

Universidade Federal da Paraíba

Centro de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Elétrica

Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF

Usina Hidroelétrica de Boa Esperança

Relatório de Estágio Integrado

**Orientadores: Eng^o. Jaime Ferreira de Lima - CHESF
Prof.^a. Eliane Marise Raposo de Carvalho - UFPB**

Estagiário: Jean Claudio Lima Negreiros

Campina Grande (PB), Maio de 98



Biblioteca Setorial do CDSA. Março de 2021.

Sumé - PB

Prefácio

Este relatório é referente ao estágio integrado realizado na Companhia Hidroelétrica do São Francisco, precisamente na Usina de Boa Esperança localizada na cidade de Guadalupe, no Piauí. O mesmo foi realizado no período compreendido entre 4 de agosto de 1997 a 3 de fevereiro de 1998.

O estágio baseou-se principalmente no estudo teórico da operação e manutenção da Usina, na discussão de problemas ocorridos e no acompanhamento das manutenções preventivas e corretivas realizadas pelo pessoal técnico.

O relatório apresenta no primeiro capítulo um pouco da história da Usina de Boa Esperança e de sua importância no sistema elétrico da CHESF. No segundo capítulo apresenta as características técnicas da barragem, do sistema extravasor, da tomada d'água, da casa de força, da subestação elevadora e da subestação de 500/230 KV do complexo de Boa Esperança. No terceiro e quarto capítulos apresenta, respectivamente, as atividades desenvolvidas durante o estágio e os procedimentos relativos a manutenção periódica dos equipamentos elétricos da Usina. Por último, no quinto capítulo, apresenta a conclusão e comentários sobre o estágio.

Índice

1. Histórico da Usina de Boa Esperança

1.1. Introdução	4
1.2. Histórico	4

2. Características Técnicas do Complexo de Boa Esperança

2.1. Introdução	6
2.2. Barragem	6
2.3. Sistema Extravasor	6
2.4. Tomada D'água	6
2.4.1. Operação das Comportas	7
2.4.2. Força Elétrica	8
2.4.3. Painel de Distribuição "G"	8
2.4.4. Iluminação	8
2.4.5. Comunicação	9
2.5. Casa de Força	9
2.5.1. Turbinas e Equipamentos Auxiliares	9
2.5.1.1. Regulador de Velocidade	9
2.5.2. Sistemas Auxiliares	12
2.5.2.1. Transformadores e Quadros de Manobra	12
2.5.2.2. Centro de Controle de Motores da Usina (CCM)	13
2.5.2.3. Sistema de Distribuição de C. A.	13
2.5.2.4. Sistema de Distribuição de C. C.	14
2.5.2.5. Sistema de Distribuição de Água Bruta e de Serviço	14
2.5.2.6. Sistema de Água Potável	15
2.5.2.7. Sistema de Esgoto	15
2.5.2.8. Sistema de Esgotamento e Drenagem	16
2.5.2.9. Sistema de Água de Proteção Contra Incêndio	16
2.5.2.10. Sistema de CO ₂ de Proteção Contra Incêndio	17
2.5.2.11. Sistema de Ar Comprimido de Serviço da Usina	17
2.5.2.12. Sistema de Ventilação e Ar condicionado	18
2.5.2.13. Sistema de Óleo de Lubrificação	19
2.5.2.14. Sistema de Óleo Isolante	19

2.5.2.15. Sistema de Iluminação	19
2.5.2.16. Sistema de Força de Emergência (Grupos MG Diesel)	20
2.5.3. Geradores	21
2.5.3.1. Manobras Para Partida de Uma Unidade	23
2.5.3.2. Manobras Para Parada Normal de Uma Unidade	23
2.5.3.3. Seqüência de Operações Gerais Para Colocar o Gerador no Sistema	24
2.6. Subestação Elevadora – SE/UBE	25
2.6.1. Transformadores Elevadores	25
2.6.2. Transformadores de Força	26
2.6.3. Disjuntores de 230 kV	27
2.6.4. Transformador de Aterramento	27
2.6.5. Pára-Raios	28
2.6.6. Chaves Seccionadoras	29
2.6.7. Disjuntores de 69 kV	29
2.7. Subestação de 500/230 kV – SE/BEA	30
2.7.1. Dados Históricos	30
2.7.2. Dados Técnicos	31
2.7.3. Transformadores e Reatores	31
2.7.4. Serviços Auxiliares (Cargas Gerais da Subestação)	31
2.7.5. Sistema de Comando	32
3. Atividades Desenvolvidas	
3.1. Introdução	48
3.2. Tomada D'água	48
3.3. Turbinas e Equipamentos Auxiliares	48
3.4. Geradores	49
3.5. Sistemas Auxiliares	50
3.6. Subestação Elevadora – SE/UBE	51
4. Manutenção Periódica dos Equipamentos Elétricos da Usina	
4.1. Introdução	54
4.2. Geradores e Motores	54
4.3. Quadros de Manobras e Cabos de Baixa Tensão	59
4.4. Painéis de Controle, Medidores, Relés e Equipamento de Controle	61
4.5. Transformadores	64
4.6. Aterramento	67
4.7. Baterias	67

4.8. Pára-Raios e Equipamentos de Proteção Contra Surtos	68
4.9. Iluminação	69
5. Conclusão	70
Bibliografia	71

Capítulo 1

Histórico da Usina de Boa Esperança

1.1. Introdução

Este capítulo descreve de maneira sucinta a história da Usina de Boa Esperança e de sua importância no sistema elétrico atual da CHESF.

1.2. Histórico

Desde o início do século XX, o "Velho Monge", como é conhecido o rio Parnaíba, foi objeto de estudos para construção de barragem que permitisse a regularização do rio e conseqüentemente proporcionasse garantia de continuidade da navegação, na época de extraordinária importância para a economia e circulação de bens e pessoas na Região.

A partir de 1957, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) realizou estudos sistemáticos e definiu, através da Comissão de Aproveitamento do Rio Parnaíba, o eixo para implantação da futura barragem. O local escolhido foi a confluência do riacho dos Macacos com o rio Parnaíba, cerca de 100 km da cidade de Floriano, no Piauí, num local denominado Boa Esperança.

Em 1963, foi criada a Companhia Hidroelétrica de Boa Esperança (COHEBE), que assumiu a responsabilidade de construir e operar a Usina Hidroelétrica de Boa Esperança. A construção da Usina ganhou ritmo contínuo a partir de 1965. A primeira e segunda unidades geradoras, de 54 megawatts (MW) cada, entraram em operação em 1970. As mesmas foram inauguradas pelo então presidente da república General Emílio Garrastazu Médice. A terceira unidade foi inaugurada somente em 1989, e em 1991 a quarta unidade, ambas com capacidade de 65 MW.

Em 1974, a COHEBE foi incorporada pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e conseqüentemente a Usina e o sistema de transmissão passaram a ser operados e mantidos em conjunto com as demais instalações da CHESF.

A capacidade instalada na Usina de Boa Esperança é de 235.300 quilowatts (kW), divididos entre quatro unidades geradoras, acionadas por turbinas Francis.

Próximo da Usina está a Subestação de 500 quilovolts, principal ponto de interligação do sistema elétrico Norte/Nordeste.

Em 1980, o Governo Federal decretou a passagem do Estado do Maranhão para a área de concessão da Eletronorte, incorporando-o ao sistema Norte, permanecendo a CHESF com a

operação da Usina de Boa Esperança e do sistema de transmissão que atende ao Piauí, oeste do Ceará e à interligação Norte/Nordeste, na área geográfica de sua concessão.

A cidade de Guadalupe, onde está localizada a Usina, foi projetada e construída pela COHEBE. Atualmente a CHESF encontra-se totalmente integrada à cidade, sendo a principal empresa e o fluxo econômico de maior rentabilidade para o município. Seus funcionários dão vida às condições sociais, à saúde, ao transporte, à educação, à cultura e ao turismo.

Capítulo 2

Características Técnicas do Complexo de Boa Esperança

2.1. Introdução

Neste capítulo apresentamos as características técnicas da barragem; do sistema extravasor; da tomada d'água, onde descrevemos a operação das comportas. Apresentamos também as características técnicas da casa de força, onde estão localizados as turbinas e seus equipamentos auxiliares, os sistemas auxiliares e os geradores. Apresentamos também as características técnicas da subestação elevadora e da subestação de 500/230 kV.

2.2. Barragem

A Barragem é do tipo mista terra/enrocamento com altura máxima de 53 m, e largura de 10 m no coroamento e 200 m de largura máxima na base. Possui 5.212 m de extensão e volume total de material compactado de 3.200.000 m³.

2.3. Sistema Extravasor

O Sistema Extravasor tem como objetivo regularizar o nível do lago. O canal do mesmo é revestido com lajes de concreto com ancoragem e muros de contenção laterais. O mesmo possui seis comportas tipo "setor", com dimensões de 13,0 x 12,7 m e respectivos conjuntos de "stop-log" (comporta de vedação usada para manutenção das comportas principais). O volume de concreto é de 74.800 m³. A vazão máxima calculada é de 12.000 m³/s e a extensão do canal e bacia de dissipação é de 650 m.

2.4. Tomada D'água

Canal de adução escavado em dois níveis diferentes (o nível das unidades 3 e 4 se encontra 14 m abaixo do nível das unidades 1 e 2), atingindo um volume de 422.000 m³. A estrutura da tomada d'água é do tipo "torre", em concreto, cujo volume atingiu 24.000 m³. Possui quatro comportas de serviço tipo "vagão" de 6,8 x 7,0 m, cada uma pesando aproximadamente 61 toneladas. Possui também quatro túneis escavados em diabásio, com 6,60 m de diâmetro e 145 m de

extensão cada, que fazem a interligação da tomada d'água com a casa de força. Os túneis são revestidos com chapas de aço em dois terços do seu comprimento e com concreto no terço restante.

Para levantamento das comportas existem guinchos em cada conduto, movidos por motores trifásicos de 380 volts, 60 Hz com capacidade de 75 toneladas para as unidades 1 e 2, e de 100 toneladas para as unidades 3 e 4. São necessários guinchos de capacidade mais elevada para as unidades 3 e 4 devido a maior pressão de água nas comportas, a qual resulta numa maior força de "desencaixe". A alimentação é proveniente dos barramentos 1 ou 2 dos serviços auxiliares. Estes barramentos se localizam num cubículo também na tomada d'água.

Também existe na tomada d'água um Pórtico Rolante com dois guinchos, um de 100 toneladas e outro de 10 toneladas. Os mesmos são usados para manutenção dos equipamentos e para colocação de comportas de emergência em caso de falha total dos guinchos. Esta comporta pode ser usada nas ranhuras de emergência de qualquer tomada e destina-se ao uso no painel de vedação, durante a manutenção da comporta e guia de serviço ou no caso de emperramento de uma comporta de serviço.

A alimentação dos guinchos do pórtico é de 380 volts, 60 Hz, com ligação trifásica. A energia para o comando dos guinchos e a operação normal do freio mecânico provêm de uma alimentação separada, de 125 volts c.c. da bateria da usina.

Na entrada da água para os condutos forçados existem grades de retenção que impedem a passagem de objetos de grande porte, impedindo que os mesmos possam danificar as palhetas da turbina. Existe também um sistema de bóias estrategicamente fabricado com o objetivo de evitar que o afunilamento de água deixe entrar muito ar, pois o mesmo provoca cavitação, danificando as palhetas e reduzindo a vida útil das mesmas.

2.4.1. Operação das Comportas

Cada guincho contém um indicador de posição e um painel de controle onde os principais botões tem o nome **ELEVAR, ABAIXAR, PARADA**, no quadro de controle da turbina. Na Sala de Controle existe uma botoeira, **BOTOEIRA DE EMERGÊNCIA (FECHAMENTO DE EMERGÊNCIA)**. As operações das comportas são as seguintes.

2.4.1.a. Desencaixe a partir da posição fechado para a posição do armazenamento, com conduto forçado vazio

Ligando-se a chave principal e depois apertando-se a botoeira **ELEVAR**, a comporta inicia a subida. Uma chave limite desliga o guincho depois da comporta ser elevada 15 cm acima da soleira, isto acontece para haver uma equalização da água nos dois lados da comporta. Neste

período um relé de tempo é acionado para garantir que a comporta não suba antes de 10 minutos. Depois de se certificar da equalização o operador poderá continuar a operação de subida.

2.4.1.b. Levantamento da posição armazenamento para a posição travamento

Acionando-se novamente o botão **ELEVAR**, o guincho começa a subir e quando alcançar a chave **LIMITE SUPERIOR**, o motor do guincho para automaticamente.

2.4.1.c. Abaixamento a partir da posição de travamento

Pressionando-se o botão **ABAIXAR**, a comporta começa a descer até a posição **ARMAZENAMENTO** onde uma chave limite funciona desligando a sua força. Novamente aperta-se o botão **ABAIXAR**, a comporta desce até a posição **FECHADO**, onde a força é desligada e são aplicados os freios.

2.4.1.d. Parada

A comporta poderá ser parada em qualquer posição pelo acionamento do botão **PARADA**.

2.4.1.e. Abaixamento de emergência

Em casos de emergência ou urgência extrema pode-se baixar as comportas com o acionamento de um botão localizado na sala de controle da usina com a nomenclatura **FECHAMENTO EMERGÊNCIA TOMADA D'ÁGUA**. Este botão libera os freios do guincho e a comporta desce pela ação da gravidade, com o freio ventilador limitando a queda, no final o freio é acionado automaticamente para evitar a danificação da soleira.

2.4.2. Força Elétrica

A energia fornecida ao piso principal da tomada d'água é de 380 volts, trifásica, 60 Hz, a partir dos barramentos 1 e 2 do serviço auxiliar (falaremos mais do serviço auxiliar no item 2.5.2.3). A mesma vem por canaletes e condutos da casa de força para a tomada d'água.

2.4.3. Pannel de Distribuição "G"

É um cubículo de onde parte toda a iluminação e alimentação para o pórtico, os guinchos e as tomadas de força da tomada d'água. O mesmo contém dois barramentos provenientes dos serviços auxiliares.

2.4.4. Iluminação

A alimentação de iluminação para a parte externa e para dentro das cabines de controle dos guinchos, é fornecida por um transformador localizado dentro do painel "G", com potência de 10 kVA, trifásico, 60 Hz com tensão de 380/220-127 volts.

2.4.5. Comunicação

A tomada d'água se comunica com a casa de força por meio de um telefone também localizado no painel "G".

2.5. Casa de Força

É do tipo "semi abrigada", com quatro conjuntos turbina-gerador, equipamentos de comandos auxiliares e sistemas auxiliares. Os componentes da casa de força são descritos a seguir.

2.5.1. Turbinas e Equipamentos Auxiliares

As turbinas da Usina de Boa Esperança são de reação tipo Francis de eixo vertical, sendo projetada para produzir 75000 HP com uma queda d'água de 38,6 metros e uma descarga de 135 m³/s com as palhetas do distribuidor totalmente abertas.

Cada turbina está projetada para operar com uma altura de água máxima de 45,9 m e uma mínima de 29,9 m. As unidades são selecionadas para um melhor rendimento na altura efetiva média de 42,1 m, operando na maior parte do tempo nesta queda.

Cada unidade possui vinte palhetas distribuidoras, cada uma de aço fundido com luvas de aço inoxidável nas hastes integrais girando em mancais lubrificados à graxa sob pressão. Essas palhetas são giradas por alavancas ligadas no anel distribuidor por buchas excêntricas ajustáveis e pino de cisalhamento.

O anel distribuidor é movido por dois servomotores de dupla ação, colocados no lado montante do poço da turbina, através de haste de ligação.

Dentre os equipamentos auxiliares da turbina damos ênfase especial ao regulador de velocidade.

2.5.1.1. Regulador de Velocidade

O funcionamento do regulador é baseado em pêndulo centrífugo, impulsionado por um motor síncrono, com velocidade seis vezes a da turbina, alimentado por um gerador de ímã permanente (PMG). Um aumento na rotação da máquina, acima do valor nominal, o pêndulo move-se para fora devido a força centrífuga alterada, ocasionando um abaixamento na haste vertical do pêndulo, que por sua vez, deslocará o pistão da válvula piloto para baixo, permitindo que o óleo sob

pressão flua através da válvula do servomotor e válvula de distribuição, fazendo com que seja enviado óleo sob pressão no lado de fechamento do pistão do servomotor, acarretando o fechamento das palhetas, diminuindo assim a velocidade da turbina.

Caso contrário, haja uma diminuição na velocidade da turbina, os pêndulos se deslocarão para dentro, acarretando um deslocamento ascendente da haste vertical, fazendo com que o pistão se mova para cima, o que admitirá óleo sob pressão na válvula de distribuição que deslocará seu pistão para cima, abrindo assim a passagem de óleo no sentido de abertura do pistão do servomotor, que por sua vez abrirá as palhetas do distribuidor, fazendo com que haja um aumento de velocidade da unidade.

2.5.1.1.a. Sistema de Óleo Sob Pressão do Regulador

Há um tanque de pressão que é mantido aproximadamente com a terça parte com óleo e a parte superior restante ocupada com ar comprimido. Duas bombas fornecem o óleo proveniente do tanque de depósito para o tanque de pressão, sendo que uma esta atrasada da outra. Na ocorrência de uma variação na velocidade, as bombas funcionarão ao mesmo tempo, devido a necessidade de maior fluxo de óleo no regulador.

É admitido ar comprimido no tanque quando a pressão estiver abaixo de $23,2 \text{ kg/cm}^2$ e o nível estiver simultaneamente a 110% do normal.

2.5.1.1.b. Amortecedor de Compensação

Tem a finalidade de conseguir a estabilidade da unidade. É constituído por uma câmara de óleo com dois pistões. O ajuste de nível de velocidade é recolocado no seu ajuste correto pelo amortecedor, assim que as palhetas atinjam a posição desejada. O pistão maior do amortecedor é ligado mecanicamente aos servomotores. Quando o pistão maior se desloca arrasta no sentido oposto o pistão menor; o pistão menor tende a permanecer centralizado por meio de uma mola, este pistão é ligado à articulação da válvula piloto, para elevar temporariamente a ajuste de velocidade do regulador. O tempo necessário para que o êmbolo pequeno volte ao centro depende do ajuste da válvula da agulha do amortecedor.

2.5.1.1.c. Ajuste de Velocidade

O dispositivo de controle de ajuste de velocidade pode ser operado manualmente no gabinete do regulador, por meio de uma maçaneta no painel, ou a distância na sala de controle, por uma chave na mesa de controle principal.

Como as máquinas estão ligadas a uma barra infinita, não haverá mudanças apreciáveis na frequência, a qual é imposta pelo sistema logo quando acionamos a chave de ajuste de velocidade,

estamos elevando ou abaixando o pistão da válvula piloto, que por sua vez emitirá óleo sob pressão aos servomotores, correspondendo a uma posição das palhetas, resultando na potência desejada.

2.5.1.1.d. Estatismo

O estatismo é constituído por um conjunto de alavancas em conexão com o pistão da válvula piloto, para levantar ou baixar este pistão sempre que o servomotor movimentar as palhetas do distribuidor.

O estatismo determina qual a variação de velocidade necessária para produzir uma certa variação na geração.

Com um ajuste de estatismo em 0% haverá uma resposta instantânea do regulador. Isto é, não haverá mudança de velocidade, fazendo com que a unidade assuma as variações de carga do sistema.

Em um sistema de geração, um dos reguladores poderá ser ajustado em estatismo 0% para regulação, desde que a respectiva unidade tenha suficiente capacidade para absorver ou rejeitar a maior mudança de carga que afete o sistema.

Se uma unidade de carga base, neste sistema muda excessivamente a carga quando a frequência se altera de uma quantidade normal, devemos aumentar o ajuste do estatismo para resistir a esta tendência, isto é, se quisermos que uma unidade de carga base mantenha firme uma carga, tanto quanto possível, devemos ajustar o estatismo a uma máxima de 5%.

2.5.1.1.e. Operação Manual do Regulador

Girando a válvula de transferência para a posição **controle auxiliar**, isto admite óleo sob pressão acima dos canais da válvula principal da distribuição, fechando os seus canais e abrindo os canais da válvula auxiliar.

A operação é realizada através de uma maçaneta no painel do regulador, para movimentar o pistão do servomotor que por sua vez abrirá ou fechará as palhetas do distribuidor.

O movimento do servomotor é transmitido pela articulação de restauração para recolocar o pistão da válvula auxiliar na posição neutra.

2.5.1.1.f. Gerador de Ímã Permanente (PMG)

Este gerador está situado no topo da excitatriz do gerador. O PMG funciona em sincronismo com a unidade geradora principal. Produzindo uma tensão alternada nos seus terminais que varia com a velocidade da turbina. Esta tensão alimenta o motor da cabeça do regulador e opera os tacômetros local e remoto.

