



46 anos de história



A Miriri Alimentos e Bioenergia S/A é uma das principais referências no segmento sucroenergético do Nordeste. Atuamos na produção e processamento de cana-de-açúcar, produzindo etanol, açúcar e destilados em escala industrial. Processos bem estruturados, gestão baseada em valores humanos e compromisso com a sustentabilidade são os pilares da Miriri.

Fundação - Abril – 1976

DR. JOSÉ IVANILDO CAVALCANTI DE MORAES

DIR. PRESIDENTE – DR. GILVAN CELSO CAVALCANTI DE MORAES SOBRINHO –

DESDE 05/1997



MISSÃO



“Transformamos biomassa renovável em desenvolvimento.”



PRODUTOS



PRODUTOS : AÇÚCAR, ETANOL, DESTILADOS, ENERGIA E OUTROS





QUEM SOMOS?

A CMS é uma empresa de engenharia que fornece soluções eficientes em sistemas de Energia Elétrica. A empresa está no mercado desde 2009, atendendo clientes em todo território nacional e internacional.

MISSÃO: Oferecer a melhor solução de Engenharia Elétrica aplicada a sistemas de potência, buscando a excelência em qualidade, inovações, confiabilidade e segurança, para a obtenção da satisfação de nossos clientes.

VISÃO(2023): Ser referência de soluções e eficiência em energia nos estados de ALAGOAS, PERNAMBUCO e SERGIPE.

VALORES: Respeito em todos os níveis; Eficiência e Eficácia; Flexibilidade; Trabalho em Equipe, Liderança e Ética.



**QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA DA
CONCESSIONÁRIA X OPERAÇÃO ESTÁVEL DO
SISTEMA DE COOGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**ESTUDO DE CASO DA UTE USINA MIRIRI
ALIMENTOS E BIOENERGIA**

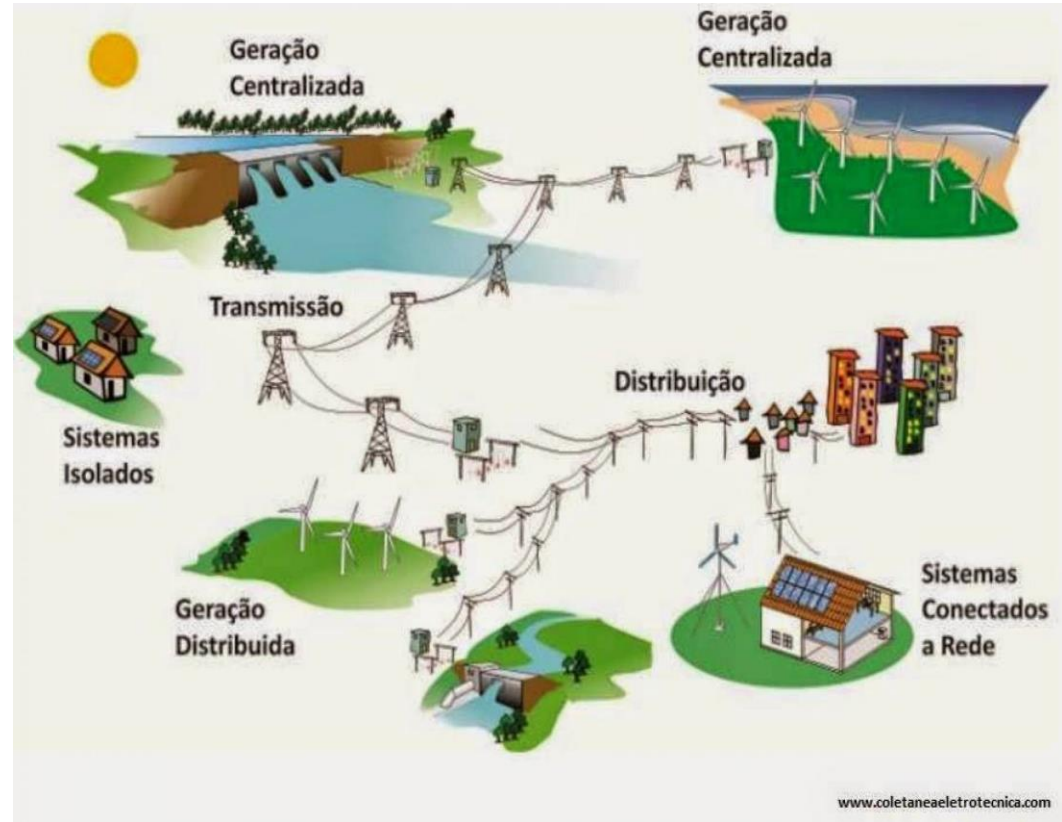


CONCEITOS DE BASE

1 - SISTEMA ELÉTRICO INTERLIGADO

Rede Básica:

- Balanceado;
- Simétrico;
- Equilibrado.
- Equilíbrio entre geração e carga, tensões e correntes elétricas nas fases são balanceadas.

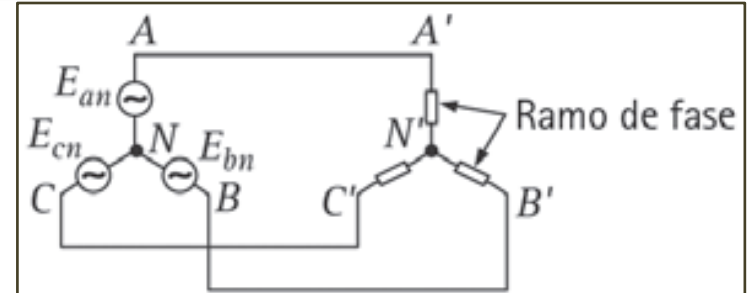


CONCEITOS DE BASE

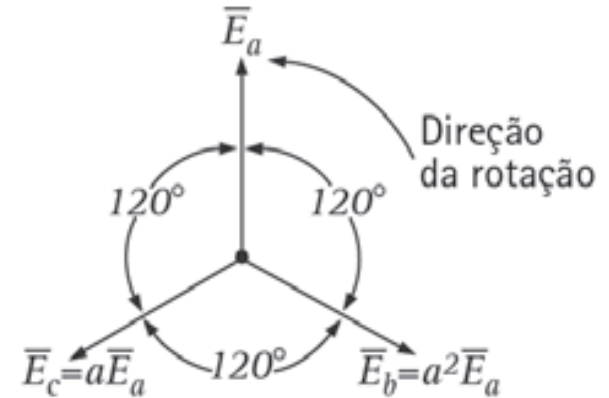
1 - Sistema Elétrico de Potência (SEP) / Sistema Interligado Nacional (SIN)

- Opera como um sistema trifásico balanceado;
- Carga x geração equilibrados;
- Sistemas de fasores de mesmo módulo e defasados em 120° ;

Condições de regime permanente senoidal (RPS)!



