão
				30s	1min	10min	Absorção		Polarização		KVA	KV
AT - BT	AT	Carcaça	BT	61	131	520	2,15	Ótimo	3,97	Muito bom	225	23,1
AT - Carcaça	AT	BT	Carcaça	74	144	772	1,95	Ótimo	5,36	Ótimo		
BT - Carcaça	BT	AT	Carcaça	79	128	693	1,62	Ótimo	5,41	Ótimo		
				Gôhms								

Figura 41-Medições de Resistência de isolamento – Trafo 225KVA

No geral, este transformador está Ótimo.

8. PÓS-INSPEÇÃO:

Todas as conexões da transformação, da proteção, do BEP e dos QGBT foram reapertadas. Também foram inspecionados e realizado limpeza geral.



Figura 42-Transformador da unidade - 225KVA



Figura 43-Limpeza da SE com soprador

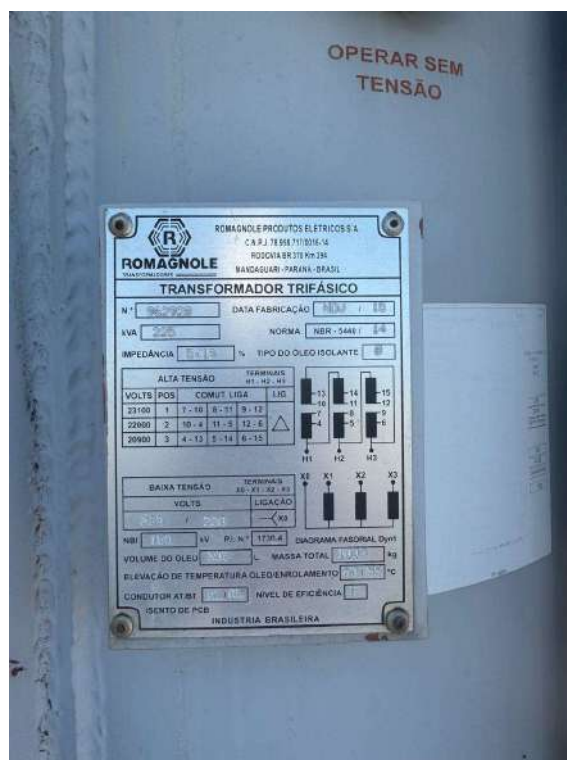


Figura 44-Placa de dados do transformador da unidade

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

É fundamental a realização dos ajustes técnicos encontrados nas Subestações de Proteção e Medição, bem como na Subestação de Transformação da unidade Industrial de São Cristóvão do Sul/SC, como:

-  Substituir o DPS atuado no quadro do disjuntor geral;
-  Instalar identificação no quadro do disjuntor geral;
-  Instalar aterramento nas portas do QGBT e no quadro do disjuntor geral da unidade;
-  Instalar terminais adequados nas conexões dos disjuntores trifásicos do QGBT, barras de neutro e terra;
-  Realizar a substituição da luminária de emergência da sala do Gerador;
-  Substituir a luminária de emergência;
-  Substituir as luminárias de parede que estão sem proteção;
-  Instalar espelhos, condutores, eletrodutos, tomadas adequadas e espelhos para acondicionar a fiação das tomadas que estão com fiação expostas;
-  Substituir todos os conectores oxidados e inadequados das caixas de inspeção do aterramento, totalizando 9 unidades;
-  Realizar estudo de equilíbrio de cargas na unidade para remanejar cargas para circuitos menos carregados;

Também recomendamos que seja feito o estudo de equilíbrio de cargas dos quadros de distribuição de luz da unidade e a realização do equilíbrio. Acreditamos que com os quadros que existem na unidade, os mesmos apresentam alta densidade de fios e disjuntores/circuitos, sem capacidade de remanejamento de cargas/circuitos.

A **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** acredita na manutenção preditiva e preventiva e da mesma forma que foi apresentado inicialmente, demonstra aqui o quão barato é tal manutenção, frente ao resultado obtido com as análises técnicas.

Colocamo-nos a disposição para futuros projetos, serviços e fornecimentos, neste ou em outras unidades da **SECRETARIA DE ESTADO DE JUSTIÇA E REINTEGRAÇÃO SOCIAL, ÓRGÃO SOLICITANTE - Fundo Rotativo Regional Serrano FR-05 e da unidade de Segurança Máxima de São Cristóvão do Sul/SC.**

10. GARANTIA DOS SERVIÇOS:

A garantia das inspeções e serviços realizados é verídica, e a **IPSUM ENERGIA E ENGENHARIA LTDA** dá fé, dos serviços realizados, salvo algum componente que seja substituído ou devidamente sofra manutenção corretiva e não seja relatado a equipe de planejamento da manutenção, após a inspeção. Para tanto, foram registrados neste, conforme descrição das anomalias.

A disposição para dirimir eventuais dúvidas!

Dionei Ramos do Amaral e Deivid Ramos do Amaral

Sócios Administradores

(42) 9 9986-6158 e (49) 9 9991-2322 

dionei@ipsumenergia.com.br