Existem duas chaves de sobrevelocidades, e duas de subvelocidades, situadas na parte superior do PMG, acionadas a engrenagens e têm uma velocidade nominal de 600 rpm. Uma chave de sobrevelocidade atua para 115% da velocidade nominal da turbina, e a outra para 140% desta velocidade, estas chaves atuarão no circuito de desligamento do gerador e no circuito de proteção "A" deparada com trava, respectivamente. Estas chaves rearmam automaticamente a 105% da velocidade nominal da turbina. Uma chave de subvelocidade é acionada a 50% da velocidade nominal da turbina, sendo utilizada para aplicar automaticamente os freios do gerador rearmando a 78% desta velocidade. A segunda de subvelocidade está ajustada para fechar a 40% da velocidade nominal da turbina, e rearma a 60 rpm, esta tem a finalidade de atuar no circuito da bomba de óleo de alta pressão para partida e no circuito de bloqueio para partida da unidade.

2.5.2. Sistemas Auxiliares

Na Usina de Boa Esperança existem diferentes sistemas que são muito importantes para o seu funcionamento e para a sua operação. Os sistemas são descritos de forma sucinta a seguir.

2.5.2.1. Transformadores e Quadros de Manobra

Os dois transformadores de 1000 kVA e o Quadro de Manobra dos Serviços Auxiliares são conjugados numa única Subestação Unitária do Centro de Carga, de duplo alinhamento, localizada na galeria elétrica, entre os Geradores Principais nº 1 e nº 2.

O transformador nº 1 está ligado através de um elo removível, pelo barramento de fases isoladas, ao Gerador nº 1. Similarmente, o Transformador nº 2 está ligado através de um elo removível, pelo barramento de fases isoladas, ao Gerador nº 2. O Quadro de Manobras dos Serviços Auxiliares, de 400/231 volts, está localizado entre os dois transformadores e ligado aos mesmos pelos compartimentos blindados de transição e consiste em:

- Barramento nº 1 - ligado ao Transformador nº 1.
- Barramento de partida e emergência - ligado aos Geradores Diesel de emergência.
- Barramento nº 2 - ligado ao Gerador nº 2.

O Quadro de Manobra consiste em nove colunas de compartimentos, nos quais estão localizados os disjuntores do tipo extraível e os transformadores de controle de força e de potencial. Não há nenhum disjuntor entre o primário dos transformadores de 1000 kVA e o barramento de fases isoladas.

Cada um dos dois transformadores de serviços auxiliares tem as seguintes características nominais: 1000 kVA, 13800-400/231 volts, trifásico, 60 ciclos; são enchidos com piranol e possuem quatro taps manuais de 2,5% e comutador de taps sob carga de mais ou menos 10%.

2.5.2.2. Centros de Controle de Motores da Usina (CCM)

Todos os motores e outras cargas de 380/220 volts c.a. da Usina são alimentados pelo Centros de Controle de Motores. Cada unidade é composta de compartimentos que alojam os dispositivos de partida e, nos casos em que um dispositivo de partida não for exigido, apenas disjuntores de caixa moldada. Há dois Centros de Controle de Motores, designados CCM, que controlam unidades auxiliares, e quatro Centros Auxiliares de Controle de Motores, designados CACM, para serviços gerais. Além destes, há três painéis de força os quais contém apenas disjuntores ou chaves de faca e não contém dispositivos de partida. São eles: o Painel "P" de Força da Subestação, o Painel "H" de Força do Sangradouro e o Painel "G" de Força da Tomada D'água. Os Centros de Controles de Motores e os Painéis de Força são alimentados pela Subestação Unitária do Centro de Carga.

O Centro de Controle de Motores CCM nº 1 e os Centros Auxiliares de Controle de Motores CACM nº 1 e CACM nº 3 estão agrupados e são localizados na Galeria Elétrica, a montante do Gerador nº 1.

O Centro de Controle de Motores CCM nº 2 e os Centros Auxiliares de Controle de Motores CACM nº 2 e CACM nº 4 estão localizados na Galeria Elétrica, a montante do Gerador nº 2.

Cada Centro de Controle de Motores está ligado a duas fontes de energia. A fonte normal de alimentação de energia é o Barramento nº 1 ou Barramento nº 2. A fonte de emergência em todos os casos é o "Barramento de Partida e Emergência". Todos os Centros de Controles de Motores, com exceção do Centro Auxiliar de Controle de Motores nº 4, são equipados com uma Chave de Transferência Automática, a qual transfere da fonte normal para o Barramento de Partida e Emergência em caso de falha no suprimento de força. A volta ao suprimento normal é feita manualmente por meio de um botão. O Centro Auxiliar de Controle de Motores nº 4 dispõe de uma chave de transferência manual. Uma lâmpada indicadora vermelha nos Centros de Controle de Motores indica quando uma Chave de Transferência Automática está ligada ao Barramento de Emergência.

2.5.2.3. Sistema de Distribuição de C.A.

2.5.2.3.a. Generalidades

O sistema de distribuição de c.a. para a Usina de Boa Esperança é ilustrado pelas figuras 2.5.2.1 e 2.5.2.2 no final do capítulo. Há dois transformadores de 1000 kVA, 13800- 400/231 volts, trifásicos, para a alimentação normal. Uma alimentação de emergência é proporcionada por geradores diesel de emergência, de 200 kW, 400/231 volts.

2.5.2.3.b. Alimentação de 400 Volts C.A.

Os motores trifásicos e monofásicos, tomadas de força, transformadores de iluminação, circuitos dos aquecedores e outras cargas são alimentados com uma voltagem de 400/231 volts c.a. a partir dos Centros de Controles de Motores. A iluminação da crista da barragem e estrada de acesso é alimentada diretamente pelo sistema de 400/231 volts.

2.5.2.3.c. Alimentação de 220/127 Volts C.A.

Com exceção da iluminação da crista da barragem e da estrada de acesso (que são alimentadas com corrente em 400/231 volts) e a iluminação restante, seja ela com lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou de mercúrio, é alimentada por uma voltagem de 220/127 volts c.a.. Tais circuitos são alimentados através de transformadores de 380-220/127 volts c.a. a partir do Centro Auxiliar de Controle de Motores CACM nº 4 para a Casa de Força, do painel "G" para a tomada d'água e painel "I" para a subestação. Os transformadores de iluminação estão localizados junto aos respectivos painéis de iluminação.

2.5.2.4. Sistema de Distribuição de C.C.

O sistema de corrente contínua da usina de Boa Esperança possui como fontes de alimentação um conjunto de retificadores e baterias, assim distribuído: 2 retificadores RT1 e RT2, com baterias 1 e 2, além de um retificador reserva RT3.

Os três retificadores possuem tensão de entrada de 380 VCA e tensão de saída de 125 VCC. Os dois conjuntos de baterias que fazem parte do sistema de CC possuem cada um 60 células com uma tensão final de 125 VCC, cuja função própria é operar, em conjunto, com os retificadores, ou ainda, em caso de emergência caracterizada, atender o sistema por um período inferior a 10 horas (tempo máximo da capacidade das baterias). O sistema de distribuição de c.c. para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.3 , no final do capítulo.

2.5.2.5. Sistemas de Distribuição de Água Bruta e de Serviço

A água bruta é fornecida na galeria de tubulação através de tomada de 14" em cada um dos condutos forçados, situadas a 13,65 m à montante da linha de centro das unidades. As tomadas possuem grades (formadas por barras com 90 mm centro a centro) que evitam a entrada de corpos grandes no sistema. A grade pode ser limpa por jateamento com ar comprimido no sentido inverso do fluxo, através das válvulas nº 1E2A (2E2A). As linhas de alimentação são reduzidas para 12" e afloram no piso da galeria de tubulação imediatamente a direita de cada um dos filtros de cesta dupla de 12" e 75 centímetros à jusante da parede da galeria de tubulação. Depois de passar através

dos filtros duplex, a água bruta é distribuída às estações redutoras de pressão de água de refrigeração dos respectivos geradores, existindo uma ligação cruzada entre os filtros feita por uma linha de 12" com válvulas. A ligação cruzada permite a alimentação dos sistemas de água de refrigeração dos dois geradores por um ou outro filtro e respectiva tomada. O distribuidor de água bruta de 10" na galeria de tubulação poderá também ser alimentado por uma só tomada e filtro na eventualidade do outro filtro (ou tomada de água bruta) estar temporariamente fora de operação. O distribuidor de água bruta de 10" e suas derivações alimentam a bomba conservadora de pressão e as de incêndio, estação de tratamento de água (inclusive filtros da água para a caixa de gaxetas do eixo da turbina), a unidade de ar condicionado, a água de lubrificação dos mancais para as bombas de esgotamento, o resfriador posterior e água para a carcaça dos compressores de ar de Serviço da Usina e todas as saídas de serviço da água bruta localizadas por toda a Casa de Força. A pressão d'água na entrada dos filtros variará entre $4,2 \text{ kg/cm}^2$ (60 psi) e $3,5 \text{ kg/cm}^2$ (50 psi), dependendo do nível do reservatório e das perdas nas tubulações até a entrada dos filtros. A pressão normal será de cerca de $4,0 \text{ kg/cm}^2$ (56 psi). O sistema de água bruta e de serviço para a usina de Boa Esperança é ilustrado pelas figuras 2.5.2.4 e 2.5.2.5, no final do Capítulo.

2.5.2.6. Sistema de Água Potável

O sistema foi projetado para a turbidez da água bruta bem como clarificá-la completamente e melhorar o seu sabor. Será feita também a devida cloração da água para torná-la higienicamente potável. O sistema tem uma capacidade nominal de 38 litros por minuto (10 gpm) de fluxo constante e se presta a uma operação tipo "liga-desliga" (sem proporcionalidade de fluxo).

O equipamento está localizado na sala de tratamento d'água na área de montagem. Os principais componentes consistem (na seqüência de fluxo) num hidrômetro, num tanque de água bruta, duas moto-bombas de baixa pressão (uma das quais é de reserva), três tanques alimentadores de reagente (para sulfato de alumínio, água de cal e hipoclorito de cálcio) com bomba dosadora múltipla, um floculador, duas bombas de alta pressão para água tratada (uma das quais é de reserva), um filtro de pressão (tipo neutralizador), um filtro de pressão (tipo carvão ativado) e um tanque hidropneumático horizontal. O sistema de água potável para a usina de Boa Esperança é ilustrado também pela figura 2.5.2.4, no final do capítulo.

2.5.2.7. Sistema de Esgoto

O sistema de esgoto consiste em aparelhos sanitários, tubulação de esgoto e águas servidas, tubulação de descarga do ejetor para a fossa séptica e a tubulação de descarga dos efluentes até o canal de fuga. Todas as águas servidas dos aparelhos sanitários na casa de força são coletados por um sistema de drenos. O fluxo dos drenos ao ejetor pneumático de esgoto que fica localizado na

área de montagem é feito por gravidade. Desde que o ejetor fica localizado abaixo do nível das águas a jusante é necessário colocar as águas servidas até acima desse nível de onde elas poderão fluir por gravidade até a fossa séptica. Todos os aparelhos sanitários (onde necessário) são equipados com sifões e respiros. O sistema de esgoto para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.6, no final do capítulo.

2.5.2.8. Sistema de Esgotamento e Drenagem

A casa de força está provida de um sistema de esgotamento e um sistema de drenagem. O sistema de esgotamento é usado para esvaziar os condutos forçados, as caixas espirais das turbinas e tubos de sucção, para acesso para inspeção e manutenção. O sistema de drenagem é usado para conduzir toda a água servida acumulada na casa de força (com exceção do esgoto) para o poço de drenagem da usina ou diretamente ao canal de fuga. Cada um dos dois sistemas possui o seu próprio poço e suas bombas para a remoção da água coletada até o canal de fuga. Os dois poços estão localizados um próximo ao outro na área de montagem, com as bombas localizadas diretamente sobre os respectivos poços, no piso de cota 261,50 m. A cota do fundo do poço de esgotamento é de 241,0 m e a do fundo do poço de drenagem é de 240,3 m. É necessário que o poço de esgotamento possua essa profundidade, para permitir o fluxo por gravidade da água da parte inferior do tubo de sucção e o fundo do poço de drenagem é 0,7 metros mais baixo, para permitir o esvaziamento do poço de esgotamento dentro do poço de drenagem. Ambos são ventilados para a atmosfera exterior. Cada um possui uma porta de inspeção no topo e uma escada até o fundo. Estão instaladas plataformas no fundo de cada poço, um pouco acima das soleiras, para prover um piso para o pessoal quando a água é esgotada, para inspeção ou manutenção das bombas.

Estão instaladas escotilhas diretamente sobre os motores das bombas de drenagem e esgotamento (e cabeçotes de descarga) no piso da área de montagem, para permitir a remoção do conjunto completo com o pórtilho rolante da casa de força, através da abertura da escotilha principal da área de montagem. O sistema de esgotamento e drenagem para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.7, no final do capítulo.

2.5.2.9. Sistema de Água de Proteção Contra Incêndio

O sistema de água de proteção contra incêndio é abastecido por um distribuidor de água bruta de 10", na Galeria de Tubulação, em tomadas localizadas entre as Unidades nº 2 e nº 3. A pressão para o sistema provém das bombas de incêndio e o sistema fornece água às caixas de mangueira situadas por toda a casa de força, aos hidrantes localizados fora da casa de força e ao sistema de neblina do transformador. As duas bombas de incêndio são acionadas eletricamente e descarregam em paralelo num distribuidor de água contra incêndio de 10" na Galeria de Tubulação.

Uma pequena bomba centrífuga (comumente chamada Bomba Conservadora de Pressão) é igualmente conectada em paralelo descarregando no distribuidor de combate a incêndio e é usada para manter uma pressão alta uniforme na tubulação, quando o sistema não estiver em uso.

As duas bombas de incêndio são do tipo centrífuga, de um estágio, carcaça horizontal bipartida, acionadas por motores de 60 HP, 1750 rpm. Cada bomba tem capacidade de 2840 litros por minuto (750 gpm) a uma altura de pelo menos 53 metros (173 pés). O motor para a bomba de incêndio nº 1 é protegido por um disjuntor no Centro Auxiliar de Controle de Motores nº 1, e o motor para a bomba nº 2 é protegido por um disjuntor no Centro Auxiliar de Controle de Motores nº 3. Normalmente as bombas são ligadas automaticamente. Todavia, qualquer uma delas poderá ser posta em movimento por um botão no respectivo Centro Auxiliar de Controle de Motores ou pela chave "Manual" no painel de controle I.E.F., na parede da Galeria de Tubulação próximo às bombas. O sistema de água de proteção contra incêndio para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.8, no final do capítulo.

2.5.2.10. Sistema de CO₂ de Proteção Contra Incêndio

Existem três sistemas independentes de CO₂ de proteção contra incêndio, operados à pressão: um para os geradores, um para a Sala de Purificação do Óleo e outro para a Sala de Armazenamento do Óleo. Além dos sistemas mencionados acima, doze extintores de incêndio portáteis de CO₂, bem como outros doze de pó químico seco, estão distribuídos por toda a Casa de Força, em posições estratégicas. Os sistemas de CO₂ para as salas do óleo são projetados para liberação tanto automática, através da atuação dos dispositivos detetores de temperatura das salas, como através do respectivo comando manual situado na parede das salas de óleo (do lado externo das salas) ou ainda puxando o pino e alavanca em uma das cabeças de controle do cilindro do sistema que se queira utilizar. Cada sistema da sala de óleo é completo, dispendo de alarmes locais e à distância, relés de retardamento, dispositivos de atuação para os "dampers" (de ventilação) do suprimento de ar e portas corta-fogo das salas de óleo, dispositivos desligadores do equipamento (para bombas, purificador, exaustores e estufa na Sala de Purificação do Óleo), dispositivos de teste e lâmpadas-piloto. Cada sistema dispõe de uma reserva de 100% de cilindros que podem ser rapidamente colocados em serviço em seguida à descarga da bateria principal de cilindros. Todos os cilindros são de capacidade de 100 libras-peso (45 kg) de CO₂ e são dispostos em duas fileiras junto à parede da Sala de Armazenamento de Óleo. Para a verificação do peso do conteúdo gasoso há uma balança para pesar, no local, os cilindros.

2.5.2.11. Sistema de Ar Comprimido de Serviço da Usina

O equipamento para o sistema de ar comprimido de Serviço da Usina consiste em duas unidades compressoras horizontais de dupla ação, um resfriador posterior refrigerado à água e um reservatório horizontal de ar. O equipamento fica localizado na Sala de Compressores de Ar.

Do reservatório de ar de Serviço da Usina, o ar é distribuído através de um sistema de tubulação até o tanque hidropneumático da estação de tratamento d'água, até o ejetor de esgoto, válvulas de controle de temperatura e reguladoras de pressão da água de refrigeração, o reservatório do freio a ar do gerador, as válvulas de ar da turbina, os medidores de vazão da turbina, o painel Bubbletrol e a todas as tomadas de ar da Usina. A pressão nominal do sistema será de 7 kg/cm² (100 psi).

Cada um dos dois compressores de ar é do tipo horizontal, um estágio, dupla ação, refrigerado a água, acionado por motor elétrico de 25 HP, 1800 rpm, 380 volts, 60 ciclos. As unidades têm capacidade nominal para fornecer cada uma um fluxo de ar de 104 pés cúbicos por minuto à pressão de descarga de 100 psi. As unidades são acionadas por correias em "V" e giram a 450 rpm. Cada unidade está equipada com um filtro de ar, válvulas "feather", lubrificação forçada, filtro de admissão de ar, guarda-correias e controle "bypass" utilizando uma válvula solenóide de 3 vias. O sistema de ar comprimido e de serviço para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.9, no final do capítulo.

2.5.2.12. Sistema de Ventilação e Ar Condicionado

A casa de força está equipada com um sistema de suprimento e exaustão para distribuir o ar filtrado do exterior às suas salas e galerias. O edifício de controle e os escritórios estão providos com uma central para o sistema de ar condicionado para filtrar, refrigerar e secar parcialmente o ar e para introduzir uma quantidade fixa de ar externo para fins de ventilação das áreas servidas.

O sistema de ventilação está projetado para produzir uma renovação suficiente de ar para a ventilação adequada de todas as salas e galerias da Casa de Força (com exceção das áreas servidas por ar condicionado) e para prover ar suficiente para a dissipação do calor gerado nas áreas onde prevalece essa condição.

O sistema de ar condicionado serve à Sala de Controle, escritórios e Sala de Reunião, vestibulo superior e inferior. Há apenas uma zona e por isso somente um termostato elétrico, tipo potenciométrico de ambiente. O termostato está localizado na Sala de Controle. O sistema é projetado para refrigerar e desumidificar as áreas servidas para 29,4°C (85°F) a bulbo seco e para uma umidade relativa de 50% (a umidade não é controlada), com um ambiente externo de ar a 40,6°C (105°F) bulbo seco, 33,1°C (91,6°F) bulbo umedecido (umidade relativa de 60%). O sistema de ventilação e de ar condicionado para a usina de Boa Esperança são ilustrados pelas figuras 2.5.2.10 e 2.5.2.11, no final do capítulo.

2.5.2.13. Sistema de Óleo de Lubrificação

Há um sistema de óleo de lubrificação, separado e independente. O sistema consiste em 2 tanques de armazenamento de óleo com capacidade para 2000 galões (7600 litros), duas bombas de transferência de óleo com capacidade para 50 gpm (190 litros por minuto) acionadas a motor, uma bomba portátil de transferência de óleo de 50 gpm (190 litros por minuto), um purificador portátil de óleo, completo com centrífuga, filtro-prensa, aquecedores de óleo e bombas, mangueiras e adaptadores e um jogo de tubulação de alimentação e retorno do óleo para atender aos mancais da turbina e do gerador e ao sistema de óleo do regulador. O sistema de óleo de lubrificação para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.12, no final do capítulo.

2.5.2.14. Sistema de Óleo Isolante

O sistema de óleo isolante foi instalado para facilitar a manutenção dos transformadores de força. O sistema consiste em:

- Conexões para enchimento e rejeição na caixa de enchimento.
- Um tanque para óleo limpo e outro para óleo sujo, cada um com uma capacidade para 7.000 galões (26.500 litros).
- Os cabeçotes de sucção e entrega estão localizados na sala de purificação do óleo para o controle das operações, sendo que os cabeçotes são providos com conexões para mangueira para enchimento por tambores e drenagem do tanque (estas últimas na sala de armazenamento do óleo) e mais as conexões da mangueira do purificador.
- Duas bombas de transferência de 50 gpm (190 litros por minutos) cada, com as mesmas especificações das do sistema de óleo de lubrificação.
- Um purificador portátil para 1320 galões (5000 litros) por hora. Este mesmo purificador será usado para o sistema de óleo de lubrificação.
- Válvulas de manutenção dos transformadores, com conexões de alimentação e de retorno, estão localizadas entre os transformadores principais nº 1 e nº 2.
- Tubulação de interligação com “bypasses” para a lavagem das linhas.

O sistema de óleo isolante para a usina de Boa Esperança é ilustrado pela figura 2.5.2.13, no final do capítulo.