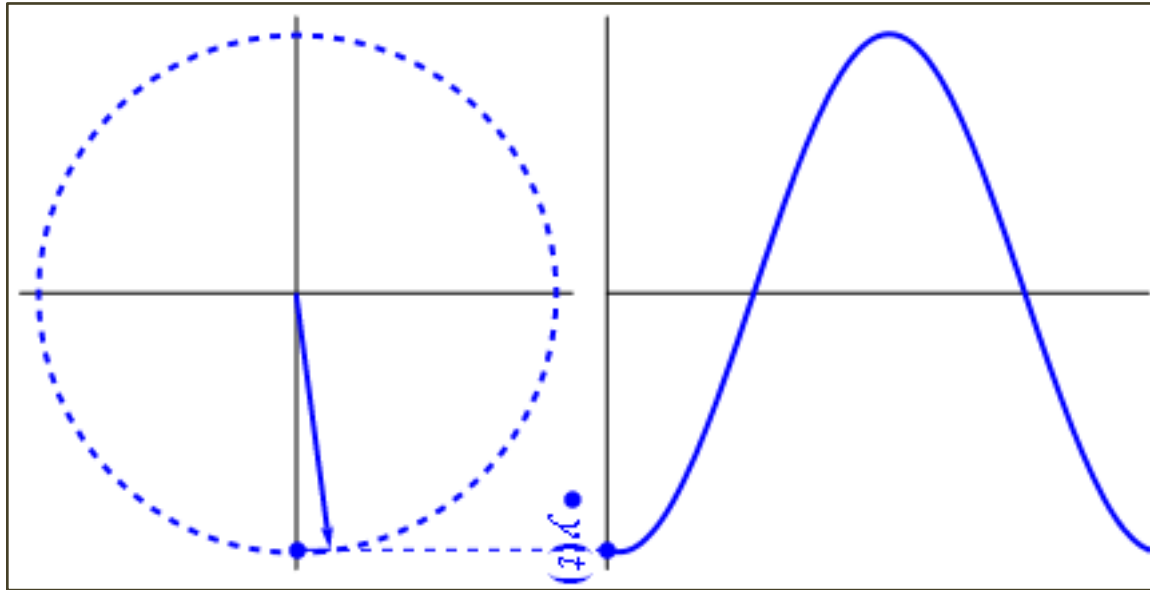
(a) Sistema trifásico



(b) Sistema de vetores balanceados

1 – CONCEITOS DE BASE

1 - Sistema fasorial e senoidal:



As senoides e fasores elétricos estão disponíveis nos equipamentos com tecnologia digital – relés de proteção, reguladores de tensão, analisadores de qualidade de energias, RDP,...

1 – CONCEITOS DE BASE



1 - Sistema elétrico Brasileiro é aproximadamente equilibrado:

Linhas aproximadamente equilibradas

+

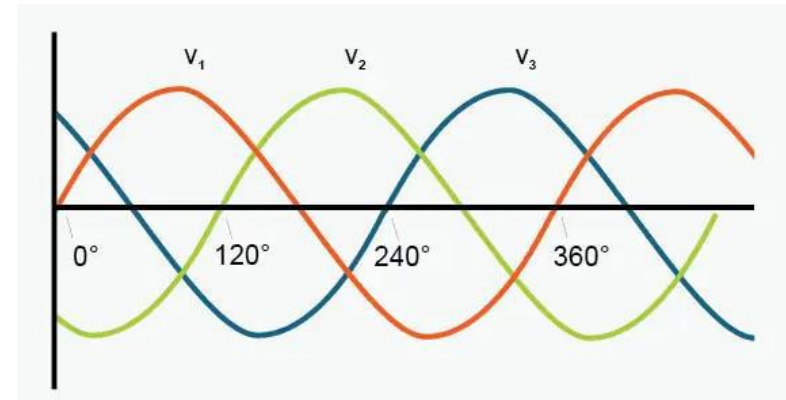
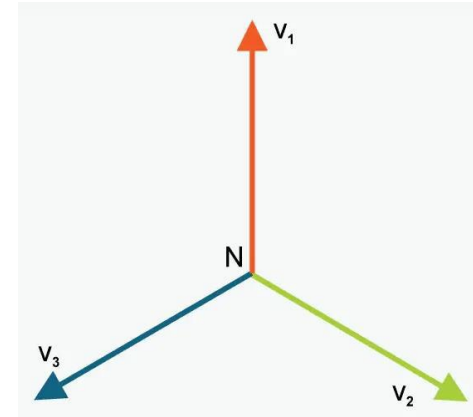
Geração aproximadamente equilibrada

+

Carga aproximadamente equilibrada

=

Sistema aproximadamente equilibrado



2 – Gerador Síncrono trifásico:

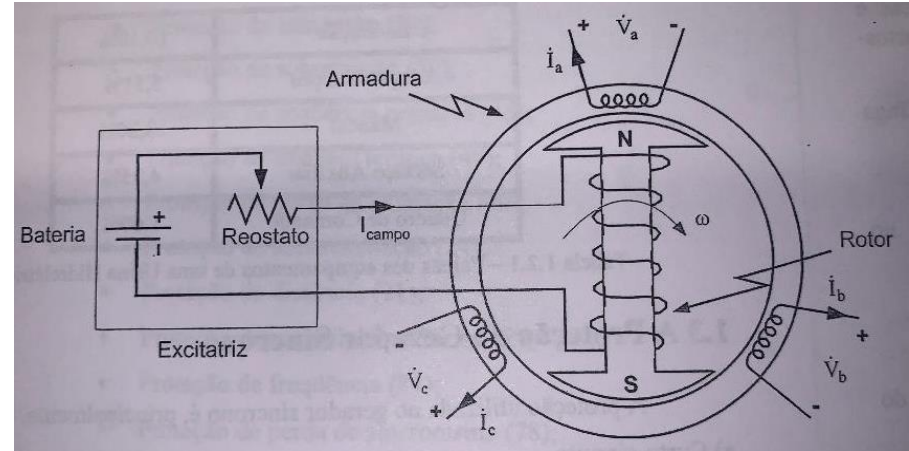
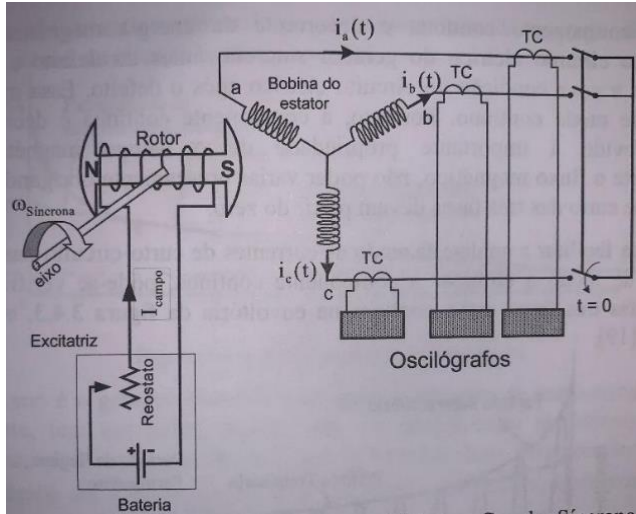
2.1 - Armadura: também conhecido como estator. Na armadura estão alojadas as bobinas das fases. As bobinas estão fisicamente defasadas de 120° entre si;

2.2 - Rotor: núcleo magnético envolvido por uma bobina. A bobina é alimentada em corrente contínua para criar o campo magnético de excitação;

2.3 - Excitação: fonte de tensão contínua para gerar a corrente de campo de excitação da bobina do rotor;

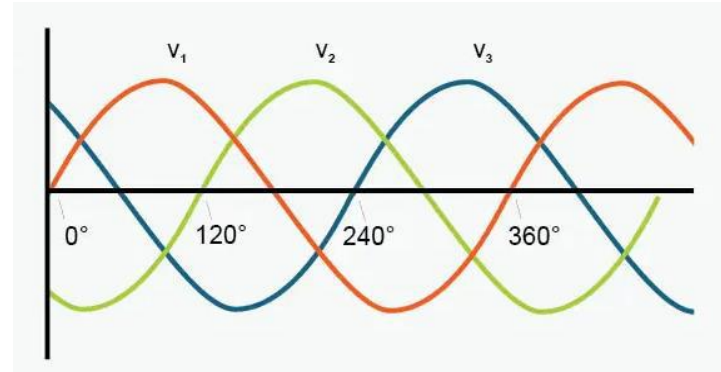
2.4 - Máquina primária: fonte geradora de potência motriz necessária para efetuar o giro do rotor da máquina

2 – Gerador Síncrono trifásico:



Geraldo Kindermann – Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, Volume 3

GERADOR SÍNCRONO – Máquina equilibrada gerando 3 fasores / senoides equilibradas e defasadas de 120° .



3 – ESTABILIDADE:

Propriedade que o sistema tem de permanecer em um estado de equilíbrio em regime permanente ao atingir um estado de equilíbrio após ser submetido a uma perturbação;

Tipos de Instabilidade:

- De tensão – quando se atinge valores não toleráveis;
- Angular: Relacionada a estabilidade angular do rotor da máquina síncrona, Perda de Sincronismo com o sistema.
- Estabilidade Transitória - Os fenômenos que se seguem à ocorrência de uma grande e súbita perturbação em um sistema de potência.
- Estabilidade Dinâmica - É empregado para descrever a resposta de um sistema a pequenas perturbações ou a controles automáticos mal ajustados.
- Em alguns casos, a rapidez de resposta exigida em problemas de estabilidade transitória pode ser conflitante com a manutenção da estabilidade dinâmica.