2.5.2.15. Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação consiste em luminárias incandescentes e fluorescentes dentro da casa de força, luminárias incandescentes e a vapor de mercúrio na tomada d'água, luminárias incandescentes e a vapor de mercúrio na Subestação, e luminárias a vapor de mercúrio para a

iluminação da estrada da crista da barragem e da estrada de acesso à Casa de Força. A distribuição desta iluminação para a Casa de Força, Tomada D'água e Subestação é feita através dos Painéis de Iluminação "A", "B", "C", "D", "E" e "G". Estes painéis contêm circuitos trifásicos de 220/127 volts e derivações protegidos por disjuntores de caixa moldada, com disparo de 20 a 25 ampères a 127 ou 220 volts. A iluminação da estrada na crista da barragem e da estrada de acesso é alimentada diretamente em 380/220 volts do Centro Auxiliar de Controle de Motores nº 2.

Cada um dos painéis de iluminação citados acima é alimentado por um transformador de 380/220 volts, localizados junto aos painéis.

Um sistema de iluminação de emergência é alimentado pelos barramentos de c.c. nº 1 e nº 2. O sistema consiste em uma chave automática de transferência, num contator no painel principal de c.c., Painel "F", localizado no corredor abaixo da Sala de Controle e num sistema independente de iluminação. O sistema fornece uma iluminação mínima para todas as áreas da casa de força e da subestação, durante uma emergência.

2.5.2.16. Sistema de Força de Emergência (Grupos MG Diesel)

Dois grupos geradores diesel de emergência de 200 kW, 400 volts, trifásicos, 60 ciclos, 1800 rpm, estão localizados num edifício separado, no lado de montante da área de montagem. Os grupos destinam-se a prover energia essencial para os serviços da usina, na eventualidade da perda completa da alimentação normal de 400 volts c.a. para os serviços auxiliares. A partida dos geradores diesel é automática durante uma emergência.

Após a falha de tensão no barramento de partida e emergência, os dois grupos geradores diesel partirão energizando o "barramento de partida e emergência" em seqüência selecionado. Os grupos sincronizam-se automaticamente um ao outro e absorvem a carga existente, incluindo as cargas de iluminação e as cargas motrizes controladas por dispositivo piloto, tais como bombas e compressores. Todas as cargas não-essenciais deverão ser desligadas durante uma emergência. O operador deverá controlar cuidadosamente a carga diesel de emergência, para evitar sobrecarga e fazer com que cargas tais como guindastes, guinchos, aquecedores e máquinas de solda sejam programados duma maneira escalonada.

Após o retorno da alimentação normal de energia os grupos diesel são sincronizados manualmente com o transformador de 1000 kVA e desligados depois de transferida a carga à alimentação normal. Os grupos diesel não deverão ser operados em paralelo com os transformadores de 1000 kVA excetuando-se durante a transferência e testes.

Cada unidade consiste em um motor Caterpillar Diesel, 325 HP, 1800 rpm, diretamente acoplado a um gerador General Electric S. A., 250 kVA, fator de potência 0,8, 400/231 volts c.a., equipado com uma excitatriz sem escovas e um regulador eletrônico de tensão. Um quadro de

controle Brawn Boveri, consistindo em três painéis, contém os disjuntores principais (52-A6 e 52-A7), os relés de partida automática, de sincronização e de proteção, instrumentos e chaves de controle.

Os dois grupos estão equipados com uma bateria de 24 volts c.c. para a energia de controle, um tanque principal de armazenamento de combustível, um tanque diário de óleo combustível, uma bomba acionada por motor elétrico e uma manual e um compressor de ar (acionado tanto por motor elétrico como por motor a gasolina) para a partida do grupo. Os dois grupos são completamente autônomos e auto-suficientes para a sua partida e operação.

2.5.3. Geradores

Os geradores da Usina de Boa Esperança são do tipo eixo vertical, tipo "umbrela", com um mancal guia e um mancal escora combinados, localizados sob o rotor. A potência contínua máxima nas máquinas 01G1 e 01G2 (códigos operacionais dos geradores 1 e 2) é de 54 MW com fator de potência 0,9, ou seja, 60 MVA. Sendo que as máquinas 01G3 e 01G4 (geradores 3 e 4), mais modernas, têm uma capacidade máxima de 70 MVA, fator de potência 0,95 e 67 MW.

O gerador transforma a energia mecânica que o mesmo recebe do eixo da turbina em energia elétrica. Seu princípio de funcionamento se baseia na produção de força eletromotriz no estator, por meio de um campo rotativo produzido pelo enrolamento indutor que está alojado nos pólos do alternador.

2.5.3.a. Características Elétricas

Características elétricas das unidades 1 e 2:

• N° de fase	3
• Ligação	Estrela
• Tensão	13800 V
• Corrente	2184 A
• Fator de potência	0,9
• Potência	52200 kVA
• Rotação	120 rpm
• N° de pólos	60
• Frequência	60 Hz
• Elevação de temperatura no estator	60 °C
• Elevação de temperatura no rotor	60 °C

- Variação de tensão $\pm 5\%$
- Potência máxima (em regime contínuo) 60 MVA
- Velocidade de disparo 230 rpm
- Momento de inércia 12.401 tm^2
- Sistema de aterramento do neutro Através de impedância
- Sistema de excitação Tipo rotativa

Características elétricas das unidades 3 e 4:

- Potência nominal 67 MVA
- Potência máxima (em regime contínuo) 71 MVA
- Tensão nominal 13,8 kV
- Faixa de variação da tensão nominal $\pm 5\%$
- Fator de potência nominal 0,95
- Frequência nominal 60 Hz
- Velocidade nominal 120 rpm
- Velocidade de disparo 224 rpm
- Ligação dos enrolamentos do estator Estrela com neutro aterrado
- Sistema de aterramento do neutro Através de impedância
- Sistema de excitação Estático
- Momento de inércia 12.600 tm^2
- Classe de isolamento F
- Capacidade como compensador síncrono 42 MVAr

2.5.3.b. Estator

O estator possui 576 ranhuras, há duas barras por ranhura. Cada barra que constitui o enrolamento do estator, compõe-se de vários condutores de cobre eletrolítico, de secção retangular. Os condutores são separados por camadas de asbesto com tecido de vidro que isolam estes condutores, diminuindo o efeito das correntes circulantes.

Nas ranhuras do núcleo, onde vão as barras do enrolamento do estator, foi colocado um material grafitado para proteção contra corona e com o fim de estabelecer um contato térmico eficiente entre as barras e o ferro do estator. As barras bem ajustadas dentro de cada ranhura do núcleo são separadas uma da outra por meio de espaçadores de celeron.

2.5.3.c. Rotor

O enrolamento indutor tem como finalidade gerar o fluxo magnético da máquina, sendo o mesmo percorrido pela corrente contínua de excitação fornecida pela fonte de excitação do gerador.

O mesmo é formado de bobinas que se alojam nos núcleos dos pólos e estão ligados eletricamente umas às outras. As bobinas constituintes do enrolamento indutor são formadas por espiras de cobre eletrolítico de secção aproximadamente retangular. Estas espiras são isoladas à base de fibra de vidro e asbestos.

O enrolamento indutor é dimensionado de modo a suportar a corrente de excitação necessária para as diversas condições de carga do gerador, sem ultrapassar o limite de temperatura permissível.

2.5.3.1 Manobras Para Partida de Uma Unidade

As manobras para partida de uma unidade obedecem a seguinte seqüência.

1. Equalizar o tubo de sucção.
2. Abrir a comporta do tubo de sucção.
3. Abrir a comporta da tomada d'água.
4. Destruar o servomotor.
5. Ligar os auxiliares nº 1 ou nº 2 dos respectivos trafos de 60 ou 70 MVA.
6. Ligar a bomba de graxa.
7. Desligar os aquecedores.
8. Ligar a água de refrigeração do gerador e verificar a vazão.
9. Colocar os freios na posição "automático".
10. Ligar a chave da bomba de alta pressão.
11. Colocar a chave de transferência do comando do regulador de velocidade na posição "controle do regulador".
12. Ligar a chave mestra.
13. Armar o solenóide de parada.
14. Abrir as palhetas até 30%.
15. Abrir a válvula para admissão de ar para a turbina.
16. Ligar o sistema de CO₂.
17. Fechar o disjuntor de campo e excitar o gerador.
18. Transferir o CCM para sua barra normal. (CCM é o Centro de Controle de Motores).
19. Colocar o gerador no sistema.

2.5.3.2. Manobras Para Parada Normal de Uma Unidade

Devemos na parada de uma unidade obedecer uma certa seqüência lógica com o fim de garantir a proteção da máquina, assim como a proteção do pessoal. A seqüência é a seguinte.

1. Transferir o serviço auxiliar da usina para a barra alimentada pela unidade que vai continuar em operação.
2. Zerar os fluxos de potência ativa e reativa.
3. Retirar o gerador do sistema abrindo os respectivos disjuntores que os ligam aos barramentos.
4. Desexcitar o gerador e depois abrir o disjuntor de campo.
5. Fechar as palhetas e esperar a atuação dos freios, até a parada total da unidade.
6. Desligar a bomba de alta pressão.
7. Fechar a válvula de ar para a turbina.
8. Fechar a água de refrigeração do gerador.
9. Desligar o sistema de CO₂.
10. Desligar os auxiliares respectivos, dos trafos de 60 ou 70 MVA.
11. Ligar os aquecedores.
12. Fechar a respectiva comporta.
13. Rodar a máquina para esvaziar o conduto forçado.
14. Fechar a comporta do tubo de sucção.
15. Esvaziar o poço da turbina.
16. Travar o servomotor.
17. Desligar os freios.
18. Travar a chave de transferência do regulador de velocidade no respectivo gabinete.

2.5.3.3. Seqüência de Operações Gerais Para Colocar o Gerador no Sistema

1. Levantar o rotor. É possível de duas maneiras. a) Usando os cilindros do sistema de frenagem e levantamento. b) Injetando óleo a alta pressão por meio de um sistema especial que impele o óleo através de orifícios localizados nos patins do mancal de escora.
2. Formada a película de óleo deve-se imediatamente girar a turbina sem esquecer de liberar os freios. Para isso deve-se observar o sistema de sinalização do sistema de travamento.
3. Colocar em funcionamento os sistemas de lubrificação dos mancais e do gerador.
4. Girar o gerador a velocidade nominal.
5. Com o gerador em velocidade nominal ligar a excitação.
6. Verificar se as fases do alternador estão em sincronismo com a rede.
7. Para que o gerador sincronize com a rede no momento de entrada no sistema, alguns requisitos devem ser preenchidos. a) A freqüência deve ser a mesma da rede. b) As fases devem estar em sincronismo com a rede. c) A tensão deve ser a mesma da rede.

8. Com a tensão igualada e o ponteiro do sincronoscópio girando no sentido horário lentamente, deve-se iniciar o fechamento do disjuntor quando o ponteiro do sincronoscópio estiver próximo da posição 12 horas. O disjuntor deve fechar quando o ponteiro atingir a posição de 12 horas.
9. Efetuada a sincronização do alternador com a rede, inicia-se o processo de carregar o gerador com a carga para evitar motorização. Chegando-se aos poucos a carga nominal.
10. Neste processo a turbina com seu regulador se encarrega de fornecer a potência necessária para que o gerador forneça potência nominal e o gerador com seu sistema de regulação, por sua vez se encarregará de manter a tensão e o fator de potência desejados.

2.6. Subestação Elevadora – SE/UBE

A subestação elevadora da Usina de Boa Esperança (SE/UBE) é constituída de quatro transformadores elevadores 13.8/230 kV, sendo um de 60 MVA e três de 70 MVA; dois transformadores abaixadores 230/69/13.8 kV, 39 MVA; nove disjuntores de 230 kV; um transformador de aterramento de 69 kV; chaves seccionadoras; pára-raios; disjuntores de 69 kV e 13.8 kV; transformadores de potencial e transformadores de corrente tipo bucha.

A SE/UBE funciona em sistema anel, isto quando os nove disjuntores de 230 kV estão fechados. Isto é importante, pois no caso de manutenção de alguns disjuntores, as máquinas continuam em paralelo, não havendo assim nenhuma interrupção de fornecimento de energia ao sistema.

Caso uma máquina esteja fora do sistema, a subestação poderá operar em anel, para isto é necessário apenas que as chaves seccionadoras do respectivo transformador elevador estejam abertas. Esta operação dá maior confiabilidade no fornecimento de energia ao sistema Boa Esperança.

No final do capítulo apresentamos a figura 2.6.1 que representa o diagrama unifilar da SE/UBE e a seguir descrevemos cada um dos componentes da subestação.

2.6.1. Transformadores Elevadores

São unidades trifásicas, com capacidade de 60 MVA e 70 MVA, 13.8/230 kV estrela aterrado. São constituído de dois enrolamentos imersos em óleo, com circulação forçada de óleo refrigerados a ar.

Os transformadores possuem taps no enrolamento de alta voltagem, com ligações externas para mudanças.

Cada transformador possui 18 ventiladores, os quais estão divididos em dois grupos de nove ventiladores. Uma bomba está provida para aumentar a circulação natural do óleo. Os

ventiladores são normalmente postos em operação automática. Dispositivos de temperatura do enrolamento controla automaticamente o sistema de resfriamento. Quando a temperatura do enrolamento atingir 85 °C o primeiro grupo de ventiladores e a bomba de óleo começam a operar, e o segundo grupo quando a temperatura atingir 90 °C.

Existem sistemas de supervisão e proteção da temperatura e nível do óleo. Dispositivos que medem a temperatura dos enrolamentos ajustados para 105 °C e um dispositivo que mede a temperatura do óleo no topo ajustado a 90 °C que anuncia na Sala de Controle. Se houver um defeito interno que provoque sobrepressão, um relé Buccholz desliga a unidade através do Relé de Bloqueio da Unidade (86U).

Existe acima do transformador um pequeno tanque de óleo, que é necessário para a dilatação natural do óleo com a variação da temperatura; neste tanque existe um respiro de Silica-Gel que é um agente desidratante que reduz a umidade interna. Os trafos possuem uma válvula de descarga, com diafragma que se rompe numa pressão de 0,56 kg/cm². O relé Buccholz deverá tirar o trafeo antes de romper o diafragma no caso de um defeito interno.

Os trafos principais possuem os seguintes tipos de proteção: um indicador de temperatura do enrolamento, um relé Buccholz e um relé de proteção diferencial (87U). Existe também um dispositivo para indicação e registro da temperatura na Sala de Controle.

Se houver um defeito, o relé Buccholz ou o relé diferencial que protege a região do gerador-transformador energiza o relé de bloqueio da unidade, que por sua vez energiza o solenóide que fecha as palhetas do distribuidor, parando a respectiva unidade.

Existe no piso dos geradores, logo na saída dos mesmos, os Cubículos de Proteção Contra Surto. Estes cubículos são ligados aos geradores através do sistema de barramento de fases isoladas. Dentro de cada cubículo existem seis condensadores de surto (dois em paralelo por cada fase) de 0,25 microfarad, 13,8 kV. Estes condensadores são ligados em paralelo com um pára-raios de 15 kV entre cada fase e a terra.

Dentro de cada cubículo existem dois jogos de TP'S por fase com a relação de transformação de 14,4 kV – 120 V. Um destes jogos é usado para o regulador de tensão e o outro é usado para a medição de relés de proteção e para a sincronização. Estes TP'S são protegidos por fusíveis de 14,4 kV – 4 ampères. Estes cubículos protegem os geradores contra sobretensão de raios ou de manobras.

2.6.2. Transformadores de Força

A SE/UBE possui dois transformadores de força de fabricação Brown-Boveri, são utilizados para abaixar a tensão de transmissão primária de 230 kV, para a tensão de subtransmissão de 69 kV e para a tensão de distribuição de 13.8 kV.

São unidades trifásicas de três enrolamentos, equipados com comutador de sob carga na alta tensão, conservador de óleo e dois grupos de ventiladores para o estágio de ventilação forçada. Cada grupo é constituído de seis ventiladores que estão situados nos radiadores.

Os enrolamentos possuem as seguintes ligações: estrela aterrado para alta tensão, triângulo para média tensão e estrela aterrado para baixa tensão.

2.6.3. Disjuntores de 230 kV

Características elétricas:

- Tensão nominal 230 kV
- Tensão máxima contínua 242 kV
- Capacidade de interrupção 15.000 MVA
- Tempo de interrupção 3 ciclos
- Frequência 60 Hz
- Corrente nominal 1600 A
- Corrente nominal de ruptura simétrica a tensão nominal 33 kA
- Corrente máxima de ruptura assimétrica em 230 kV 43,2 kA
- Nível básico de impulso 900 kV
- Pressão normal de ar (operação) 510 psi

A extinção de arco nestes disjuntores é feita por ar comprimido, assim também como o mecanismo de operação. O ar comprimido é obtido por compressores individuais de quatro respiradores e separadores de umidade até atingir a pressão de 2000 psi. Neste estágio o ar é secado e enviado ao tanque de armazenamento através de uma válvula de retenção. O ar a alta pressão (2000 psi) do tanque de armazenamento é levado a uma válvula reguladora, cuja saída a 500 psi passa por uma tubulação de distribuição, na qual cada linha alimenta a válvula solenóide de mecanismo de interrupção.

O gás SF₆ (hexafluoreto de enxofre) é usado como isolante, preenchendo a coluna de suporte e as brechas de entrada. A pressão nominal máxima é de 48,2 psi e a mínima é de 38,3 psi.

2.6.4. Transformador de Aterramento

O transformador de aterramento da SE/UBE é do tipo ND10N, fabricado pela Brawn-Boveri. É uma unidade trifásica, está ligado ao barramento de 69 kV por meio de chaves seccionadoras.

Está equipado com radiadores, conservador de óleo, secador de ar (com sílica gel) e indicador de nível de óleo. O resfriamento se faz por um sistema de circulação natural do óleo.

Dados de placa:

- Tensão nominal 69 kV
- Numero de fases 3
- Isolamento óleo
- Frequência 60 Hz
- Elevação de temperatura contínua 55 °C
- Nível básico de impulso
 - Fase 350 kV
 - Neutro 110 kV
- Corrente no neutro durante 10 segundos 903 A
- Potência durante 10 segundos 36 MVA

2.6.5. Pára-Raios

Os pára-raios de 230 kV da SE/UBE são do tipo Alugard, fabricado pela General-Electric. Estes pára-raios são utilizados para proteção dos transformadores de 60 e 70 MVA e demais equipamentos.

Características elétricas:

- Tensão nominal 228 kV (eficaz)
- Tensão disruptiva à 60 Hz 376 kV (eficaz)
- Com impulso de 1,2x50 s e 100% 547 kV (pico)
- Na frente de onda de impulso 640 kV (pico)
- Tensão residual de descarga com onda de 8x20 s e corrente de descarga de
 - 1,5 kA 355 kV (pico)
 - 3,0 kA 413 kV (pico)
 - 5,0 kA 452 kV (pico)
 - 10,0 kA 510 kV (pico)
 - 20,0 kA 575 kV (pico)
 - 40,0 kA 675 kV (pico)

2.6.6. Chaves Seccionadoras

As chaves seccionadoras de 230 kV, utilizadas na SE/UBE são de fabricação H. K. Porte do Brasil, do tipo MK-40.

Estas chaves consistem de três pólos monofásicos idênticos, interligados através de tubos, ajustáveis, interfásicos de comando. Cada fase consiste de três colunas de isoladores, sendo uma rotativa e as demais simplesmente suporte. A operação da chave é feita manualmente por intermédio de uma manivela. Estas chaves têm a finalidade de isoladora do disjuntor, desvio (bypass) do disjuntor, seletora das barras, aterramento da linha e isoladora de transformador.

As chaves seccionadoras das unidades 3 e 4 possuem comando remoto elétrico e comando local elétrico e local mecânico

Características elétricas:

- Tensão nominal 230 kV
- Tensão máxima aplicável 242 kV
- Nível básico de impulso 900 kV
- Corrente nominal 1200 A
- Corrente instantânea 61000 A
- Corrente de 4 segundos 38000 A

2.6.7. Disjuntores de 69 kV

Há dois disjuntores de fabricação Sprecher & Schuh e um da Brown-Boveri.

São disjuntores a pequeno volume de óleo, sendo cada fase constituída em estruturas independentes e movimentado por meio de um mecanismo de comando único.

Estes disjuntores, em princípio, são constituídos de contatos fixos, tubo de contato móvel e câmara de extinção de arco.