PROJETO UTE USINA MIRIRI:



3 – PREMISAS INICIAIS:

3.1 – Através de consulta a concessionária, o sistema elétrico da concessionária possuía capacidade de permitir fluir até 2.500 kW pelo alimentador de conexão na tensão de 13,8 kV;

3.2 – A Usina Miriri possui dois geradores síncronos que operavam em paralelo entre si alimentando a irrigação. A divisão de carga era realizada manualmente.

Gerador 3 Westhinghouse 1.750 kVA – 380 V – Turbina de condensação;

Gerador 4 Elliot 3.125 kVA – 2.400 V – Turbina de Contrapressão.

3.3 – A Usina Miriri possui instalado outros dois geradores síncronos Somente para alimentar a indústria:

Gerador 1 Mause 1.500 kVA – 380 V – Turbina de contrapressão – reserva;

Gerador 2 WEG 7.500 kVA – 13.800 V – Turbina de Contrapressão – Indústria.

3.4 – Criação de receita com exportação de energia fortaleceu a possibilidade de comercializar o excedente de energia gerada.

4 – AÇÕES INICIAIS REALIZADAS:

- 4.1 – Estudo técnico e financeiro para o investimento – Aprovado pela Diretoria;
- 4.2 – Cumpridas todas as etapas de acesso de Centrais Geradoras ao Sistema de Distribuição;
 - ✓ Estudo de fluxo de potência – Comportamento da tensão em carga (leve, média e pesada);
 - ✓ Estudo de Curto-circuito – Verificar os níveis de curto-circuito no sistema nos diversos cenários;
 - ✓ Estudados os impactos na rede de distribuição – Aprovado;
 - ✓ Estudo de coordenação da proteção – Aprovado.

4.3 – Na ocasião da solicitação de acesso, o Acessante deverá apresentar estudos dinâmicos do comportamento das máquinas, quando a potência nominal da central geradora for igual ou superior a 5 MW. Em função das características específicas das máquinas e da rede conectada, esses estudos poderão ser solicitados também para potências menores – NDU 015;

4.3 – ESTUDOS DINÂMICOS:

4.3.1 – Deverão avaliar os impactos sobre o perfil de tensão e os fluxos de potência ativa e reativa da rede de média tensão da acessada, considerando-se a ocorrência de faltas monofásicas nas linhas de alta tensão ou nos alimentadores de média tensão, que não requeiram o desligamento dos geradores do Acessante;

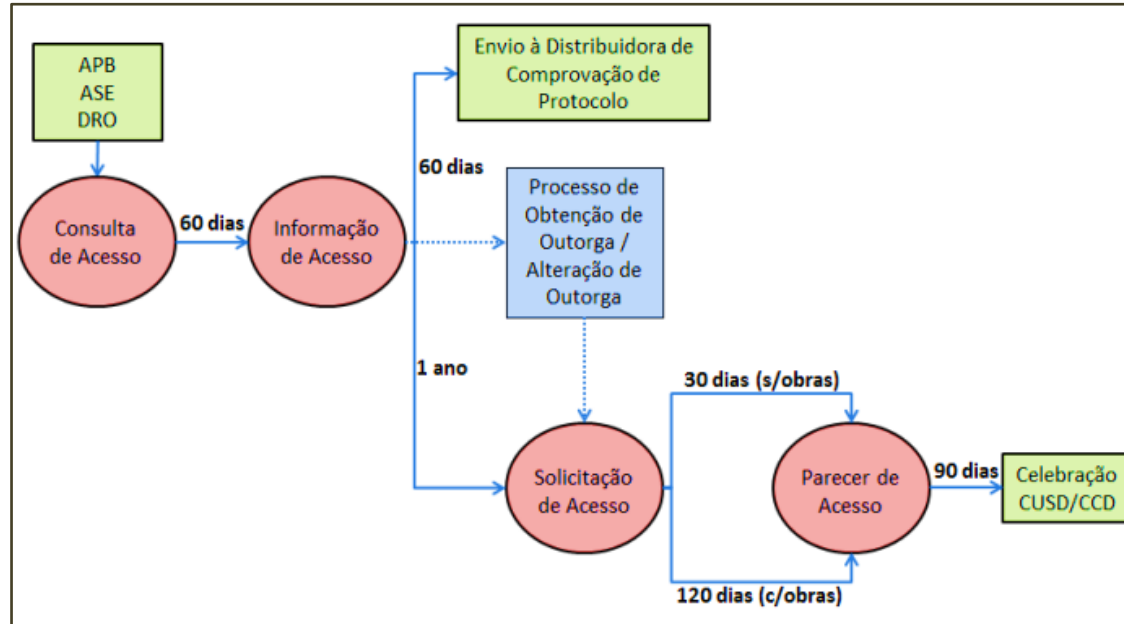
4.3.2 – Deverá ser analisada a perda da maior máquina da central geradora, ou a perda súbita de 50% da potência nominal da central geradora;

NDU 015 - Esta Norma Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a conexão de geradores à rede de distribuição de Média Tensão!

PROJETO UTE USINA MIRIRI:



4.4 – Etapas de acesso de Centrais Geradoras ao Sistema de Distribuição:



4.5 – Acordo operativo:

7. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

7.1 Operação em regime normal e em contingência

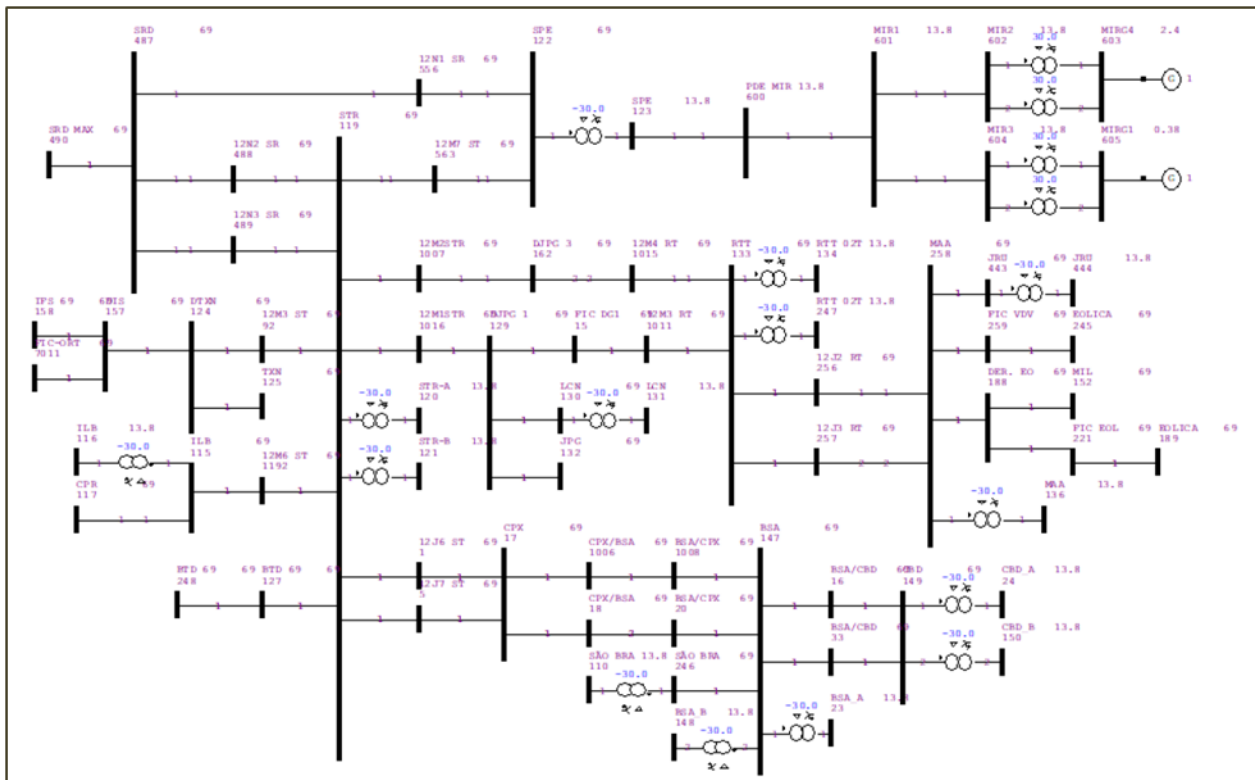
7.1.1 Regime normal

- a) As instalações de conexão da **ACESSANTE** são atendidas em configuração normal de operação pelo alimentador de distribuição [REDACTED] da SED [REDACTED], conforme diagrama unifilar contido no **Anexo C**;
- b) O religador que protege a rede/linha de distribuição é o [REDACTED], estando com o religamento automático ativado;
- c) A Tensão de Operação a ser fornecida pela **DISTRIBUIDORA** estará entre a faixa de 95% a 105% do valor de tensão de referência presente no Anexo I do CCD;
- d) O fator de potência, em regime permanente, no ponto de conexão da **ACESSANTE** às instalações da **DISTRIBUIDORA** deve estar compreendido na faixa de 0,95 a 1.0, sempre indutivo e deve ser garantido para a faixa operativa de tensões definida na alínea “c” do item 8.1.1 deste **ACORDO OPERATIVO**, sendo de responsabilidade da **ACESSANTE** controlar o fator de potência de forma a cumprir este item.

PROJETO UTE USINA MIRIRI:



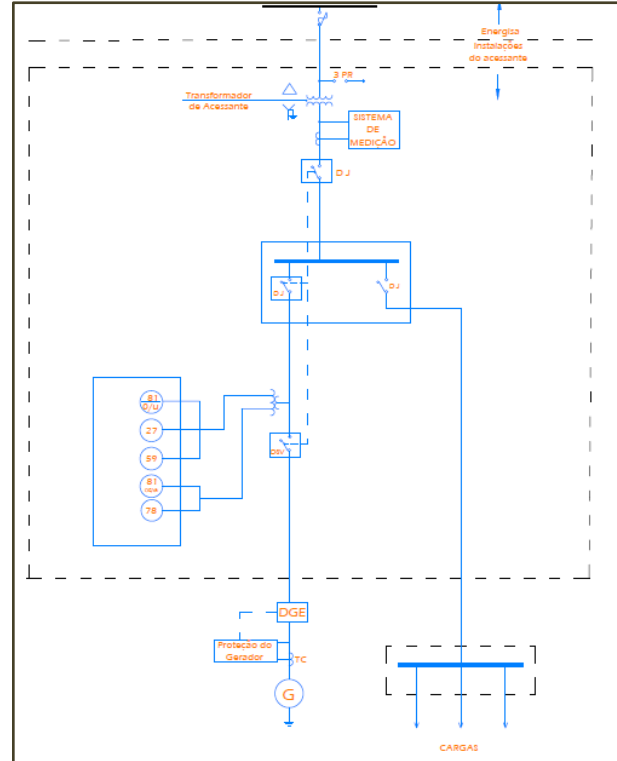
4.6 – DIAGRAMA UNIFILAR DA REGIONAL:



PROJETO UTE USINA MIRIRI:



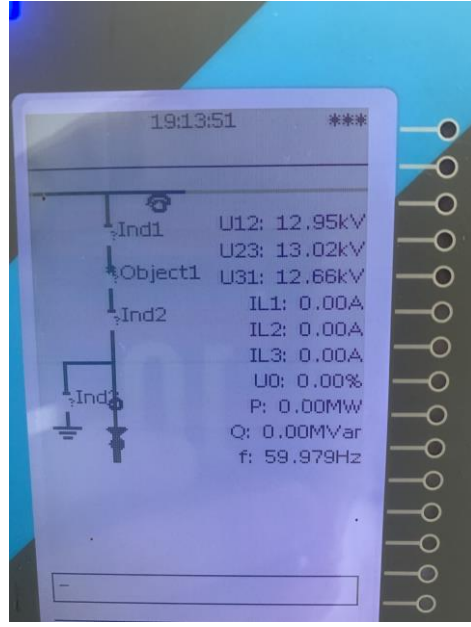
4.7 – DIAGRAMA UNIFILAR PARA SISTEMAS TÉRMICOS E HIDRÁULICOS NDU 015:



PROJETO UTE USINA MIRIRI:



5 – ADEQUAÇÕES NA PLANTA PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COMERCIALIZIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CABINE PRIMÁRIA:



PROJETO UTE USINA MIRIRI:



5 – CASA DE FORÇA – TURBO GERADOR G3 E PAINÉIS



PROJETO UTE USINA MIRIRI:



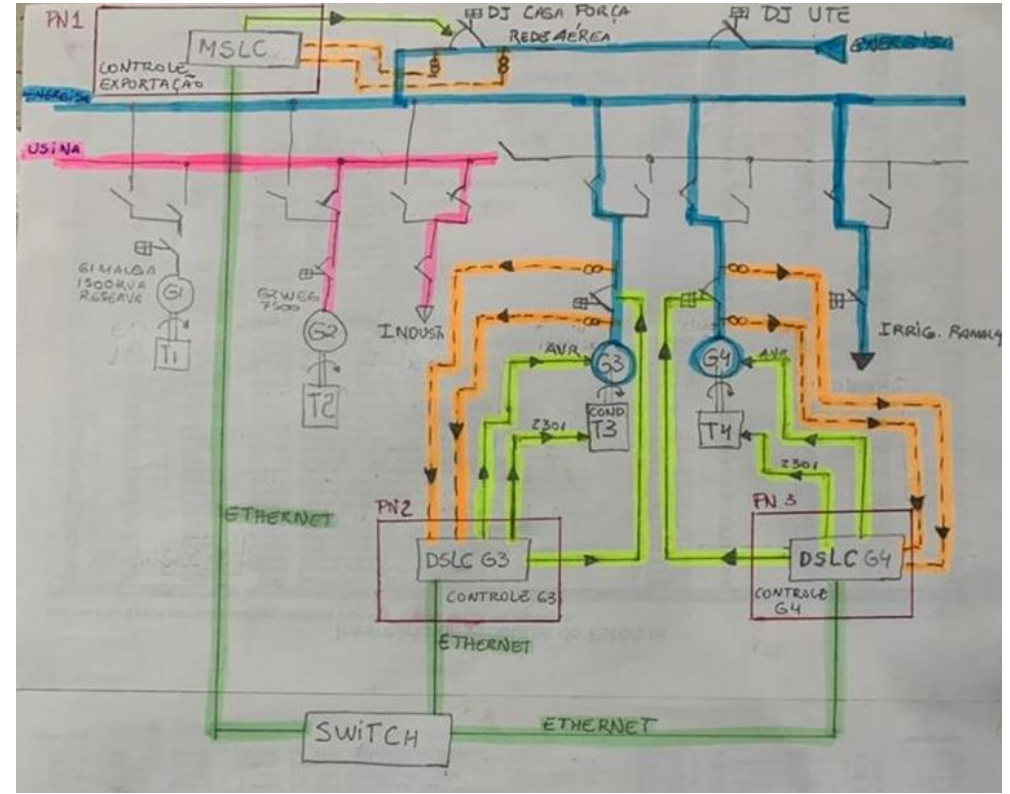
5 – CASA DE FORÇA – TURBO GERADOR G4 E PAINÉIS



PROJETO UTE USINA MIRIRI:



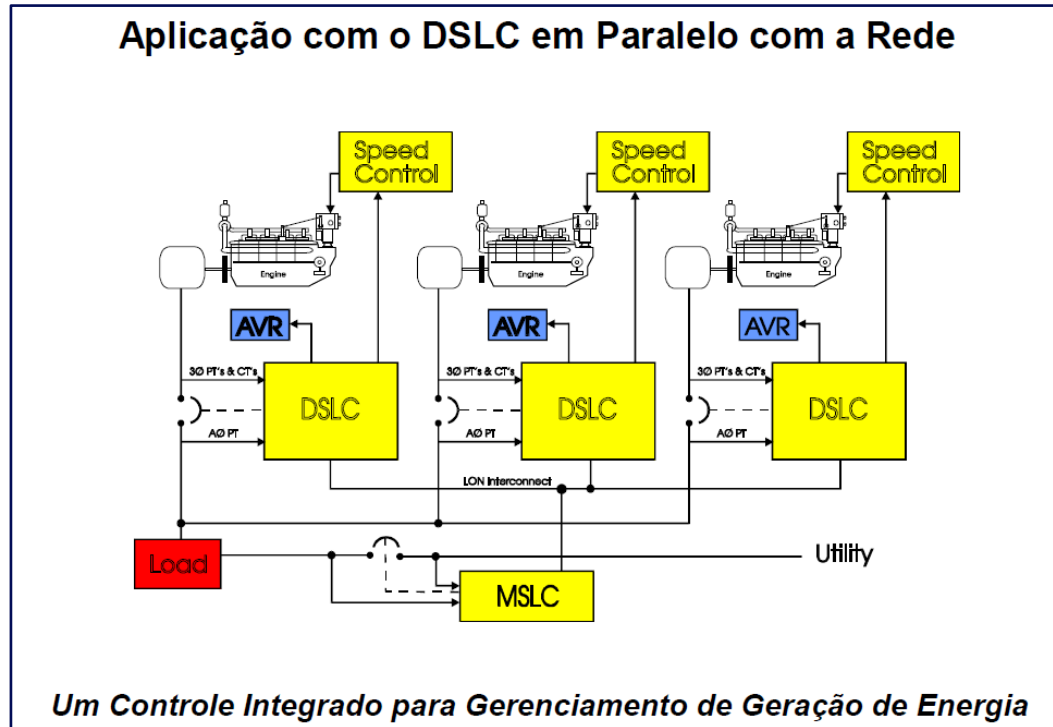
5 – CASA DE FORÇA – PAINÉIS DE CONTROLE GERADORES E EXPORTAÇÃO



PROJETO UTE USINA MIRIRI:



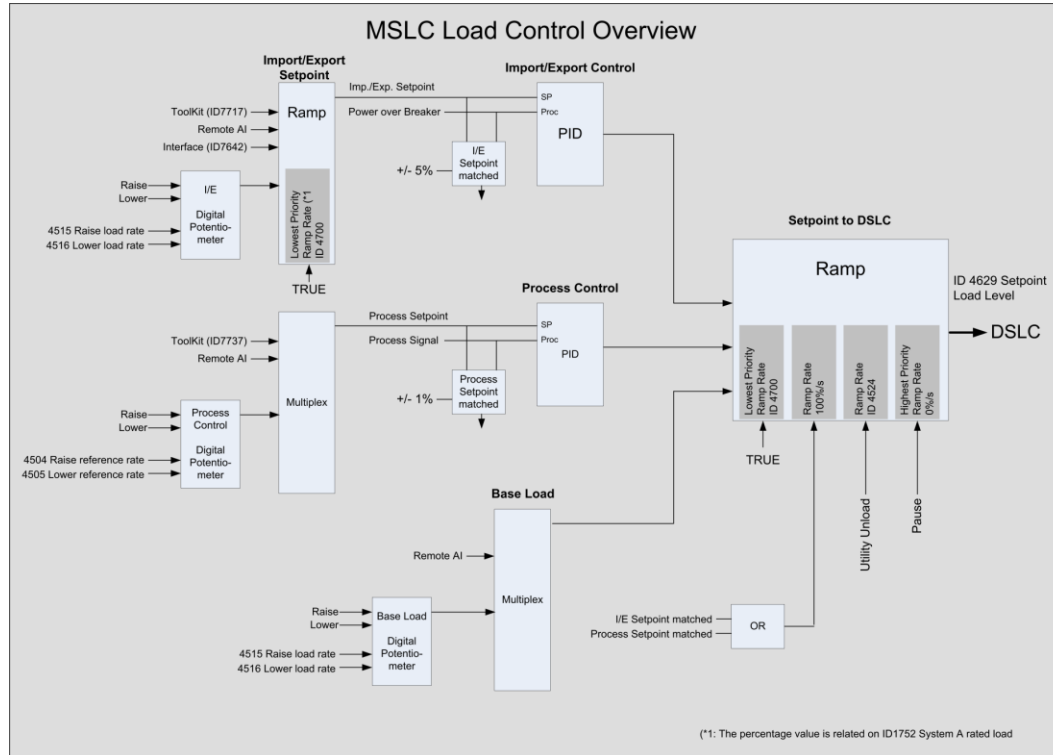
5 – SISTEMA DE CONTROLE PROPOSTO (FILOSOFIA IMPLANTADA)



PROJETO UTE USINA MIRIRI:

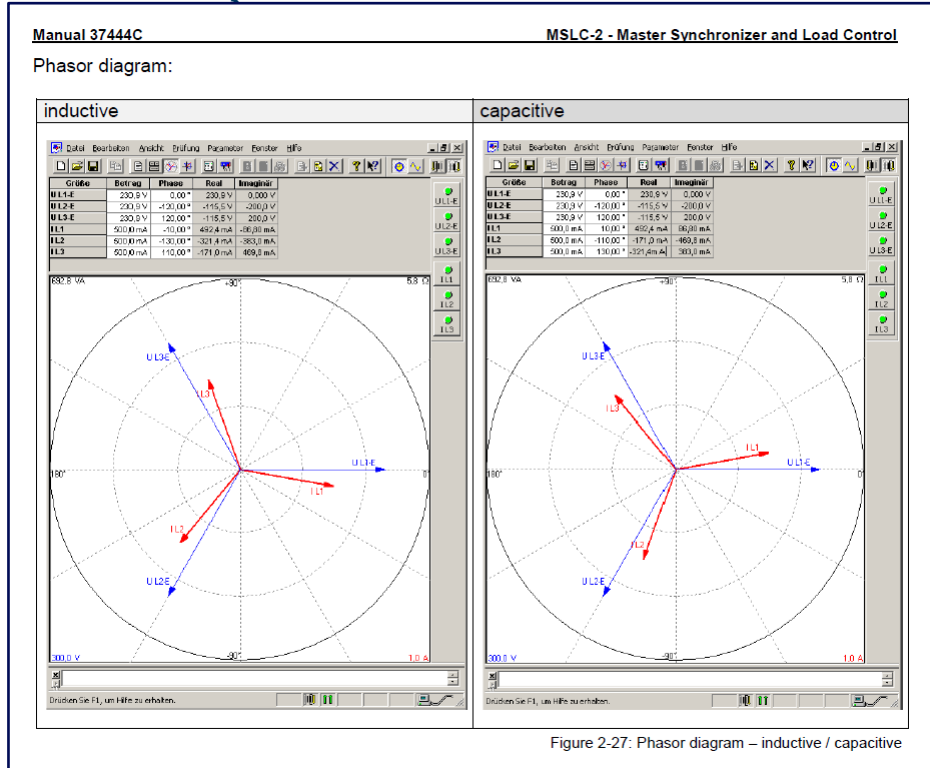


5 – SISTEMA DE CONTROLE DE EXPORTAÇÃO PROPOSTO (FILOSOFIA IMPLANTADA)



PROJETO UTE USINA MIRIRI:

6 – OPERAÇÃO DESEJADA:



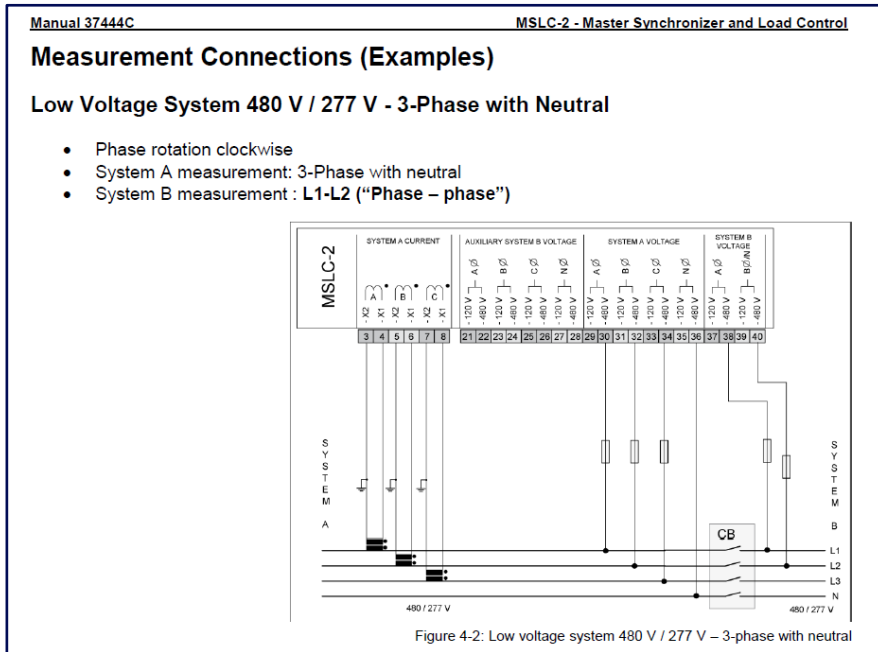
Compromisso distribuidora – 95 % a 105% da tensão contratada.

13,8 kV varia na faixa de 13,11 kV à 14,49 kV;

Compromisso Geradora – 0,95 à 1,0 Indutivo.

0° a 18,19° entre os vetores de tensão e corrente elétrica;

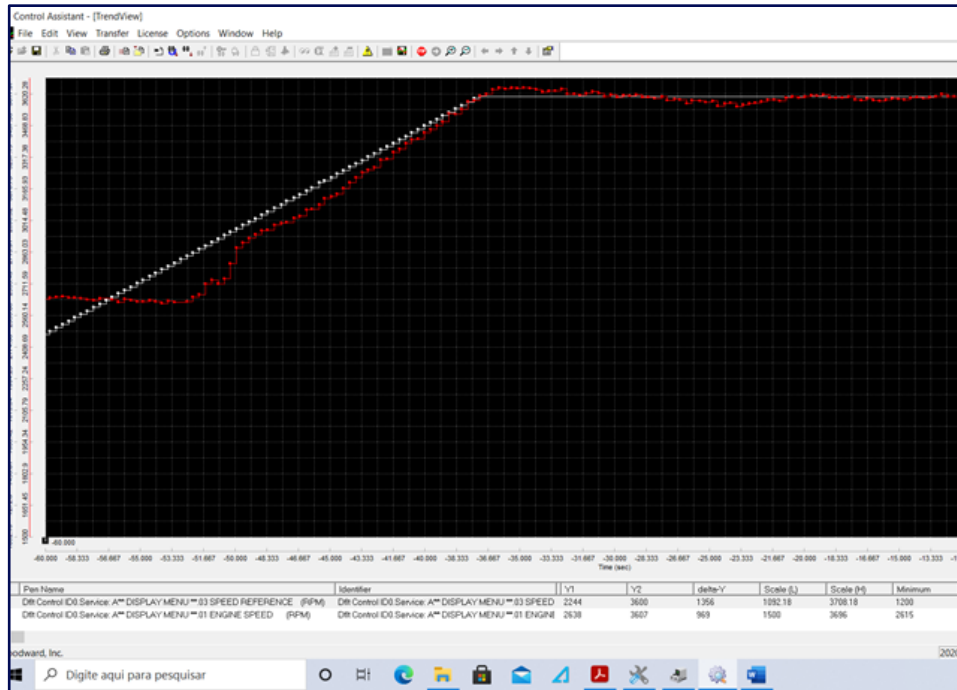
6.1 – MEDIÇÕES DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS PARA REALIZAÇÃO DOS CONTROLES:



O SISTEMA DE CONTROLE MEDE AS TENSÕES E AS CORRENTES ELÉTRICAS E COM O OBJETIVO DE FAZER A DISTRIBUIÇÃO DE POTÊNCIA ENTRE AS MÁQUINAS, ENVIA REFERÊNCIAS DE kW E kVAR PARA OS CONTROLES INDIVIDUAIS DE CADA MÁQUINA.

PROJETO UTE USINA MIRIRI:

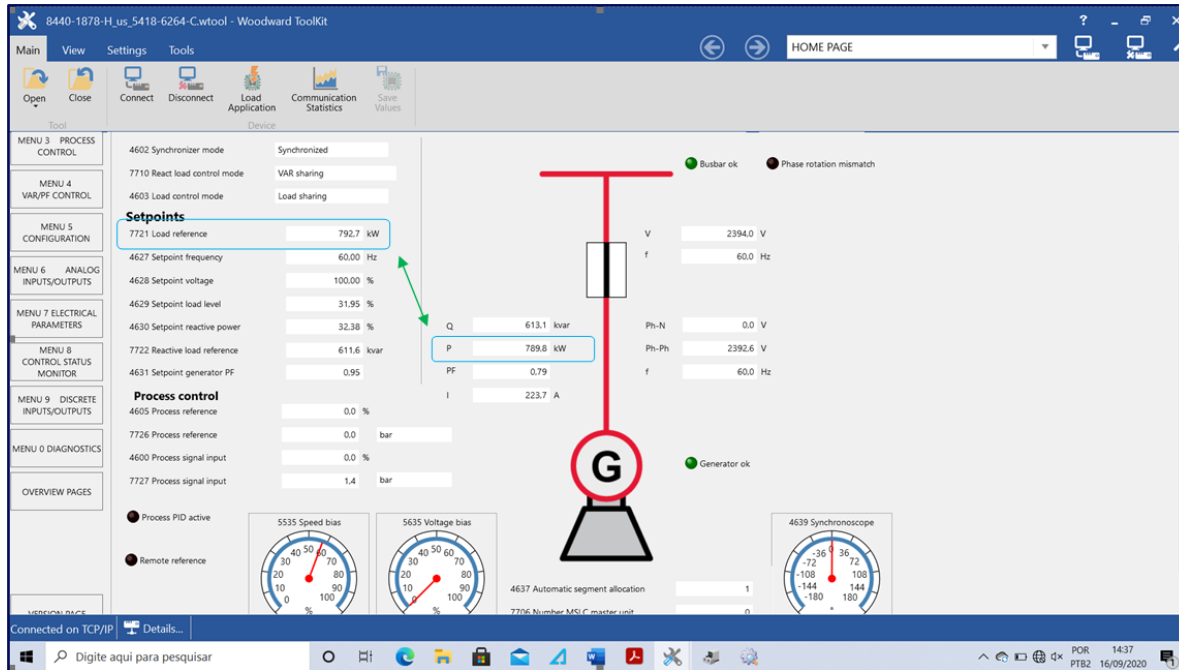
6.2 – AJUSTES MECÂNICOS REALIZADOS – OBTENÇÃO DE CONTROLE ESTÁVEL (Busca de melhoria com trabalho interno à planta – RAMPA G3):



- A dificuldade de controle no regulador de velocidade de turbina a vapor, nos fez atuar para melhorar as máquinas:
- Realizados Diversas tentativas de ajustes de dinâmicas de controle no regulador de velocidade da turbina;
- Ajustes de vedações de válvulas de admissão de vapor;
- Retirada de Folgas de hastes.

PROJETO UTE USINA MIRIRI:

6.3 – TESTE DE EXPORTAÇÃO DE ENERGIA COM G4: ➤ A referência de carga (LOAD REFERENCE) passou a ser atingido. A proximidade dos valores podem ser percebidos no destaque da figura acima. Mesmo tendo melhorado o controle, a variação ainda existente de kW traz instabilidade para o controle do reativo / fator de potência.