Características elétricas - Sprecher & Schuh:

- Tensão nominal 45/72,5 kV
- Tensão máxima de serviço 72,5 kV
- Corrente nominal 1000/16000 A
- Corrente nominal de ruptura simétrica 19,2 kA
- Corrente nominal de fechamento 49,2 kA

Características elétricas Brown- Boveri:

- Tipo TF 72.6
- Números de pólos 3
- Tensão nominal/máxima de serviço 69/72,5 kV
- Frequência 60 Hz
- Corrente nominal 800 A
- Capacidade de interrupção simétrica 1500 MVA
- Capacidade de fechamento 30,6 kA
- Sobrecorrente de curta duração 12 kA
- Tempo nominal de interrupção 80 ms
- Tensão de impulso 350 kV

2.7. Subestação de 500/230 kV

A construção da SE/BEA 500/230 kV - 300 MVA, foi para seccionar o trecho da LT-500 kV entre São João do Piauí e Presidente Dutra, da interligação Nordeste/Norte, e propiciar novo elo de interligação entre a Usina de Boa Esperança e o sistema de 230 kV da CHESF. Ela foi projetada para, na etapa afinal, ter uma capacidade de transformação de 1600 MVA (2 x 600 MVA - 500/230 kV mais 4 x 100 MVA - 230/69 kV).

A subestação em referência está localizada no município de São João dos Patos, Estado do Maranhão, a aproximadamente 3 km da Usina de Boa Esperança. No final do capítulo apresentamos a figura 2.7.1 que representa o diagrama unifilar da SE/BEA, e a seguir descrevemos as suas principais características técnicas.

2.7.1. Dados Históricos

No dia 11/12/80 às 11:40 hs, foi energizado, pela primeira vez o setor de 500 kV na tensão de 230 kV procedente de Sobradinho. Neste mesmo dia às 11:42 hs, foi energizado, pela primeira vez o setor de 230 kV procedente de Sobradinho, através de fechamento do 14T1-B.

No dia 15/08/81 às 17:05 hs, foi energizado a SE/BEA em 500 kV pela primeira vez através da LT-05C6 procedente de Sobradinho. Neste mesmo dia às 17:08 hs, foi energizado os autotransformadores 05T1, pela primeira vez em definitivo.

No dia 12/10/81 às 17:50 hs, foi fechado o disjuntor 15C7 e energizado a LT-05C7 em 500 kV, energizando as subestações de Presidente Dutra e Imperatriz pela primeira vez em 500 kV. Marco da interligação NORDESTE/NORTE.

2.7.2. Dados Técnicos

Pátio 500 kV

Existem no pátio de 500 kV:

- 1 “bay” completo para conexão das linhas em 500 kV de Presidente Dutra e São João do Piauí.
- 1 “bay” completo para conexão de buchas de autotransformadores de 500/230 kV.

Pátio 230 kV

É do tipo barra dupla, empregando disjuntores simples e chaves seccionadoras por “bay”, “bay’s” para conexão da interligação da barra de autotransformadores 500/230 kV às barras principais, com dois disjuntores e seis chaves seccionadoras.

- 2 “bay’s” de autotransformador 500/230 kV
- 2 “bay’s” de linha - Teresina
- 1 “bay” de linha - Usina Boa Esperança
- 1 “bay” de acoplamento de barras

2.7.3. Transformadores e Reatores

As características dos transformadores e dos reatores são as seguintes:

- 4 autotransformadores monofásicos $\frac{500}{\sqrt{3}} / \frac{230}{\sqrt{3}}$ - 13,8 kV - 100 MVA, ligação estrela aterrada - delta com comutação em carga. Mediante simples mudança de “jumpers” o autotransformador reserva pode substituir qualquer uma das outras 3 unidades.
- 10 reatores monofásicos de $\frac{500}{\sqrt{3}}$ kV - 333 MVA_r, ligação estrela aterrada através de reatância de aterramento. O reator reserva, por simples mudança de “jumper” pode substituir qualquer uma das outras 10 unidades.
- 2 reatores de neutro, 50 kV, 60 Hz.

2.7.4. Serviços Auxiliares (Cargas Gerais da Subestação)

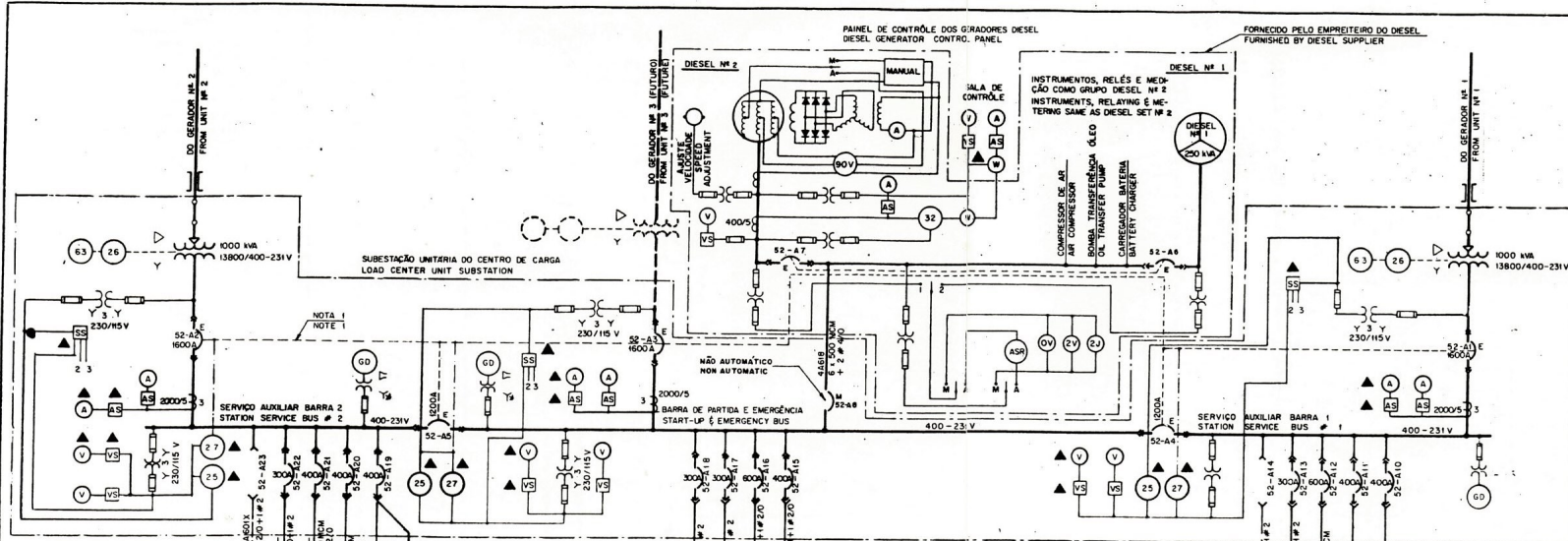
O sistema de C.A. para os serviços auxiliares estava previsto para ser suprido através do enrolamento terciário de 13,8 kV do banco de autotransformadores ATR-1 500/230/13,8 kV, 300

MVA, sendo hoje suprido através de uma rede de distribuição em 13,8 kV alimentada desde a subestação de 230/69/13,8 kV da Usina de Boa Esperança.

2.7.5. Sistema de Comando

Na casa de comando central se encontram instalados os seguintes equipamentos para 500/230 kV:

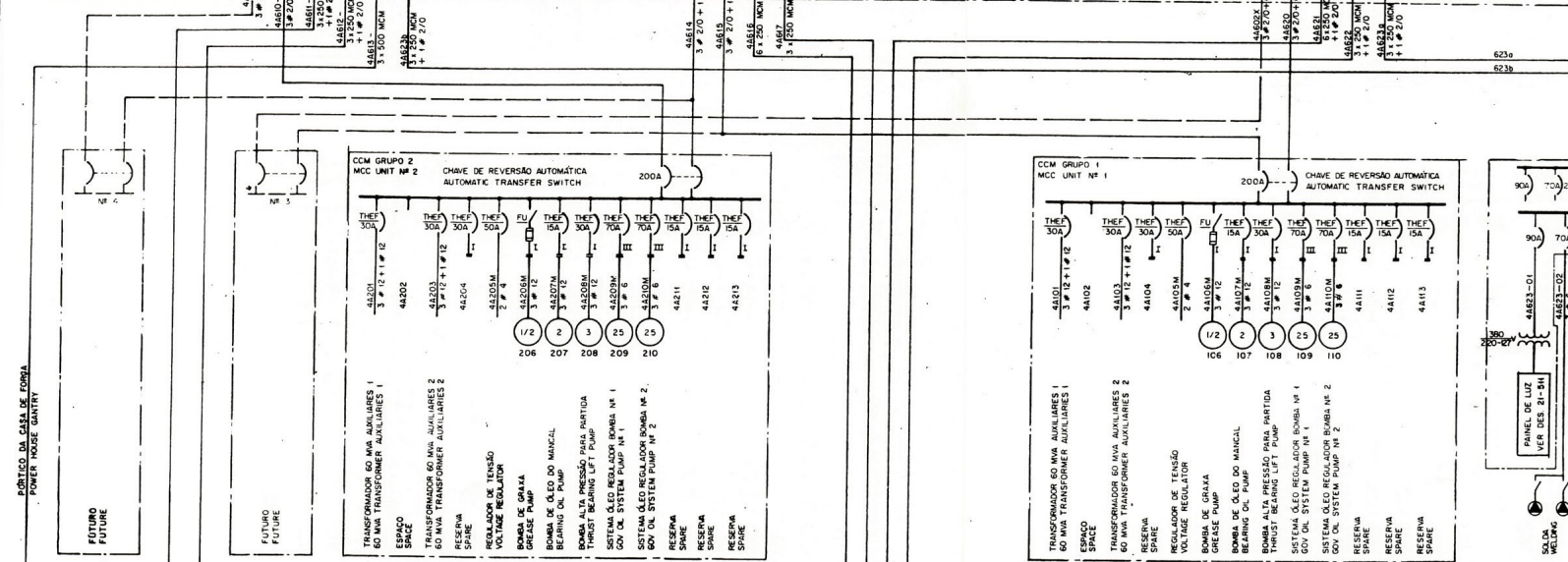
- Painéis de comando.
- Painéis de registradores.
- Painéis de supervisão dos serviços auxiliares.
- Painéis de sincronização.
- Chassis de relés repetidores.
- Painéis de serviços auxiliares de 440 VAC.
- Painéis de serviços auxiliares de 125 VAC do pátio 500 kV.
- Painéis de serviços auxiliares de 220/127 VAC.
- Carregadores de baterias.
- Baterias.
- Equipamentos de comunicação.



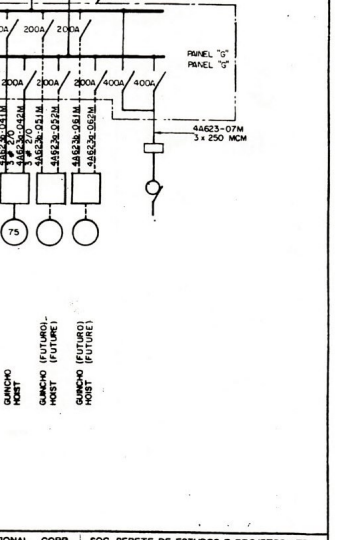
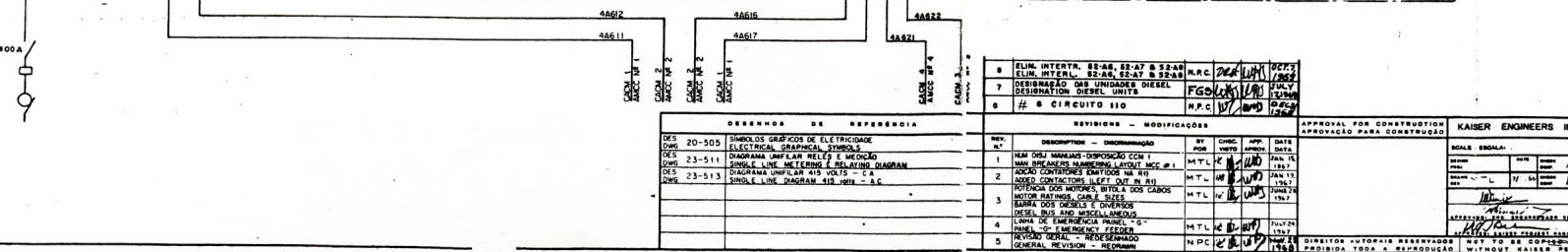
ABREVIACOES	ABREVIATIONS
MCC	CENTRO DE CONTROLE DOS MOTORES DO GERADOR
CCM	UNIT MOTOR CONTROL CENTER
AMCC	CENTRO AUXILIAR DE CONTROLE DOS MOTORES
CACM	AUXILIARY MOTOR CONTROL CENTER
C.W.	AGUA DE RESFRIAMENTO
GD	DETECTOR DE TERRA
▲	LOCALIZADO NA SALA DE CONTROLE
	GROUND DETECTOR LOCATED IN CONTROL ROOM

NOTA
ESTÃO PREVISTOS INTERFERRAMENTOS PARA OS DESAJUSTES 52-41, 52-42, 52-43, 52-44 E 52-45.

NOTE
INTERLOCKS ARE PROVIDED FOR BREAKERS 52-41, 52-42, 52-43, 52-44 AND 52-45.



FORNECIDO CONFORME CONTRATO K-20
FURNISHED UNDER CONTRACT K-20

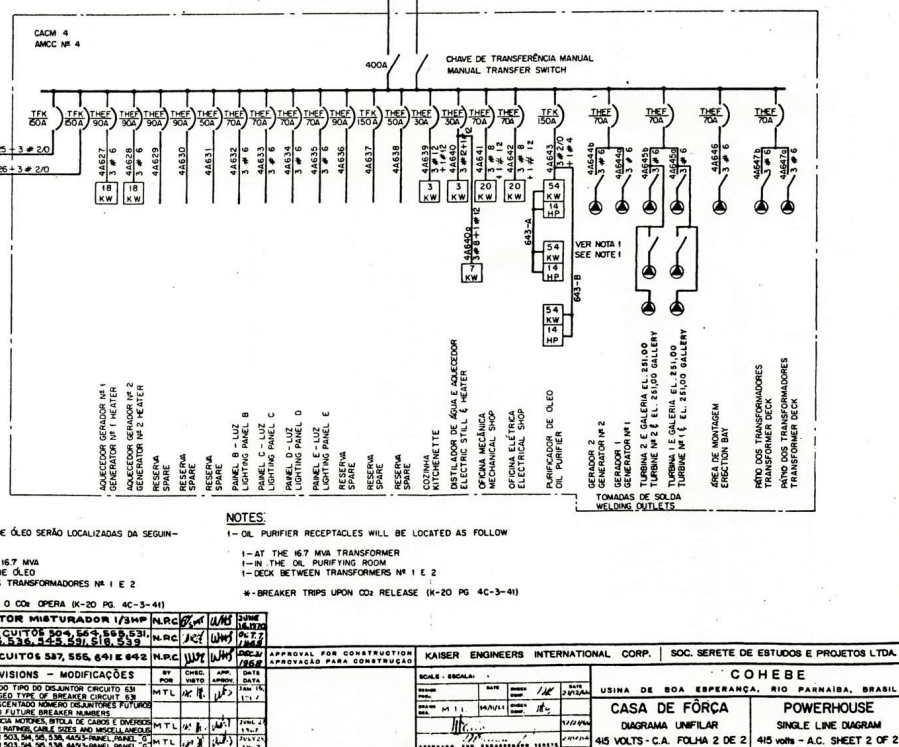
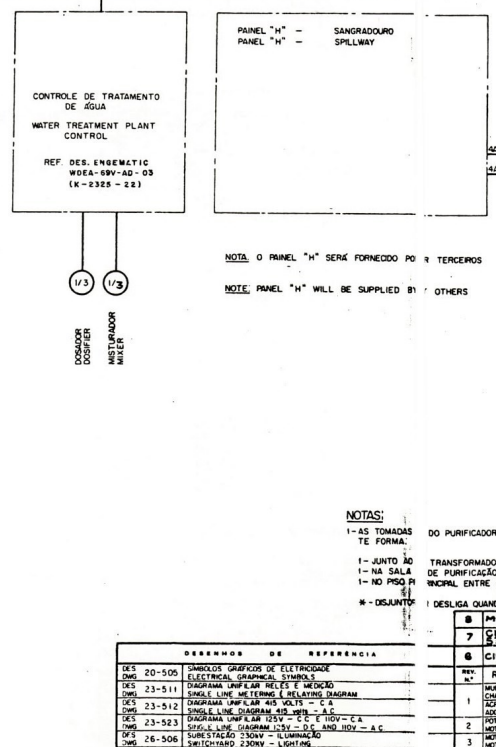
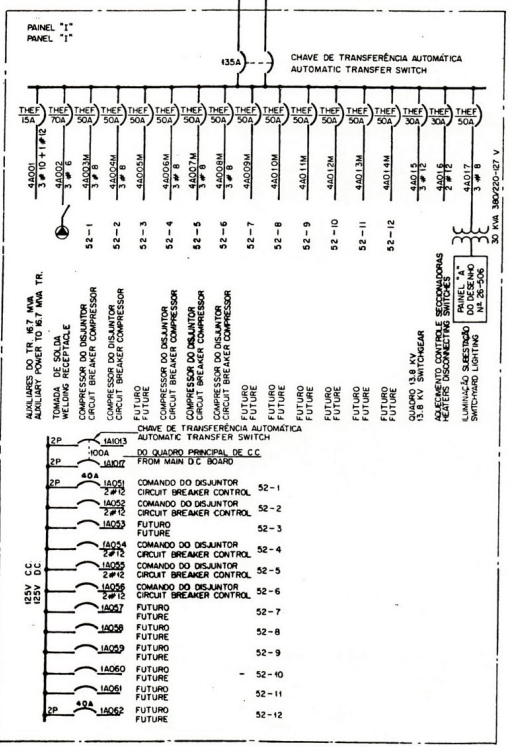
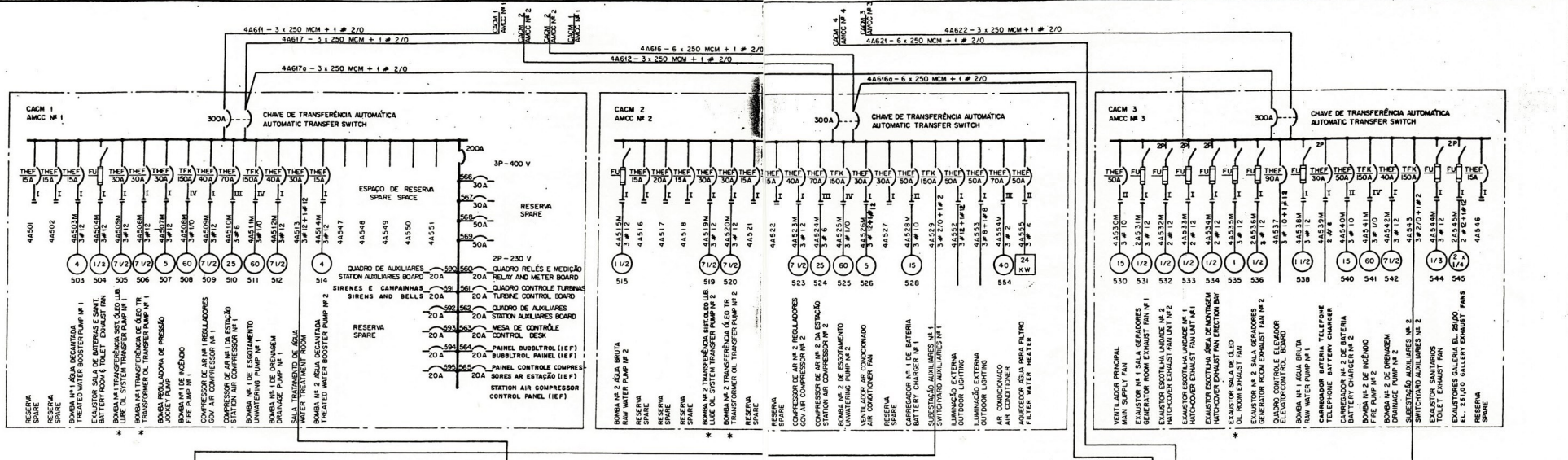


DES	DESCRIÇÃO - DESIGNATION	REV.	REV.	COMO	APP.	DATA
0	ELIM. INTERL. DE 52-41, 52-42, 52-43, 52-44, 52-45	N.C.				02/23
1	DESIGNAÇÃO DAS UNIDADES DIESEL	N.C.				02/23
2	DESIGNAÇÃO DAS UNIDADES DIESEL	N.C.				02/23
3	# 8 CIRCUITO 110	N.C.				02/23

REV.	DESCRIÇÃO - DESIGNATION	REV.	REV.	COMO	APP.	DATA
1	NEW DIEZ MANEJOS - OPERAÇÃO CCM	N.T.L.				02/23
2	ADDO CONTATORES LEFT OUT IN R11	N.T.L.				02/23
3	MOTOR RATINGS, CABLE SIZES	N.T.L.				02/23
4	DIESEL BUS AND MISCELLANEOUS	N.T.L.				02/23
5	GENERAL REVISION - REVISÃO	N.P.C.				02/23

APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO		Kaiser Engineers International Corp. / SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
Scale: 1:1	Scale: 1:1	Scale: 1:1	Scale: 1:1
USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL	CASA DE FORÇA	POWERHOUSE	SINGLE LINE DIAGRAM
415 VOLTS - C.A. FOLHA 1 DE 2	415 VOLTS - C.A. FOLHA 1 DE 2	415 VOLTS - C.A. FOLHA 1 DE 2	415 VOLTS - C.A. FOLHA 1 DE 2

Figura 2.5.2.1



NOTA O PAINEL "H" SERÁ FORNECIDO POR TERCEIROS
 NOTE, PANEL "H" WILL BE SUPPLIED BY OTHERS

NOTAS:
 1- AS TOMADAS DE PURIFICADOR DE ÓLEO SERÃO LOCALIZADAS DA SEGUINTES FORMAS:
 1- JUNTO AO TRANSFORMADOR 157 MVA DE PURIFICAÇÃO DE ÓLEO
 1- DECK ENTRE OS TRANSFORMADORES Nº 1 E 2
 1- NO PISO P-4

NOTAS:
 1- OIL PURIFIER RECEPTACLES WILL BE LOCATED AS FOLLOWS:
 1- AT THE 157 MVA TRANSFORMER
 1- IN THE OIL PURIFYING ROOM
 1- DECK BETWEEN TRANSFORMERS Nº 1 E 2
 1- BREAKER TRIPS UPON CO2 RELEASE (K-20 PG. 4C-3-41)

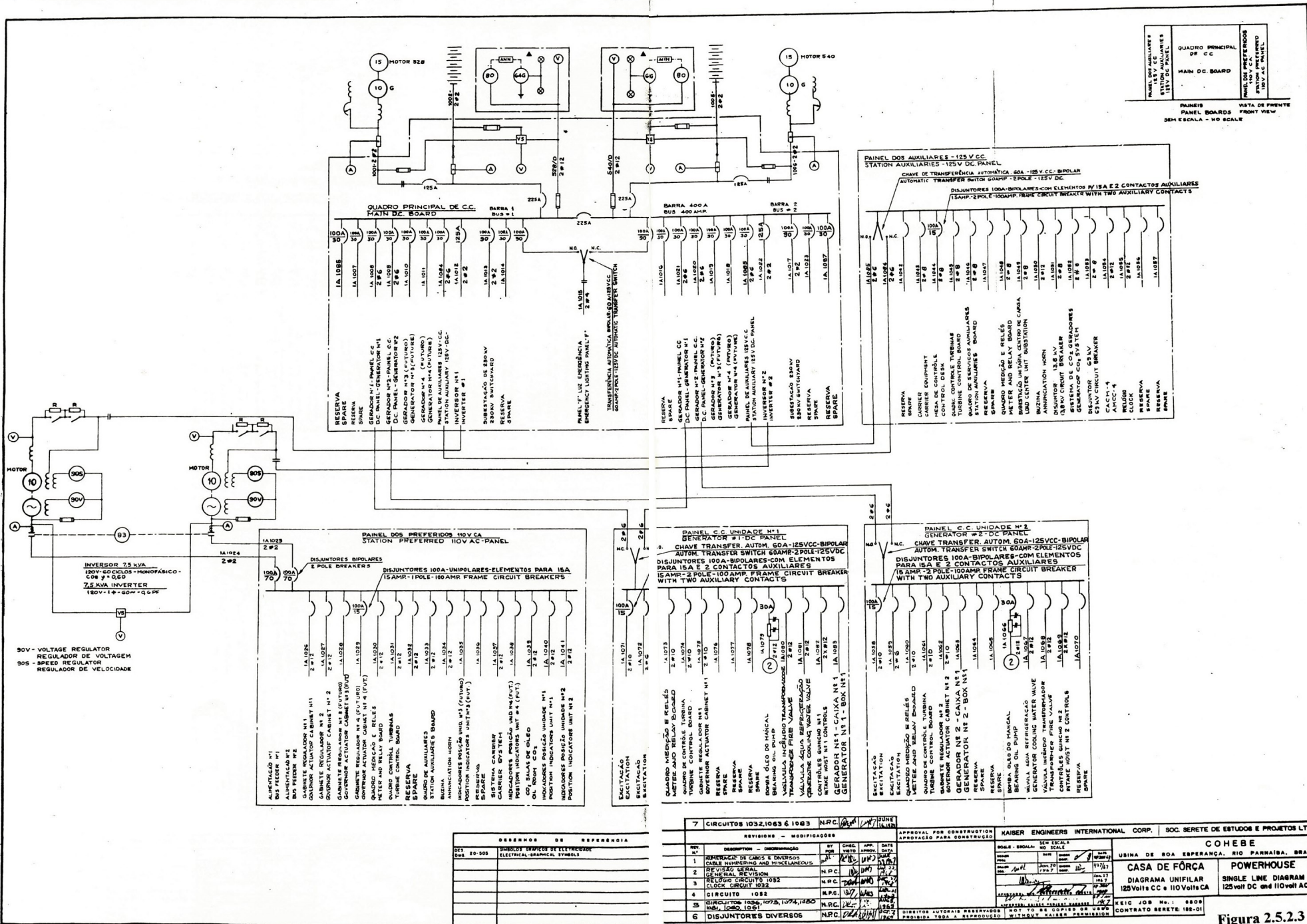
DESENHOS DE REFERÊNCIA	
DES. 20-506	SMANOS QUADROS DE ELETRICIDADE ELÉTRICA (ELECTRIC STANDARDS)
DES. 23-511	DIAGRAMA UNIFILAR RELES E MEDIDOR (SINGLE LINE METERS & RELAY DIAGRAM)
DES. 23-512	DIAGRAMA UNIFILAR 480 VOLTS - C.A. (SINGLE LINE DIAGRAM 480 VOLT - C.A.)
DES. 23-523	DIAGRAMA UNIFILAR 15KV - D.C. E 110V - C.A. (SINGLE LINE DIAGRAM 15KV - D.C. AND 110V - C.A.)
DES. 26-506	SUBSISTEMA 2200V - LIGHTING SWITCHBOARD 2200V - LIGHTING

DESIGNAÇÃO DO MOTOR OPERA (K-20 PG. 4C-3-41)

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	BY	CHKD	APPV	DATA
7	1	CIRCUITOS 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517	N.R.C.	J.V.C.	W.P.	09/27/82
8	1	CIRCUITOS 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570	N.R.C.	J.V.C.	W.P.	09/27/82
1	1	MUDADO TIPO DO DISJUNTOR CIRCUITO DE MONITORIAÇÃO DE NÍVEL DE ÓLEO (CHANGED TYPE OF BREAKER CIRCUIT FOR OIL LEVEL MONITORING)	N.T.L.	N.L.	J.P.	11/7/82
2	1	ADICIONADO MOTOR MISTURADOR DE ÓLEO (ADDED OIL MIXTURE MOTOR)	N.T.L.	N.L.	J.P.	11/7/82
3	1	MOTOR MISTURADOR DE ÓLEO DE 157 MVA (ADDED 157 MVA OIL MIXTURE MOTOR)	N.T.L.	N.L.	J.P.	11/7/82
4	1	REVISÃO GERAL - REDESIGNADO (GENERAL REVISION - REDESIGNED)	N.P.C.	N.L.	J.P.	11/7/82
8	1	CIRCUITOS 526 E 528 (CIRCUITS 526 AND 528)	N.R.C.	J.V.C.	W.P.	09/27/82

APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO		KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP.		SOC. SETETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
NAME: SEGAL	DATE: 11/7/82	DATE: 11/7/82	DATE: 11/7/82	DATE: 11/7/82	DATE: 11/7/82
C.O.H.E.			USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PANAIBA, BRASIL		
CASA DE FÓRÇA			POWERHOUSE		
DIAGRAMA UNIFILAR			SINGLE LINE DIAGRAM		
415 VOLTS - C.A. FOLHA 2 DE 2			415 VOLTS - C.A. SHEET 2 OF 2		
KEY JOB Nº.: 8809			CONTRATO SETETE-102-01		

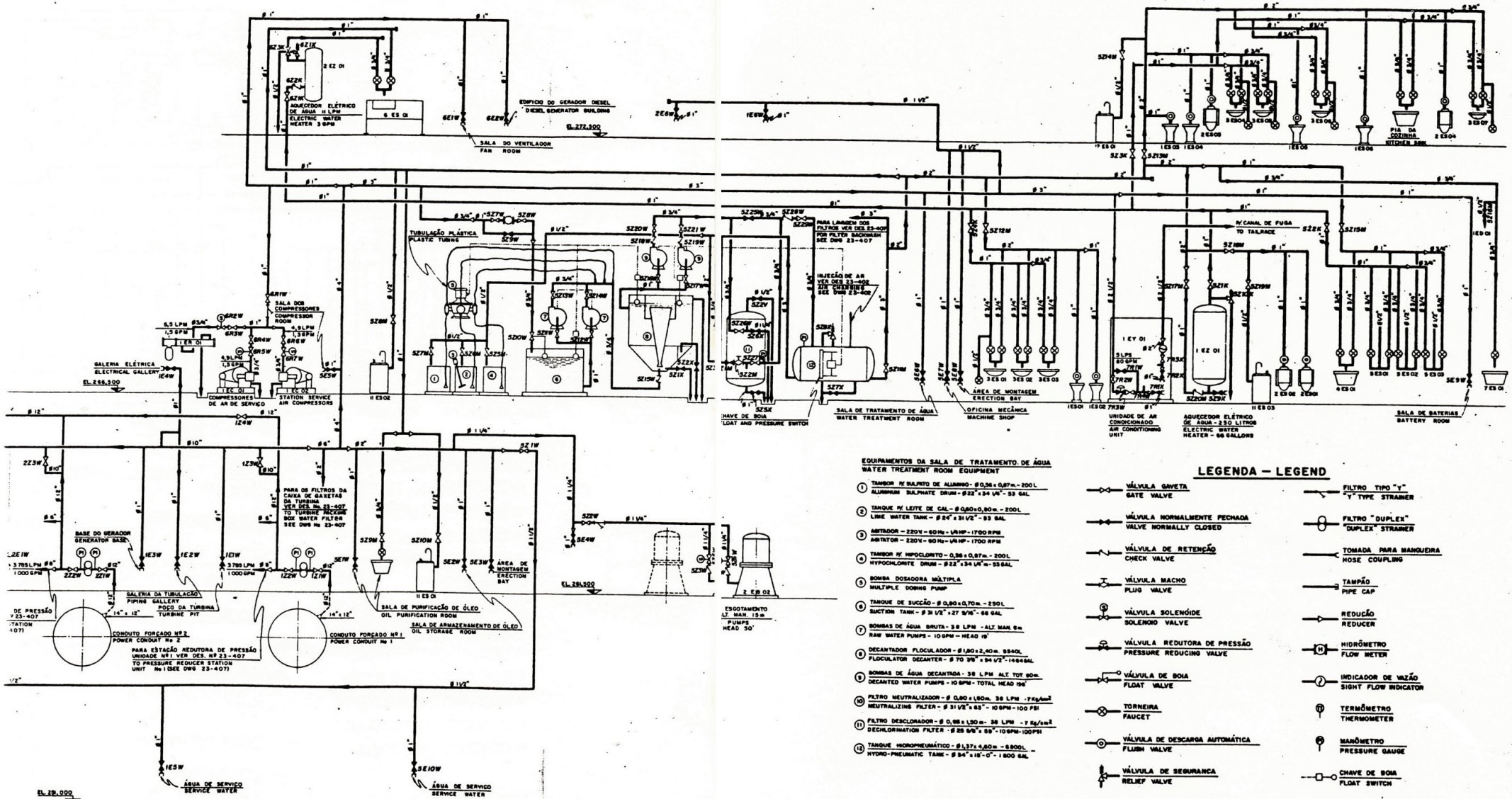
Figura 2.5.2.2



PAINEL DOS AUXILIARES 125V D.C. PANEL
 STATION AUXILIARIES 125V D.C. PANEL
 VISTA DE FRENTE
 PANEL BOARDS FRONT VIEW
 SEM ESCALA - NO SCALE

7 CIRCUITOS 1032, 1063 & 1063				N.P.C. [Signature]				APPROVAL FOR CONSTRUCTION				HAUSER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP.				SOC. BENEITE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.							
REVISIONS - MODIFICACOES								APPROVED FOR CONSTRUCTION								C O H E B E							
NO.	DESCRIÇÃO - DETERMINAÇÃO	BY	CHEC.	APP.	DATA	NO. ESCALA	NO. ESCALA	CASA DE FORÇA				POWERHOUSE											
1	REPEREÇÃO DE CABOS E DIVERSOS	N.P.C.	[Signature]	[Signature]	11/71	[Signature]	[Signature]	DIAGRAMA UNIFILAR				SINGLE LINE DIAGRAM											
2	CABLE NUMBERING AND MISCELLANEOUS	N.P.C.	[Signature]	[Signature]	11/71	[Signature]	[Signature]	125 Volts CC e 110 Volts CA				125 volt DC and 110 volt AC											
3	REVISÃO GERAL	N.P.C.	[Signature]	[Signature]	11/71	[Signature]	[Signature]	USINA DE SOA ESPERANÇA, RIO PARRAIBA, BRASIL				MIO JOB NO. 8008											
4	CLOCK CIRCUIT 1032	N.P.C.	[Signature]	[Signature]	11/71	[Signature]	[Signature]	CONTRATO BENEITE 188-01															
5	CIRCUITO 1032	N.P.C.	[Signature]	[Signature]	11/71	[Signature]	[Signature]																
6	DISJUNTORES DIVERSOS	N.P.C.	[Signature]	[Signature]	11/71	[Signature]	[Signature]																

Figura 2.5.2.3



EQUIPAMENTOS DA SALA DE TRATAMENTO DE ÁGUA
WATER TREATMENT ROOM EQUIPMENT

- ① TAMBORE M SULFATO DE ALUMÍNIO - Ø 36" x 0,87m - 200L
 ALUMINUM SULFATE DRUM - Ø 36" x 34" - 53 GAL
- ② TANQUE M LEITE DE CAL - Ø 24" x 31 1/2" - 53 GAL
 LIME WATER TANK - Ø 24" x 31 1/2" - 53 GAL
- ③ AMTADOR - 220V - 60 Hz - 1/4 HP - 1700 RPM
 AMBITOR - 220V - 60 Hz - 1/4 HP - 1700 RPM
- ④ TAMBORE M HIPOCLORITO - Ø 36" x 0,87m - 200L
 HYPOCHLORITE DRUM - Ø 36" x 34" - 53 GAL
- ⑤ BOMBA DOSADORA MÚLTIPLA
 MULTIPLE DOSEING PUMP
- ⑥ TANQUE DE SUÇÃO - Ø 0,80 x 0,70m - 200L
 SUCTION TANK - Ø 31 1/2" x 27 1/2" - 53 GAL
- ⑦ BOMBAS DE ÁGUA BRUTA - 38 LPM - ALT. MAN. 6m
 RAW WATER PUMPS - 10 GPM - HEAD 19'
- ⑧ DECANTADOR FLOCULADOR - Ø 1,80 x 2,40m - 8540L
 FLOCCULATOR DECANTER - Ø 70" x 78 1/2" - 16464L
- ⑨ BOMBAS DE ÁGUA DECANTADA - 38 LPM - ALT. TOT. 80m
 DECANTED WATER PUMPS - 10 GPM - TOTAL HEAD 196'
- ⑩ FILTRO NEUTRALIZADOR - Ø 0,80 x 1,80m - 38 LPM - 7 kg/m²
 NEUTRALIZING FILTER - Ø 31 1/2" x 63" - 10 GPM - 100 PSI
- ⑪ FILTRO DESCLORINADOR - Ø 0,80 x 1,80m - 38 LPM - 7 kg/m²
 DECHLORINATION FILTER - Ø 31 1/2" x 63" - 10 GPM - 100 PSI
- ⑫ TANQUE HIDROPNEUMÁTICO - Ø 1,37 x 1,40m - 2800L
 HYDRO-PNEUMATIC TANK - Ø 54" x 46" - 1800 GAL

LEGENDA - LEGEND

- VÁLVULA GAVETA
GATE VALVE
- VÁLVULA NORMALMENTE FECHADA
VALVE NORMALLY CLOSED
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
CHECK VALVE
- VÁLVULA MACHO
PLUG VALVE
- VÁLVULA SOLENÓIDE
SOLENOID VALVE
- VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO
PRESSURE REDUCING VALVE
- VÁLVULA DE BOIA
FLOAT VALVE
- TORNEIRA
FAUCET
- VÁLVULA DE DESCARGA AUTOMÁTICA
FLUSH VALVE
- VÁLVULA DE SEGURANÇA
RELIEF VALVE
- FILTRO TIPO "Y"
Y TYPE STRAINER
- FILTRO "DUPLIX"
"DUPLIX" STRAINER
- TOMADA PARA MANGUEIRA
HOSE COUPLING
- TAMPAO
PIPE CAP
- REDUÇÃO
REDUCER
- HIDRÔMETRO
FLOW METER
- SINALIZADOR DE VAZÃO
SIGNIFIC FLOW INDICATOR
- TERMÔMETRO
THERMOMETER
- MANÔMETRO
PRESSURE GAUGE
- CHAVE DE BOIA
FLOAT SWITCH

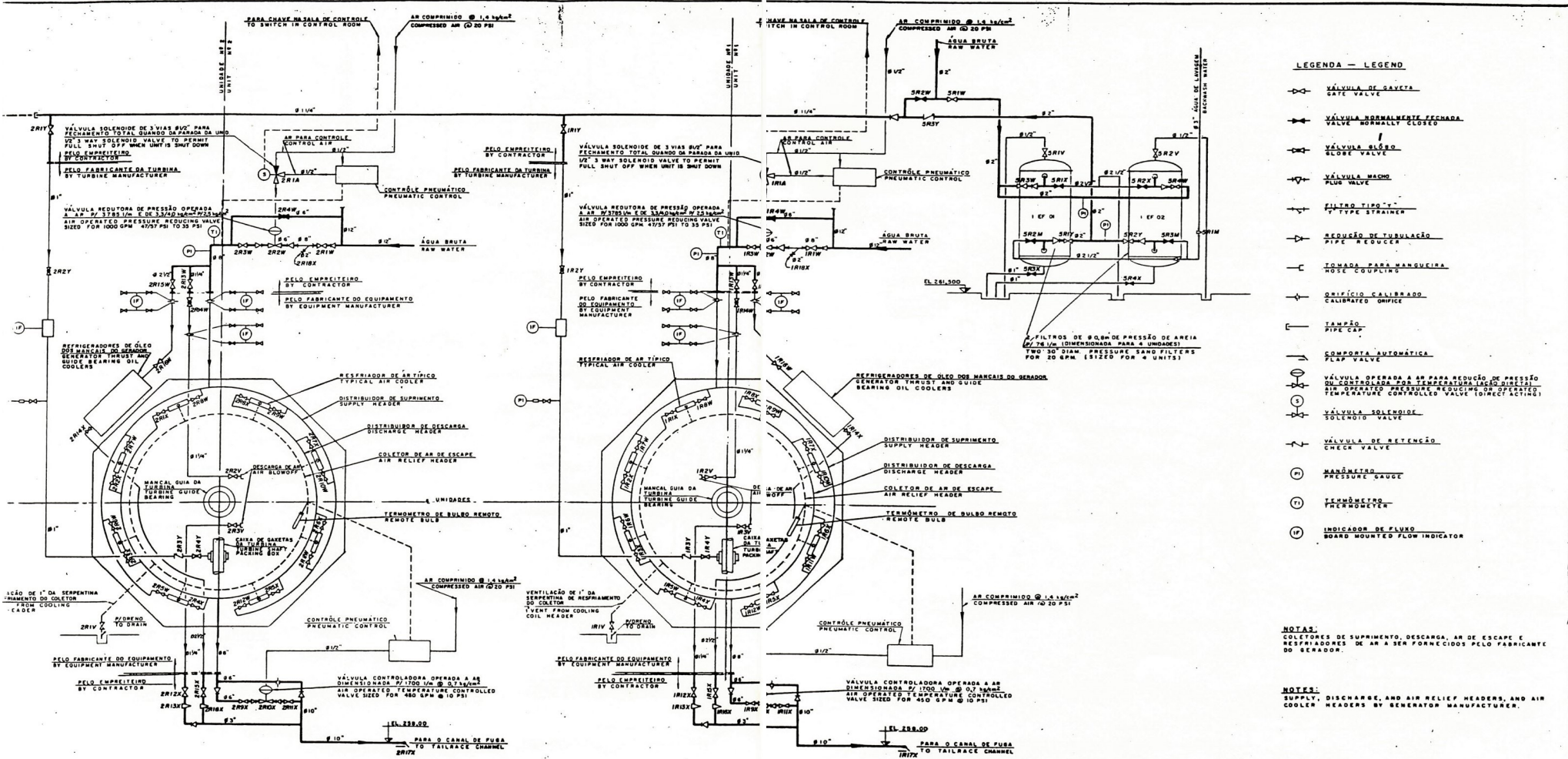
DESENHADOR DE REFERÊNCIA	
CORTE TÍPICO PELO EIXO DAS UNIDADES	23-008
PLANTA ACIMA DO PISO DA TURBINA	23-011
PLANTA ACIMA DO PISO DO GERADOR	23-012
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	23-013
SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	23-402
SISTEMA DE ÁGUA DE RESFRIAMENTO	23-407
SISTEMA DE ÁGUA CONTRA INCÊNDIO	23-408