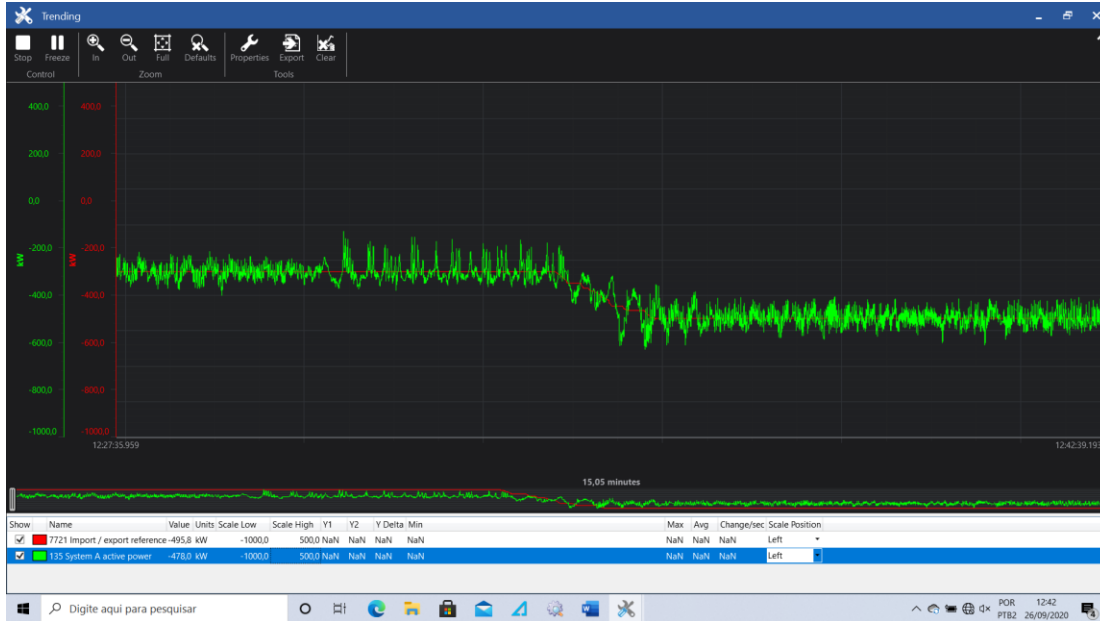


6.3 – TESTE DE EXPORTAÇÃO DE ENERGIA COM G4 – LEITURA G4:



- No gráfico acima a referência do sistema de controle para a turbina é a Pena Vermelha. A carga real kW da turbina que é a pena Verde, que apresenta oscilação.

6.3 – TESTE DE EXPORTAÇÃO DE ENERGIA COM G4:

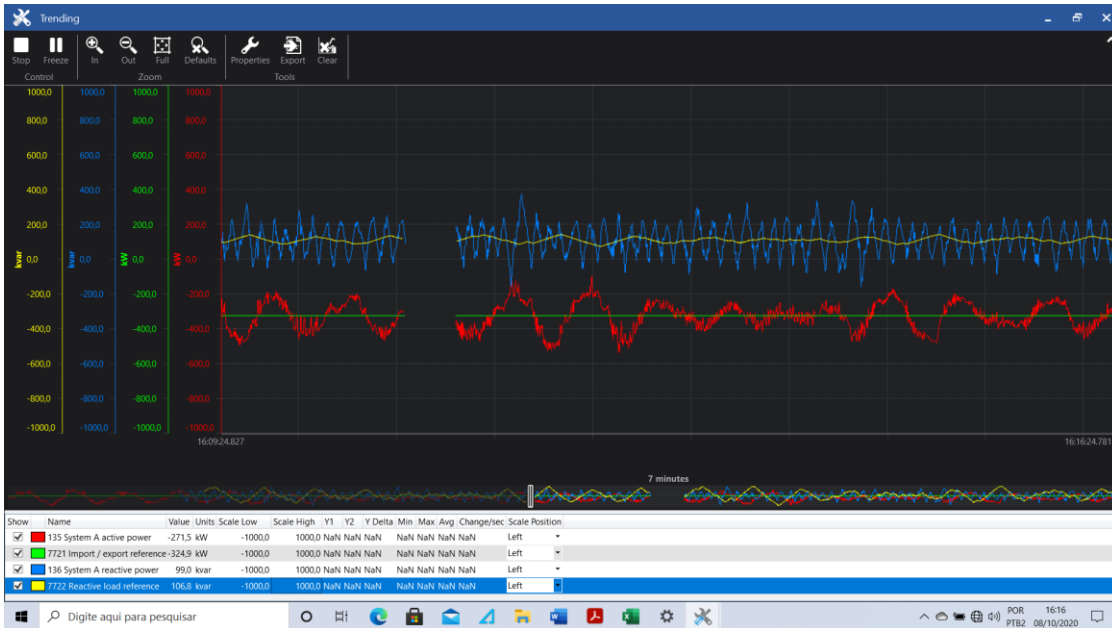


- Alguma característica desse gráfico chama nossa atenção?
- A Pena verde fica em torno da referência vermelha! Muito bom! Sistema buscando controle!
- Amplitude da variação alterava sem alteração de dinâmica PID do sistema!

PROJETO UTE USINA MIRIRI:

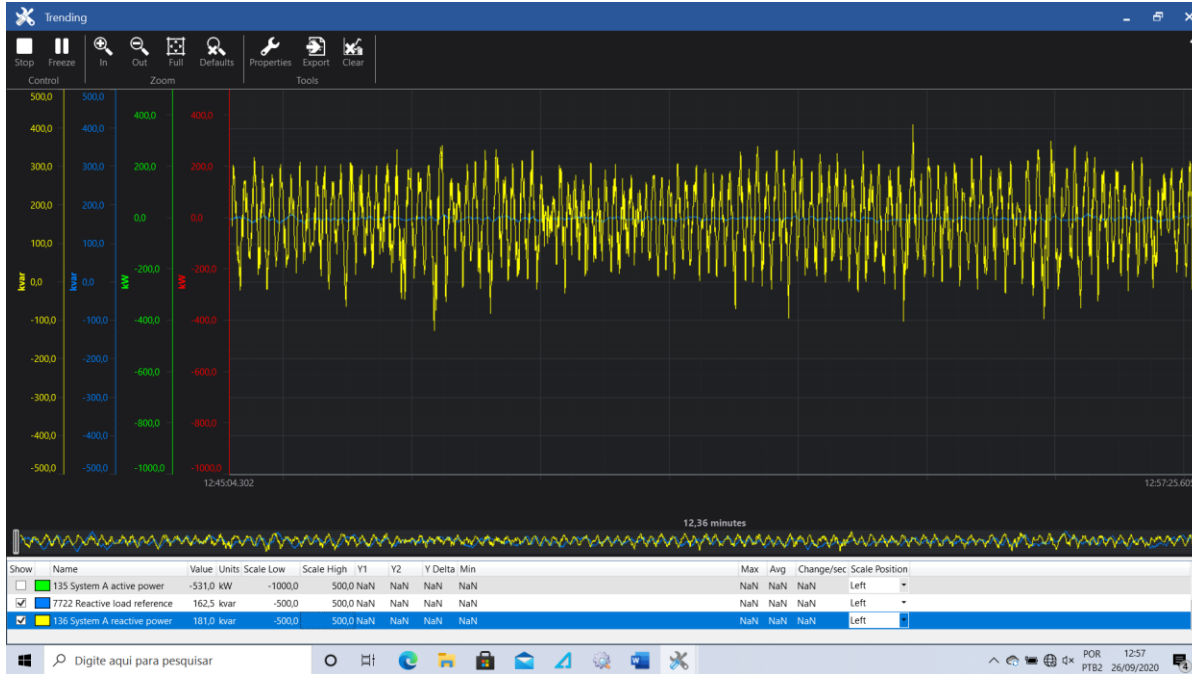


6.3 – TESTE DE EXPORTAÇÃO DE ENERGIA COM G4:



- Alguma semelhança entre esse gráfico e o anterior?
- Amplitude da variação alterava sem alteração de dinâmica PID do sistema!