REVISIONS - MODIFICAÇÕES			
NO	DATA	APPROVADO	REVISÃO
1	1957		
2	1957		
3	1957		
4	1957		
5	1957		
6	1957		
7	1957		
8	1957		
9	1957		
10	1957		

APPROVAL FOR CONSTRUCTION	
APPROVED FOR CONSTRUCTION	APPROVED FOR CONSTRUCTION

KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP.		SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.																					
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">COHEBE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CASA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL</td> </tr> <tr> <td colspan="2">USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL</td> </tr> <tr> <td colspan="2">POWERHOUSE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">STATION SERVICE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">WATER SYSTEM</td> </tr> </table>				COHEBE		CASA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL		USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL		POWERHOUSE		STATION SERVICE		WATER SYSTEM									
COHEBE																							
CASA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL																							
USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL																							
POWERHOUSE																							
STATION SERVICE																							
WATER SYSTEM																							
<table border="1"> <tr> <td>PROJETO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>REVISÃO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>APPROVADO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>CONSTRUIDO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>OPERADO</td> <td>1957</td> </tr> </table>		PROJETO	1957	REVISÃO	1957	APPROVADO	1957	CONSTRUIDO	1957	OPERADO	1957	<table border="1"> <tr> <td>PROJETO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>REVISÃO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>APPROVADO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>CONSTRUIDO</td> <td>1957</td> </tr> <tr> <td>OPERADO</td> <td>1957</td> </tr> </table>		PROJETO	1957	REVISÃO	1957	APPROVADO	1957	CONSTRUIDO	1957	OPERADO	1957
PROJETO	1957																						
REVISÃO	1957																						
APPROVADO	1957																						
CONSTRUIDO	1957																						
OPERADO	1957																						
PROJETO	1957																						
REVISÃO	1957																						
APPROVADO	1957																						
CONSTRUIDO	1957																						
OPERADO	1957																						
DIRETOR AUTORIZADO PRODUÇÃO TODA A REPRODUÇÃO		NOT TO BE COPIED OR USED WITHOUT KAISER PERMISSION																					

Figura 2.5.2.4



- LEGENDA - LEGEND**
- VÁLVULA DE SAQUETA
SAFETY VALVE
 - ⊖ VÁLVULA NORMALMENTE FECHADA
VALVE NORMALLY CLOSED
 - ⊕ VÁLVULA MACHO
GLOBE VALVE
 - ⊖ VÁLVULA MACHO
PLUG VALVE
 - ⊖ VÁLVULA MACHO
FLAP VALVE
 - ⊖ FILTRO TIPO "Y"
"Y" TYPE STRAINER
 - ⊖ REDUÇÃO DE TUBULAÇÃO
PIPE REDUCER
 - ⊖ TOMADA PARA MANGUEIRA
HOSE COUPLING
 - ⊖ ORIFÍCIO CALIBRADO
CALIBRATED ORIFICE
 - ⊖ TAMPAO
PIPE CAP
 - ⊖ COMPORTA AUTOMÁTICA
FLAP VALVE
 - ⊖ VÁLVULA OPERADA A AR PARA REDUÇÃO DE PRESSÃO OU CONTROLADA POR TEMPERATURA (AÇÃO DIFERENÇIAL)
AIR OPERATED PRESSURE REDUCING VALVE OR DIFFERENTIAL TEMPERATURE CONTROLLED VALVE TO RECT ACTING
 - ⊖ VÁLVULA SOLENOIDE
SOLENOID VALVE
 - ⊖ VÁLVULA DE RETENÇÃO
CHECK VALVE
 - ⊖ MANÔMETRO
PRESSURE GAUGE
 - ⊖ TERMOMETRO
THERMOMETER
 - ⊖ INDICADOR DE FLUXO
BOARD MOUNTED FLOW INDICATOR

NOTAS
COLETORES DE SUPRIMENTO, DESCARGA, AR DE ESCAPE E RESFRIADORES DE AR A SER FORNECIDOS PELO FABRICANTE DO GERADOR.

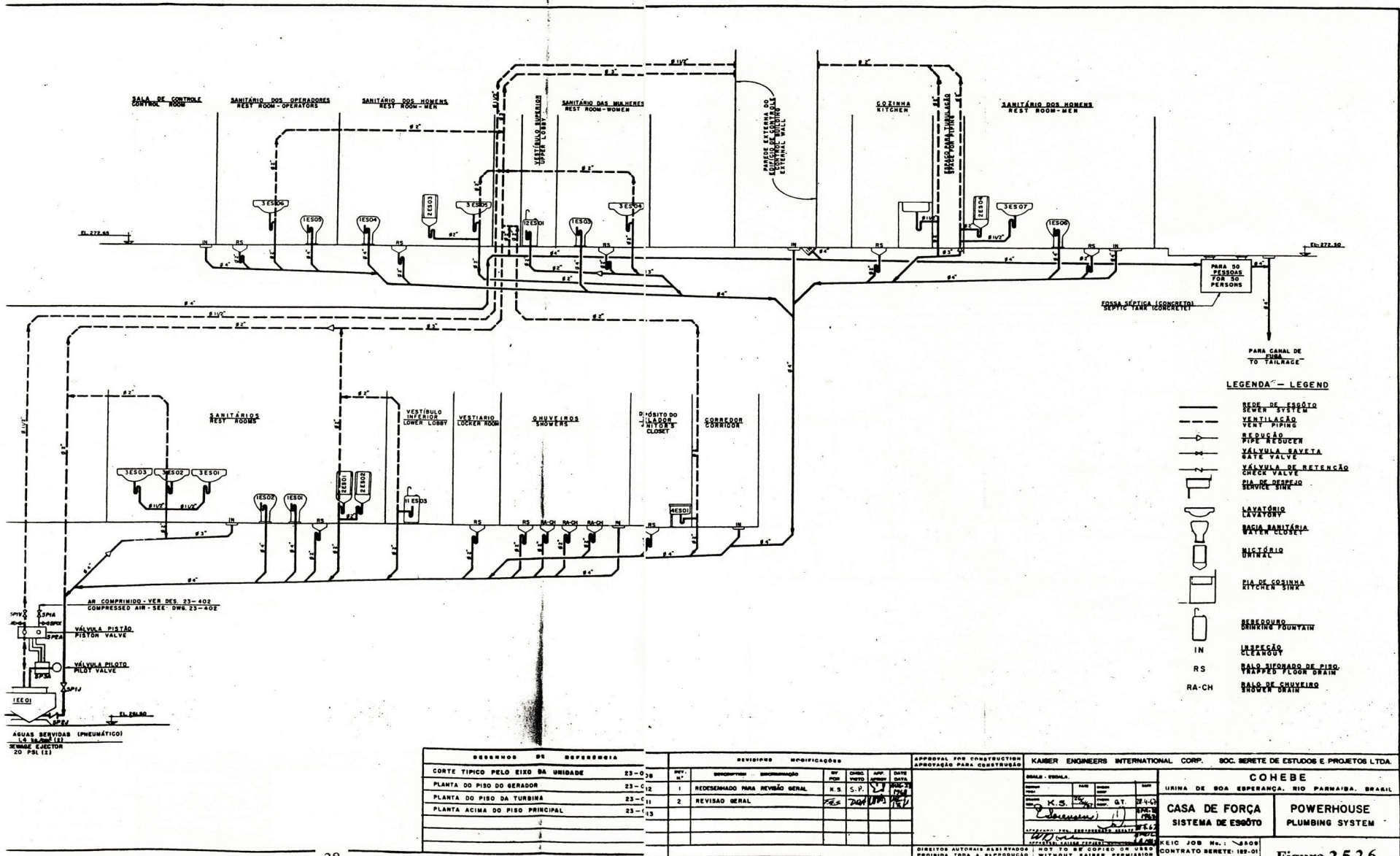
NOTAS
SUPPLY, DISCHARGE, AND AIR RELIEF HEADERS, AND AIR COOLER HEADERS BY GENERATOR MANUFACTURER.

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
CORTE TÍPICO PELO EIXO DA UNIDADE	15-008
PLANTA DO PISO DO GERADOR	15-012
PLANTA DO PISO DA TURBINA	15-011
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	15-015
SISTEMA DE ÁGUA BRUTA E POTÁVEL	15-009
SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	15-005

REVISÕES - MODIFICAÇÕES			
DESCRIÇÃO - DISCRIMINAÇÃO	BY	CHECKED	APPROVED
GENERAL	F.S.B.	S.P.	17/10/78
GENERAL	T.M.A.	J.M.P.	14/1/79

APPROVAL FOR CONSTRUCTION	
APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE
	17/10/78

KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.			
COHEBE			
USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAMAIBA, BRASIL			
CASA DE FORÇA		POWERHOUSE	
SISTEMA DE		COOLING WATER SYSTEM	
ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO		COOLING WATER SYSTEM	
KEIC JOB No.: 8609.0000 CONTRATO SERETE: 189.01 PMA			

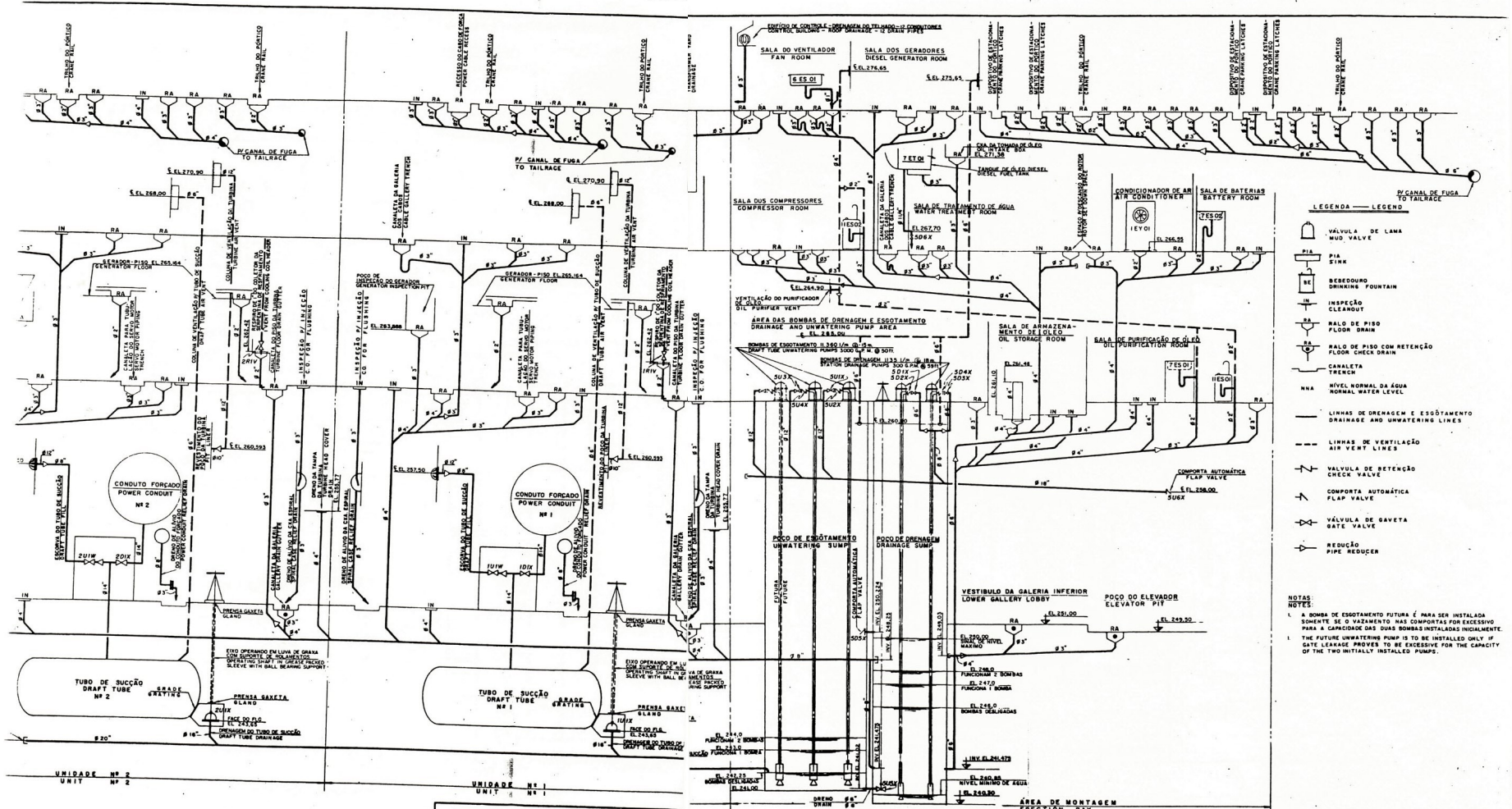


DESENHOS DE REFERÊNCIA	REVISÃO	MODIFICAÇÃO	APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO	KAMER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. SOC. BRASILEIRA DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
CORTE TÍPICO PELO EIXO DA UNIDADE	23-08	REV. 01	1	REVISÃO GERAL	23-08
PLANTA DO PISO DO GERADOR	23-09	1	REVISÃO GERAL	K.S.	S.P.
PLANTA DO PISO DA TURBINA	23-11	2	REVISÃO GERAL	K.S.	S.P.
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	23-13				

URINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL	
CASA DE FORÇA	POWERHOUSE
SISTEMA DE ESGOTO	PLUMBING SYSTEM

KEIC JOB No.: 3400
 CONTRATO BRETE 100-01

Figura 2.5.2.6



UNIDADE Nº 2
UNIT Nº 2

UNIDADE Nº 1
UNIT Nº 1

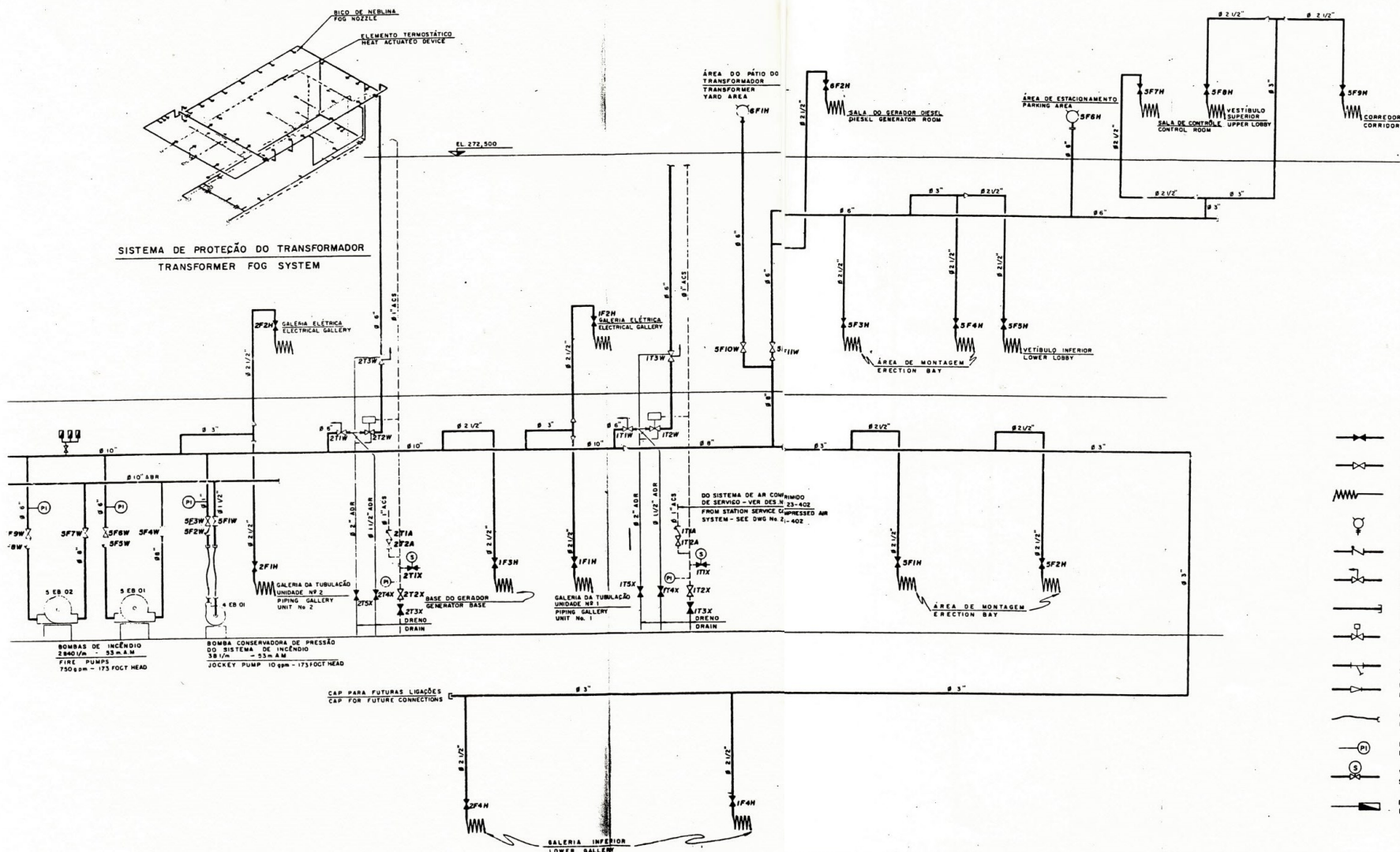
DESENHO DE REFERÊNCIA	
CORTE TÍPICO PELO EIXO DA UNIDADE	23-01
PLANTA DO PISO DO GERADOR	23-01
PLANTA DO PISO DA TURBINA	23-01
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	23-01

REVISÕES - MODIFICAÇÕES				
REV.	DESCRIÇÃO - DETERMINAÇÃO	APR.	CHEC.	DATA
1	1 REVISÃO GERAL	R.S.	S.P.	12/11/73
2	2 REVISÃO GERAL	K.O.	D.M.	12/11/73
3	3 NA POÇO DE DRENAGEM	K.O.	D.M.	12/11/73
4	4 NA POÇO DE DRENAGEM E POÇO DE ESGOTAMENTO	K.O.	D.M.	12/11/73

APPROVAL FOR CONSTRUCTION APPROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO	KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP.	SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.
---	--------------------------------------	---

SCALE: ESCALA:		COHEBE	
1" = 10'-0"	1:30.48	USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL	
1" = 10'-0"	1:30.48	CASA DE FORÇA	POWERHOUSE
1" = 10'-0"	1:30.48	SISTEMA DE DRENAGEM E ESGOTAMENTO	DRAINAGE AND UNWATERING SYSTEM
KRIC JOB No. 6809		CONTRATO SERETE, 02-01	

Figura 2.5.2.7



SISTEMA DE PROTEÇÃO DO TRANSFORMADOR
TRANSFORMER FOG SYSTEM

LEGENDA - LEGEND

- VÁLVULA NORMALMENTE FECHADA
VALVE NORMALLY CLOSED
- VÁLVULA DE GAVETA
GATE VALVE
- CAIXA DE MANGUEIRA
HOSE RACK
- HIDRANTE
HYDRANT
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
CHECK VALVE
- VÁLVULA COM INTERRUPTOR DE ALARME
GATE VALVE WITH MONITORING SWITCH
- TAMPÃO
PIPE CAP
- VÁLVULA DE INUNDAÇÃO
DELUGE VALVE
- FILTRO "Y"
STRAINER TYPE "Y"
- REDUÇÃO
PIPE REDUCER
- CONEXÃO FLEXÍVEL
HOSE CONNECTION
- MANÔMETRO
PRESSURE GAUGE
- VÁLVULA SOLENOIDE
SOLENOID VALVE
- PRESSOSTATO
PRESSURE SWITCH

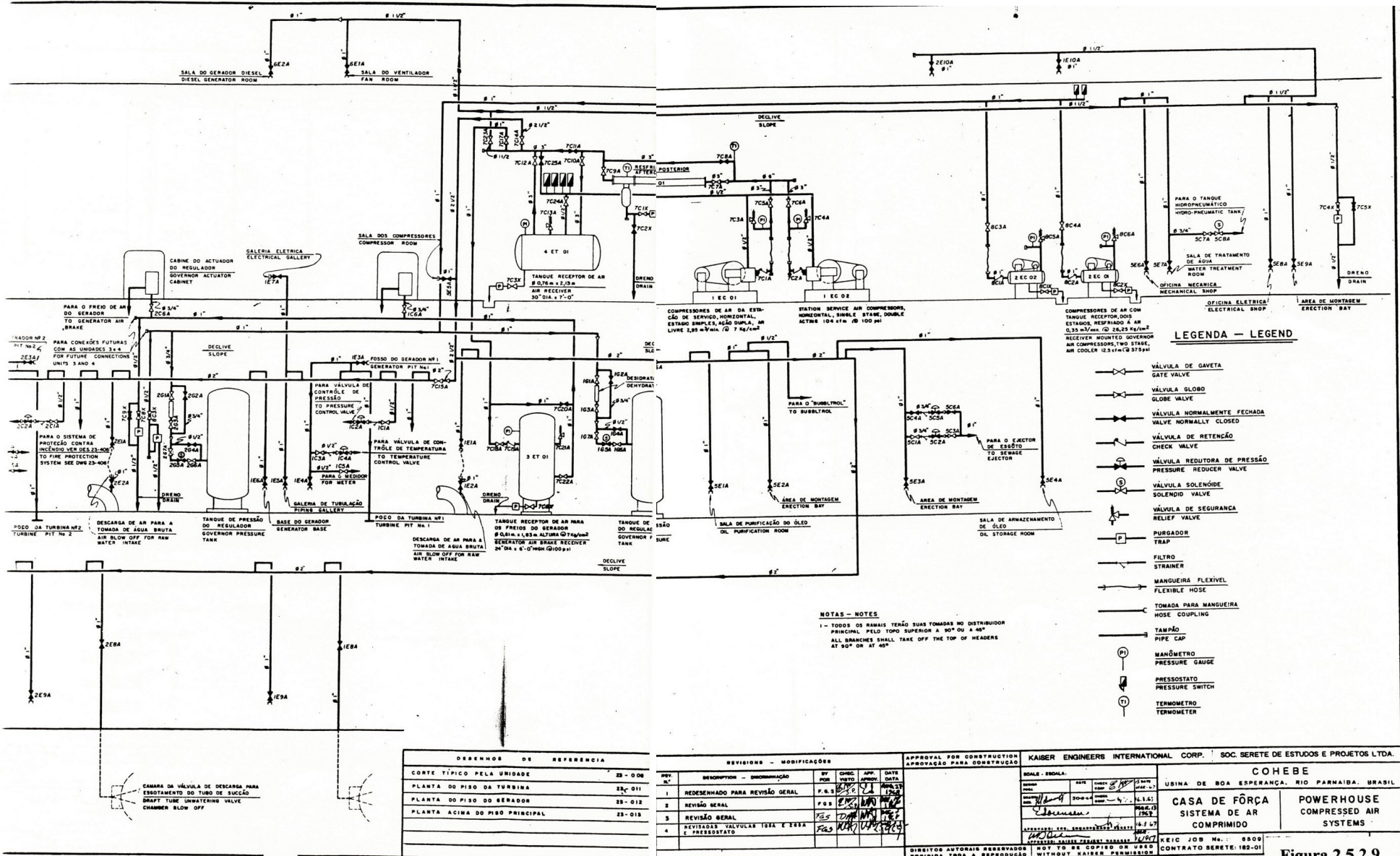
DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO
DE SERVIÇO - VER DES N.º 23-402
FROM STATION SERVICE COMPRESSED AIR
SYSTEM - SEE DWG N.º 23-402

BOMBAS DE INCÊNDIO
2840 l/m - 53 m A.M.
FIRE PUMPS
750 gpm - 175 FOOT HEAD

BOMBA CONSERVADORA DE PRESSÃO
DO SISTEMA DE INCÊNDIO
38 l/m - 53 m A.M.
JOCKEY PUMP 10 gpm - 175 FOOT HEAD

DESENHOS DE REFERÊNCIA		REVISÕES - MODIFICAÇÕES				APPROVAL FOR CONSTRUCTION APPROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO	KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
REV. N.º	DESCRIPTION - DISCRIMINAÇÃO	BY	CHEC. POR	APP. DATA	DATE	SCALE - ESCALA:		
23-008	CORTE TÍPICO PELA UNIDADE					COHEBE		
23-011	1 REVISÃO GERAL					USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAIBA, BRASIL		
23-012	2 REVISÃO GERAL					SALA DE FORÇA		
23-013	3 ACRESCIMOS VÁLVULAS GLOBO NAS LINHAS DE DRENAGEM DO AR COMPRIMIDO					FIRE PROTECTION		
	4 MODIFICAÇÃO MANÔMETROS E ACRESCENTADO PRESSOSTATO					CONTRA INCÊNDIO		
						POWERHOUSE		
						FIRE PROTECTION		
						SYSTEM		
						KEIC JOB No.: 6608		
						CONTRATO SERETE: 182-01		

Figura 2.5.2.8



LEGENDA - LEGEND

- VÁLVULA DE GAVETA
GATE VALVE
- VÁLVULA GLOBO
GLOBE VALVE
- VÁLVULA NORMALMENTE FECHADA
VALVE NORMALLY CLOSED
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
CHECK VALVE
- VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO
PRESSURE REDUCER VALVE
- VÁLVULA SOLENÓIDE
SOLENOID VALVE
- VÁLVULA DE SEGURANÇA
RELIEF VALVE
- PURGADOR
TRAP
- FILTRO
STRAINER
- MANGUEIRA FLEXÍVEL
FLEXIBLE HOSE
- TOMADA PARA MANGUEIRA
HOSE COUPLING
- TAMPAO
PIPE CAP
- MANÔMETRO
PRESSURE GAUGE
- PRESSOSTATO
PRESSURE SWITCH
- TERMOMETRO
THERMOMETER

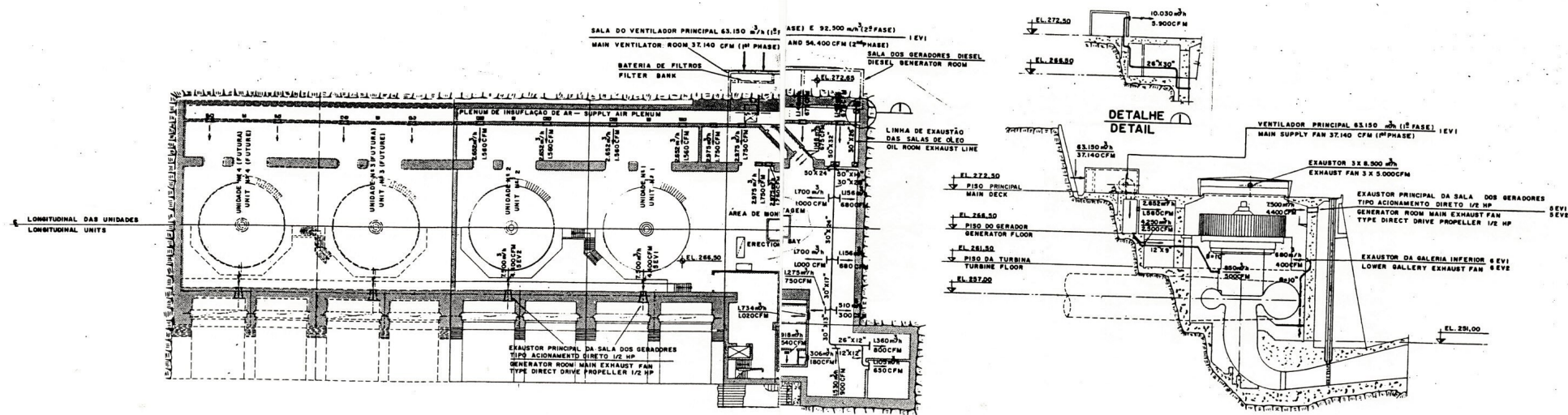
NOTAS - NOTES
 1 - TODOS OS RAMAIS TERÃO SUAS TOMADAS NO DISTRIBUIDOR PRINCIPAL, PELA TOPO SUPERIOR A 90° OU A 45°
 ALL BRANCHES SHALL TAKE OFF THE TOP OF HEADERS AT 90° OR AT 45°

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
CORTE TÍPICO PELA UNIDADE	23-008
PLANTA DO PISO DA TURBINA	23-011
PLANTA DO PISO DO GERADOR	23-012
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	23-015

REVISÕES - MODIFICAÇÕES				
REV. Nº	DESCRIÇÃO - DETALE	BY	CHKD	APP. DATA
1	REDESENHADO PARA REVISÃO GERAL	P. S.	[Signature]	10/11/77
2	REVISÃO GERAL	P. S.	[Signature]	11/11/77
3	REVISÃO GERAL	P. S.	[Signature]	12/11/77
4	REVISÃO VÁLVULAS 103A E 203A E PRESSOSTATO	P. S.	[Signature]	13/11/77

APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO		KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. / SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.																										
SCALE - ESCALA:		COHEBE																										
<table border="1"> <tr> <th>NO.</th> <th>DATE</th> <th>BY</th> <th>CHKD</th> <th>APP.</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>10/11/77</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11/11/77</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12/11/77</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13/11/77</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> <td>[Signature]</td> </tr> </table>		NO.	DATE	BY	CHKD	APP.	1	10/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]	2	11/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]	3	12/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]	4	13/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]	USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL CASA DE FÔRÇA SISTEMA DE AR COMPRESSO POWERHOUSE COMPRESSED AIR SYSTEMS	
NO.	DATE	BY	CHKD	APP.																								
1	10/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]																								
2	11/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]																								
3	12/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]																								
4	13/11/77	[Signature]	[Signature]	[Signature]																								
DIREITOS AUTORIZADOS RESERVADOS / NOT TO BE COPIED OR REPRODUCED WITHOUT KAISER PERMISSION PROJETO 182-A-REPRODUÇÃO		KRIC JOB No.: 8008 CONTRATO SERETE-182-01																										

Figura 2.5.2.9

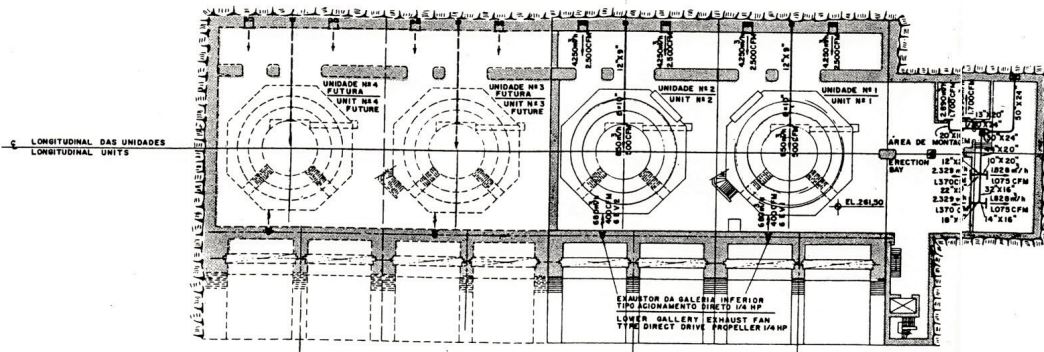


PLANTA ACIMA DO PISO DO GERADOR
PLAN ABOVE GENERATOR FLOOR

ESCALA - SCALE
0 5 10 15 20 25m

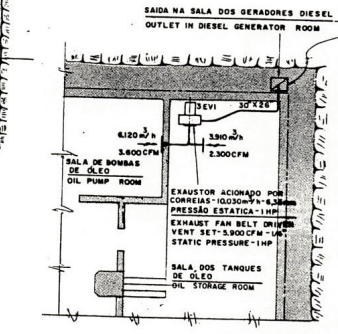
SECCÃO TÍPICA PELA UNIDADE
TYPICAL SECTION THRU UNIT

ESCALA - SCALE
0 5 10 15 20 25m

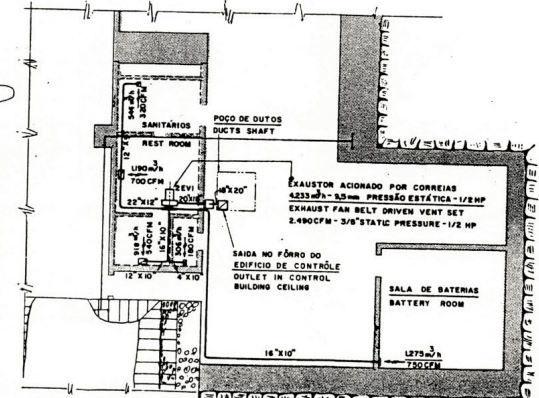


PLANTA ACIMA DO PISO DA TURBINA
PLAN ABOVE TURBINE FLOOR

ESCALA - SCALE
0 5 10 15 20 25m



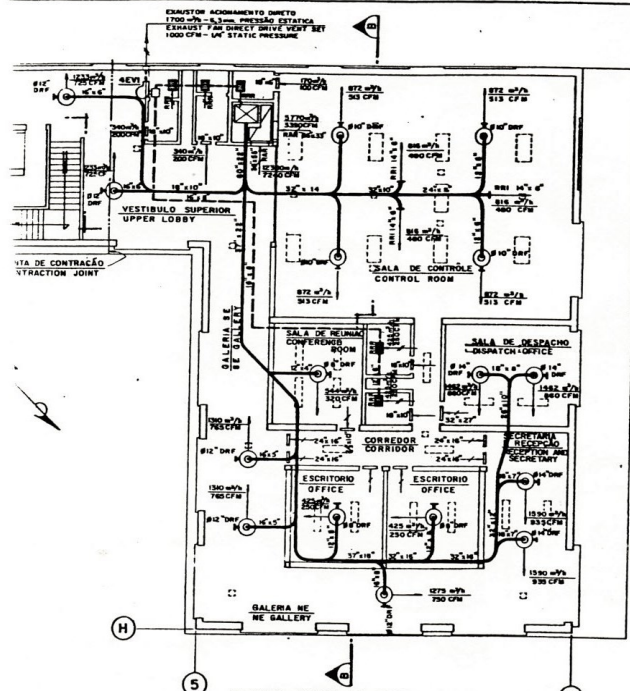
SISTEMA DE EXAUSTÃO DAS SALAS DE ÓLEOS
OIL ROOM EXHAUST SYSTEM
EL. 261,50



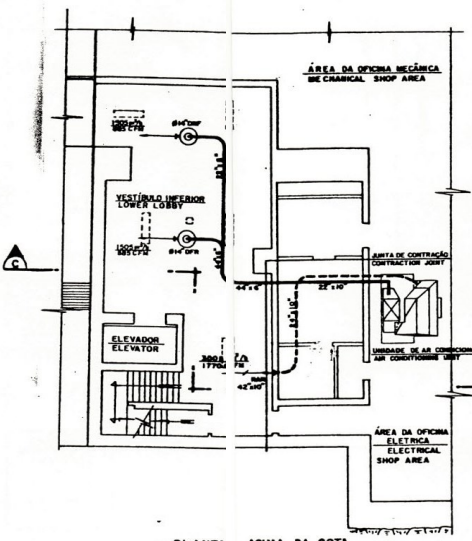
SISTEMA DE EXAUSTÃO DA SALA DE BATERIA E SANITÁRIOS
BATTERY AND REST ROOM EXHAUST SYSTEM
EL. 266,50

DESENHOS DE REFERÊNCIA		REVISÕES - MODIFICAÇÕES				APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO		KABER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. SOC. SÉRETTE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
CORTE TÍPICO PELO EIXO DA UNIDADE	23-004	REV. Nº.	DESCRIÇÃO - DISTRIBUIÇÃO	BY	CHECK	DATE	SOAL - ESCALA - INDICADAS K.B. S.P. 1983 L.V.M. 1983 1983		
PLANTAS E CORTES ACIMA DA EL. 261,50 - FOLHA 1 DE 2	23-102	1	REVISÃO GERAL	K.B.	S.P.	1983			
PAREDES DE JUSANTE - FOLHA 1 DE 2	23-102	2	REVISÃO GERAL	T.O.	J.W.	1983	K&C JOB No. 1 8809 CONTRATO SÉRETTE 198-01		
PAREDES DE JUSANTE - FOLHA 2 DE 2	23-102								
GALERIAS DE MONTANTE - FOLHA 1 DE 3	23-134								
SISTEMA DE AR CONDICIONADO	23-410								

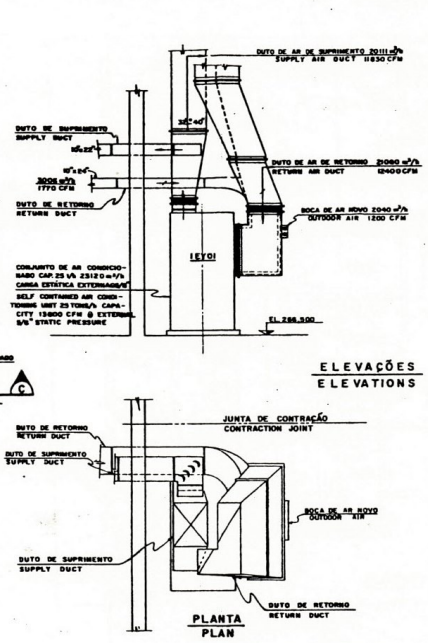
Figura 2.5.2.10



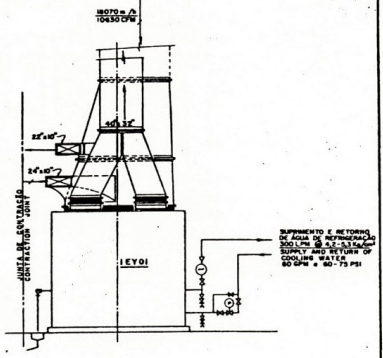
PLANTA ACIMA DA COTA 272,65
PLAN ABOVE ELEVATION



PLANTA ACIMA DA COTA 266,50
PLAN ABOVE ELEVATION



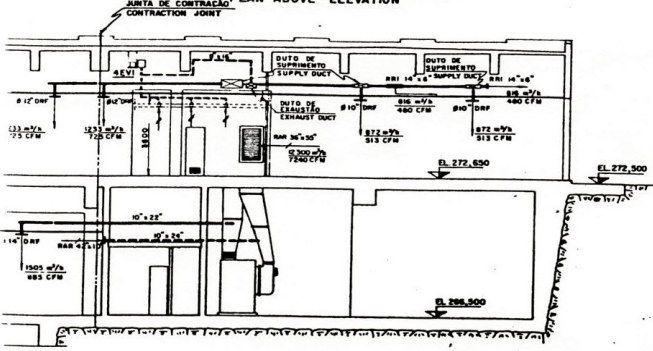
LAYOUT DO EQUIPAMENTO DE AR CONDICIONADO
AIR CONDITIONING EQUIPMENT LAYOUT



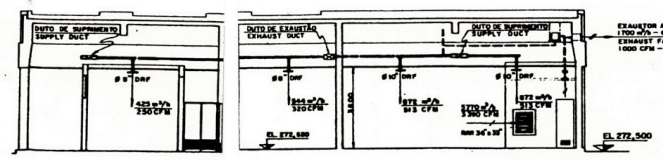
ELEVACOES
ELEVATIONS

LEGENDA - LEGEND

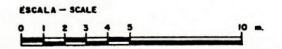
- DIFUSOR REDONDO NO FORRO (DRF)
ROUND CEILING DIFFUSERS
- GRADE RETANGULAR PARA AR DE EXAUSTÃO (RRR)
RECTANGULAR EXHAUST AIR GRILLE
- GRADE RETANGULAR PARA AR DE SUPRIMENTO (RRI)
RECTANGULAR SUPPLY AIR GRILLE
- GRADE PARA AR DE RETORNO (RAR)
RETURN AIR GRILLE
- DUTO DE SUPRIMENTO
SUPPLY DUCT
- DUTO DE RETORNO E EXAUSTÃO
RETURN DUCT AND EXHAUST
- VENTILADOR
FAN
- JUNTA FLEXIVEL A PROVA DE FOGO
FLEXIBLE FIRE-PROOF JOINT