6.3 – TESTE DE EXPORTAÇÃO DE ENERGIA COM G4:



- Oscilação de reativo – Reguladores de tensão analógicos influenciam?
- Dificuldade de manter o FP na faixa 0,95 Ind a 1,0 Ind!

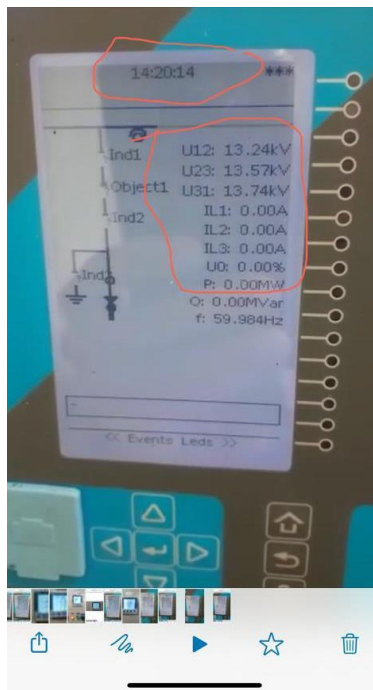
6.3 – DIFICULDADE DE OPERAÇÃO EM PARALELO E AÇÕES REALIZADAS

- Variações de estabilidade;
- Adequações de ganhos de estabilidade e respostas de dinâmicas de reguladores de tensão e velocidade;
- Retomávamos verificações internas até se convencer de que não existia problema interno na planta;
- As referências e potências reais variavam descontroladamente até a atuação de abertura do disjuntor de acoplamento;
- Diferentes profissionais tentaram ajustar sem sucesso;



- **Vamos avaliar a tensão da concessionária no ponto de entrega!**

7 – CÁLCULO DO DESEQUILÍBRIO SEM PARALELO DA MIRIRI COM A REDE



CÁLCULO DESEQUILÍBRIO DE TENSÃO - USINA MIRIRI

ENTRADA DE DADOS		CÁLCULOS			
VAB	13,24	Vab*2	175,30	Vab*4	30729,25
VBC	13,57	Vbc*2	184,14	Vbc*4	33909,34
VCA	13,74	Vca*2	188,79	Vca*4	35640,76
BETA	0,33364588				
CÁLCULO DO FD%					
FD%	2,17				

$$\beta = \frac{V_{ab}^4 + V_{bc}^4 + V_{ca}^4}{(V_{ab}^2 + V_{bc}^2 + V_{ca}^2)^2}$$

$$FD\% = 100 \frac{\sqrt{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}}{\sqrt{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}}$$

➤ **PARÂMETRO DO MÓDULO 8 DO PRODIST!**

Tabela 4 – Limites para os desequilíbrios de tensão.

Indicador	Tensão nominal	
	Vn ≤ 1,0 kV	1 kV < Vn < 230kV
FD95%	3,0%	2,0%

Os limites correspondem ao máximo valor desejável a ser observado no sistema de distribuição.

7 – TENSÕES DE FASE NO PONTO DE ENTREGA - SEM PARALELO

EMBRASUL RE6000/B/H/T N.S:96000831 V.S.2.16 ANL 3,03 (1 minuto)

QUA 11/11/2020 , 10:19:00,00 até QUI 19/11/2020 , 09:10:00,00

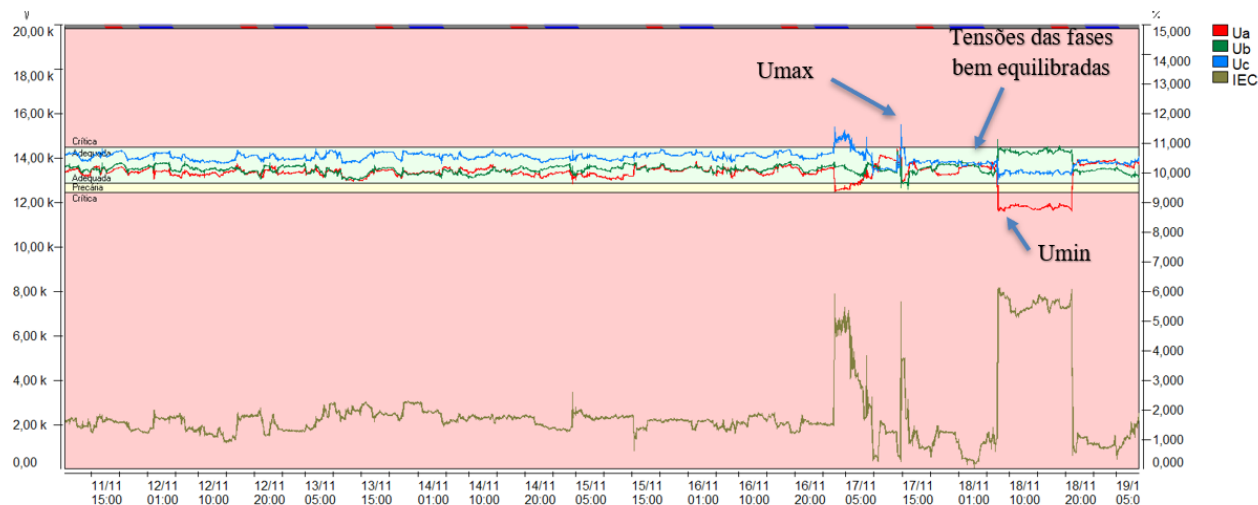


GRÁFICO 01 – COMPORTAMENTO DAS TENSÕES ELÉTRICAS NO PERÍODO DE OBSERVAÇÃO

- Verificar que ao longo dos dias ocorre grande variação nas tensões das fases. Estas oscilações impossibilitam a operação do sistema de Geração de energia. As setas apresentam a máxima, a mínima e a tensão adequada!

8 – SITUAÇÃO QUE APRESENTAMOS EM DEZEMBRO 2020:

- **Apresentados relatórios a concessionária indicando a necessidade de fornecimento da energia no ponto de conexão dentro dos padrões estabelecidos pelo módulo 8 do Prodist;**
- **Seria necessário ajustar os sistemas de controle de tensão da concessionaria para evitar batimento de controle entre o sistema da mesma e o sistema de controle da UTE MIRIRI;**
- **Até este momento o sistema de exportação de energia não conseguia operar de forma contínua → desligamento do relé de acoplamento!**

PROJETO UTE USINA MIRIRI:



9 – SITUAÇÃO A PARTIR DE JANEIRO 2021:

- A CONCESSIONÁRIA REALIZOU ADEQUAÇÕES NO CONTROLE NA SUBESTAÇÃO DE 69 KV (Comutações de tap, alterações de controle de reguladores automáticos de tensão);
- Troca do alimentador da UTE MIRIRI para um alimentador com cargas mais equilibradas;
- **Concessionária alinhou novos testes com a UTE MIRIRI!**

PROJETO UTE USINA MIRIRI:



9.1 – RESULTADO DOS TESTES:

- O SISTEMA DE CONTROLE DE EXPORTAÇÃO DE ENERGIA E PARALELISMO IMPLANTADO NA UTE DA USINA MIRIRI ALIMENTOS E BIOENERGIA CONCLUIU A SAFRA 2020-2021 OPERANDO SATISFATORIAMENTE SEM OCORRÊNCIAS DE PERTUBAÇÕES / DESLIGAMENTOS!

PROJETO UTE USINA MIRIRI:



10 – SAFRA 2021 – 2022 – TESTADO SISTEMA DE CONTROLE DE VAPOR SERVIDO:



➤ VARIAÇÃO DE CARGA DO GERADOR G3 NO CONTROLE DO VAPOR DE PROCESSO – PARALELO COM A CONCESSIONÁRIA!

FIM OBRIGADO!

Expositor: Carlos Manassés da Silva

Tel.: (82)99911-0521

E-mail: manasses@cms.eng.br



AL >>> (82)3313-6385

comercial-al@cms.eng.br



PE >>> (82)3621-3597

comercial-pe@cms.eng.br



cmsengenharia

CMS
ENGENHARIA

SOLUÇÕES
EFICIENTES EM
ENERGIA!