CORTE A-A E CORTE C-C
SECTION AND SECTION



CORTE B-B
SECTION



ESCALA - SCALE

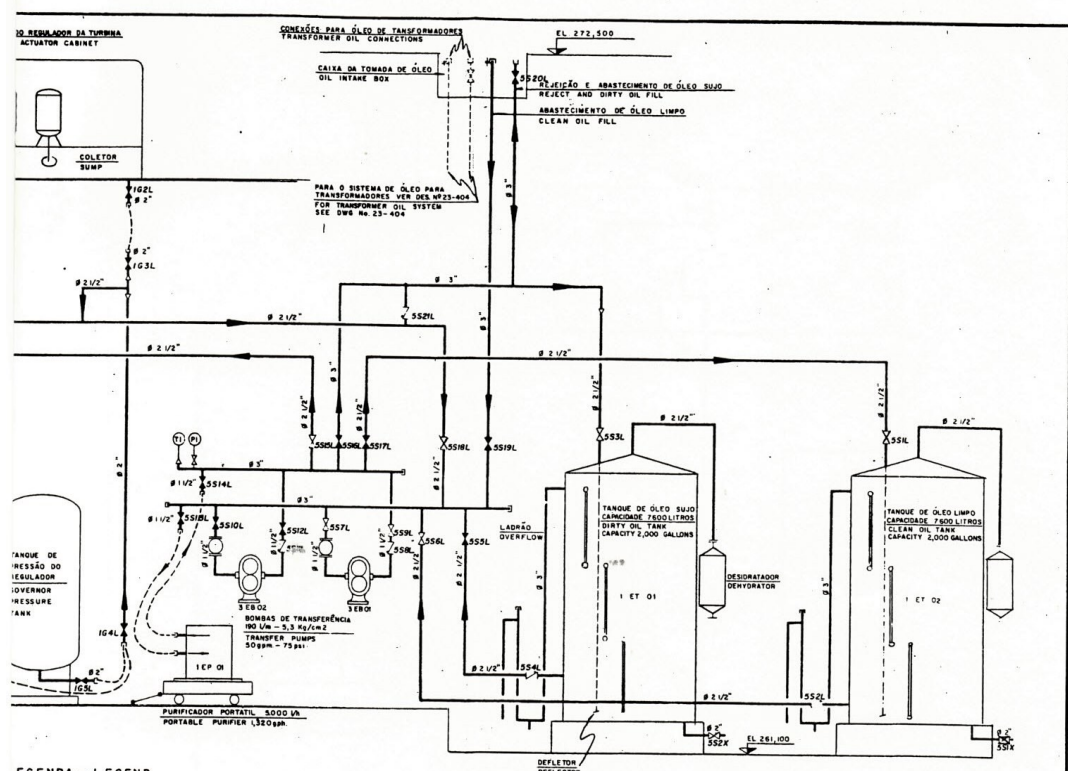
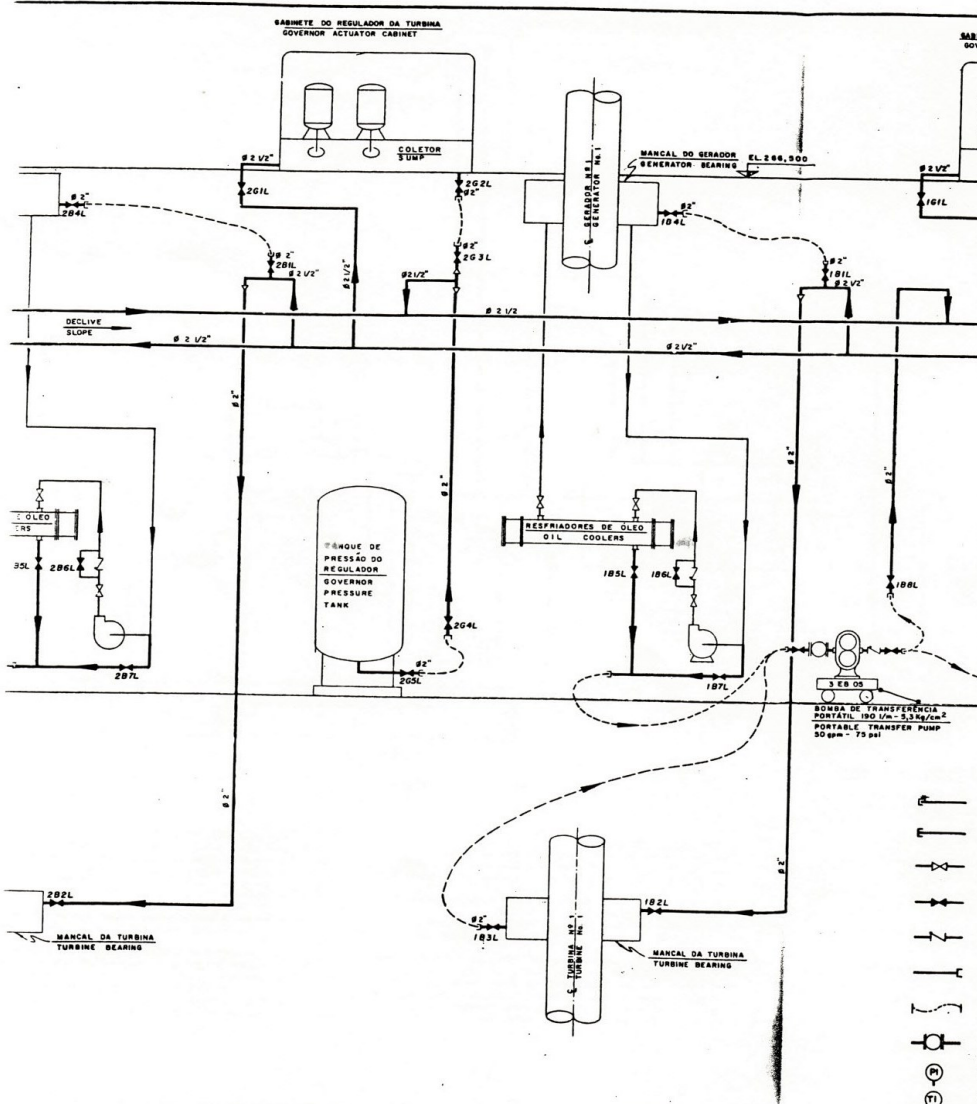
DESENHOS DE REFERENCIA	
EMPICHO DE CONTROLE, PLANOS	PG. 23-1

REVISOES - MODIFICACOES					
NO.	REV.	DESCRIÇÃO - MODIFICACAO	EM.	DATA	APP.
1	REVISÃO GERAL		K.S.	5.11	
2	REVISÃO GERAL		7.9.9		

APPROVAL FOR CONSTRUCTION
APPROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO

KAMBER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP.		SOC. BERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
COHEBE			
USINA DE BOA ESPERANCA, RIO PARNAIBA, BRASIL			
CASA DE FORÇA		POWERHOUSE	
SISTEMA DE AR		AIR	
CONDICIONADO		CONDITIONING	
SYSTEM		SYSTEM	
KEIC JOB No.: 8808		CONTRATO BERETE: 188-01	

Figura 2.5.2.11



LEGENDA - LEGEND

- AMPÃO COM CADADEO
DOCKED TYPE FILL CAP
- AMPÃO
TYPE CAP
- ÁLVULA DE GAVETA
GATE VALVE
- ÁLVULA NORMALMENTE FECHADA
VALVE NORMALLY CLOSED
- ÁLVULA DE RETENÇÃO
HECK VALVE
- OMADA PARA MANGUEIRA
HOSE COUPLING
- MANGUEIRA FLEXÍVEL
FLEXIBLE HOSE
- FILTRO CESTA
BASKET STRAINER
- MANÔMETRO
PRESSURE GAUGE
- TERMÔMETRO
THERMOMETER

OPERATING POSSIBILITIES

1. FILL DIRTY OIL TANK FROM FILL BOX BY GRAVITY.
2. FILL CLEAN OIL TANK FROM FILL BOX THROUGH PURIFIER.
3. TRANSFER OIL FROM DIRTY OIL TANK THROUGH PURIFIER TO CLEAN OIL TANK OR TO SERVICE LINE.
4. TRANSFER OIL FROM CLEAN OIL TANK THROUGH EITHER PUMP TO DIRTY OIL TANK.
5. TRANSFER OIL FROM CLEAN OIL TANK THROUGH EITHER TRANSFER PUMP TO GOVERNOR SYSTEM AND GENERATOR BEARING DEVICES.
6. TRANSFER OIL FROM GOVERNOR SYSTEM AND GENERATOR BEARING DEVICES THROUGH TRANSFER PUMPS TO DIRTY OIL TANK.
7. FLUSH ALL OIL LINES WITH OIL FROM CLEAN OIL TANK (USING BOTH OF THE TRANSFER PUMPS) INTO DIRTY OIL TANK.
8. DRAIN DIRTY OIL OR CLEAN OIL TANKS THROUGH HOSE CONNECTION AND PUMP TO OIL INTAKE BOX.

POSSIBILIDADES DE OPERAÇÃO

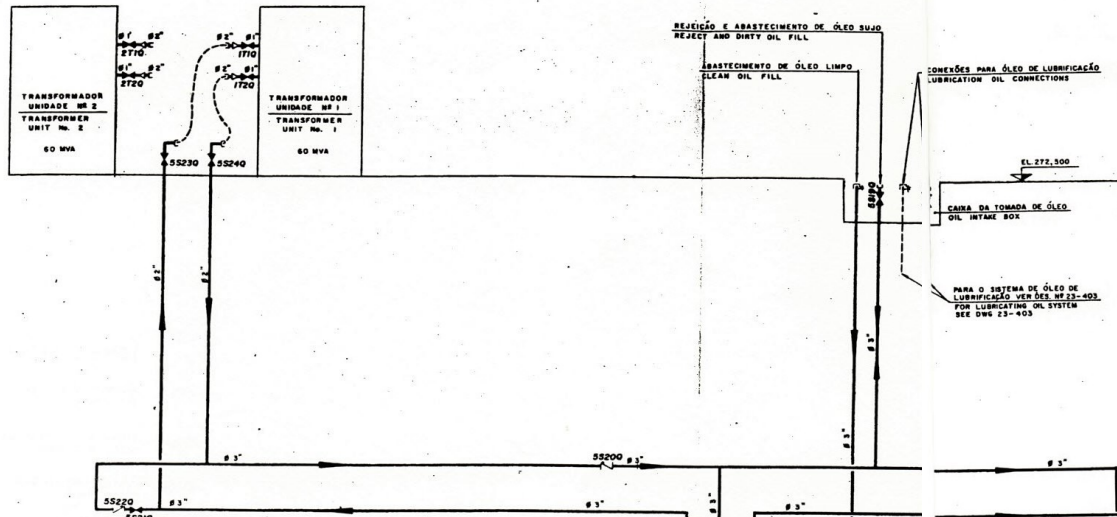
1. ENCHER O TANQUE DE ÓLEO SUJO DO EXTERIOR POR GRAVIDADE.
2. ENCHER O TANQUE DE ÓLEO LIMPO DO EXTERIOR ATRAVÉZ DO PURIFICADOR.
3. TRANSFERIR ÓLEO DO TANQUE DE ÓLEO SUJO ATRAVÉZ DO PURIFICADOR PARA O TANQUE DE ÓLEO LIMPO OU PARA A LINHA DE SERVIÇO.
4. TRANSFERIR ÓLEO DO TANQUE DE ÓLEO LIMPO ATRAVÉZ DE QUALQUER UMA DAS BOMBAS PARA O TANQUE DE ÓLEO SUJO.
5. TRANSFERIR ÓLEO DO TANQUE DE ÓLEO LIMPO ATRAVÉZ DE QUALQUER UMA DAS BOMBAS DE TRANSFERÊNCIA PARA O SISTEMA DO REGULADOR E DISPOSITIVOS DO MANCAL DO GERADOR.
6. TRANSFERIR ÓLEO DO SISTEMA DO REGULADOR E DISPOSITIVO DO MANCAL DO GERADOR, ATRAVÉZ DAS BOMBAS DE TRANSFERÊNCIA PARA O TANQUE DE ÓLEO SUJO.
7. LAVAR TODAS AS LINHAS COM ÓLEO DO TANQUE DE ÓLEO LIMPO USANDO AMBAS AS BOMBAS DE TRANSFERÊNCIA E DESCARREGANDO NO TANQUE DE ÓLEO SUJO.
8. DRENAR OS TANQUES DE ÓLEO LIMPO OU SUJO ATRAVÉZ DAS CONEXÕES DE MANGUEIRAS E BOMBAS PARA A CAIXA DA TOMADA DE ÓLEO.

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
CORTE TÍPICO PELA UNIDADE	23-1
PLANTA DO PISO DA TURBINA	23-C
PLANTA DO PISO DO GERADOR	23-D
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	23-E
SISTEMA DE ÓLEO PARA TRANSFORMADORES	23-F
SYSTEM OIL TRANSFORMER	23-G

REVISÕES - MODIFICAÇÕES				
REV. NO.	DESCRIÇÃO - DIFERENCIAÇÃO	BY	CHECK	DATE
11	1 REVISÃO GERAL	FGS	RS	23.12.58
12	2 REVISÃO GERAL	FGS	RS	23.12.58

APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO	
APPROVED BY: <i>[Signature]</i>	DATE: <i>[Date]</i>

KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.			
SCALE: 800/1			
DATE: 23.12.58	BY: <i>[Signature]</i>	CHECKED: <i>[Signature]</i>	DATE: 23.12.58
USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAÍBA, BRASIL		POWER HOUSE LUBRICATING OIL	
SISTEMA DE ÓLEO DE LUBRIFICAÇÃO		REIC JOB No.: 8809	
CONTRATO SERETE-182-01		Figura 2.5.2.12	



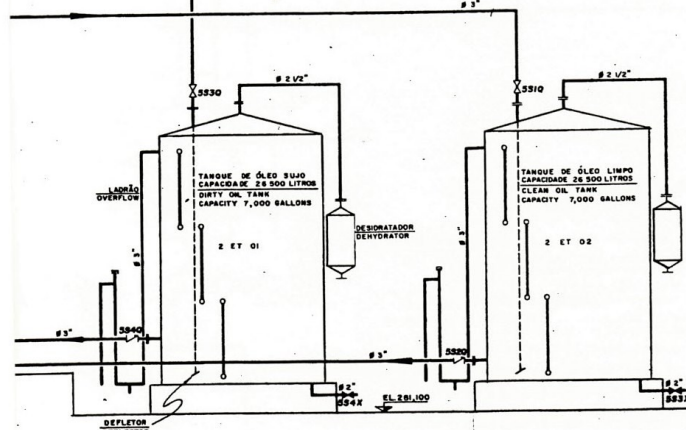
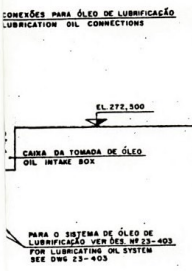
DE OPERAÇÃO

- 1. ÓLEO SUJO DO EXTERIOR
- 2. ÓLEO LIMPO DO EXTERIOR
- 3. Ó TÂNQUE DE ÓLEO SUJO
- 4. Ó TÂNQUE DE ÓLEO LIMPO
- 5. Ó TÂNQUE DE ÓLEO SUJO
- 6. TRANSFORMADOR PARA O TANQUE
- 7. ÓLEO SUJO DO TÂNQUE
- 8. ÓLEO LIMPO DO TÂNQUE
- 9. ÓLEO DO TRANSFORMADOR.

OPERATING POSSIBILITIES

- 1. FILL DIRTY OIL TANK FROM FILL BOX BY GRAVITY.
- 2. FILL CLEAN OIL TANK FROM FILL BOX THROUGH PURIFIER.
- 3. TRANSFER OIL FROM DIRTY OIL TANK TO CLEAN OIL TANK OR TO ANY TRANSFORMER THROUGH PURIFIER.
- 4. TRANSFER OIL FROM CLEAN OIL TANK TO DIRTY OIL TANK OR TO ANY TRANSFORMER THRU EITHER TRANSFER PUMP.
- 5. TRANSFER OIL FROM DIRTY OIL TANK OR CLEAN OIL TANK TO FILL BOX THROUGH EITHER PUMP.
- 6. DRAIN ANY TRANSFORMER TO DIRTY OIL TANK BY GRAVITY.
- 7. FLUSH ALL DIRTY OIL LINES WITH OIL FROM CLEAN OIL TANK (USING BOTH OF THE TRANSFER PUMPS) INTO DIRTY OIL TANK.
- 8. DRAIN DIRTY OIL TANK OR CLEAN OIL TANK THROUGH HOSE CONNECTION AND PUMP TO FILL BOX.
- 9. CIRCULATE AND PURIFY TRANSFORMER OIL.

DESENHOS DE REFERENCIA	
CORTE TÍPICO PELA UNIDADE	23-008
PLANTA DO PISO DA TURBINA	23-011
PLANTA DO PISO DO SERVIDOR	23-012
PLANTA ACIMA DO PISO PRINCIPAL	23-013
SISTEMA DE ÓLEO DE LUBRIFICAÇÃO	23-403

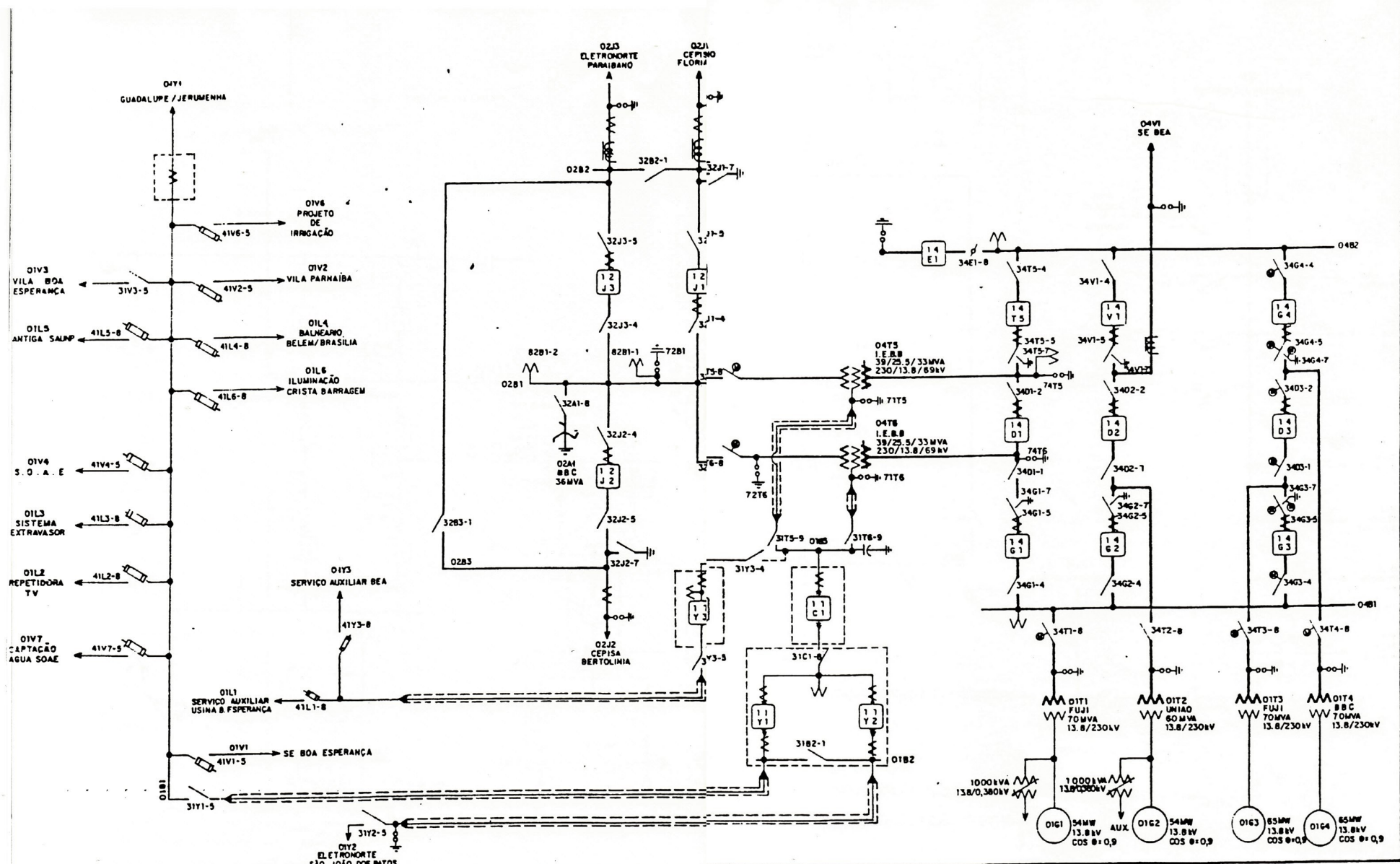


LEGENDA - LEGEND

- VALVULA DE GAVETA (GATE VALVE)
- VALVULA DE GAVETA NORMALMENTE FECHADA (GATE VALVE NORMALLY CLOSED)
- VALVULA DE RETENÇÃO (CHECK VALVE)
- TAMPÃO (PIPE CAP)
- TOMADA PARA MANGUEIRA (HOSE COUPLING)
- FILTRO CESTA (BASKET STRAINER)
- MANÔMETRO (PRESSURE GAUGE)
- TERMÔMETRO (THERMOMETER)
- MANGUEIRA FLEXÍVEL (FLEXIBLE HOSE)
- TAMPÃO COM CADEADO (LOCKED TYPE FILL CAP)

REVISÕES - MODIFICAÇÕES				APPROVAL FOR CONSTRUCTION / APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO		KAISER ENGINEERS INTERNATIONAL CORP. / SOC. SERETE DE ESTUDOS E PROJETOS LTDA.	
REV. N.º	DESCRIÇÃO - DESCRIÇÃO	BY	CHKD. POR	APP. APPROV.	DATE DATA	SCALE - ESCALA:	PROJECT PROJETO
1	REVISÃO GERAL	F. B. S.	[Signature]	[Signature]	12-3-57	1:1	USINA DE BOA ESPERANÇA, RIO PARNAIBA, BRASIL
2	REVISÃO GERAL	[Signature]	[Signature]	[Signature]	12-3-57	1:1	CASA DE FÔRÇA / POWER HOUSE

Figura 2.5.2.13



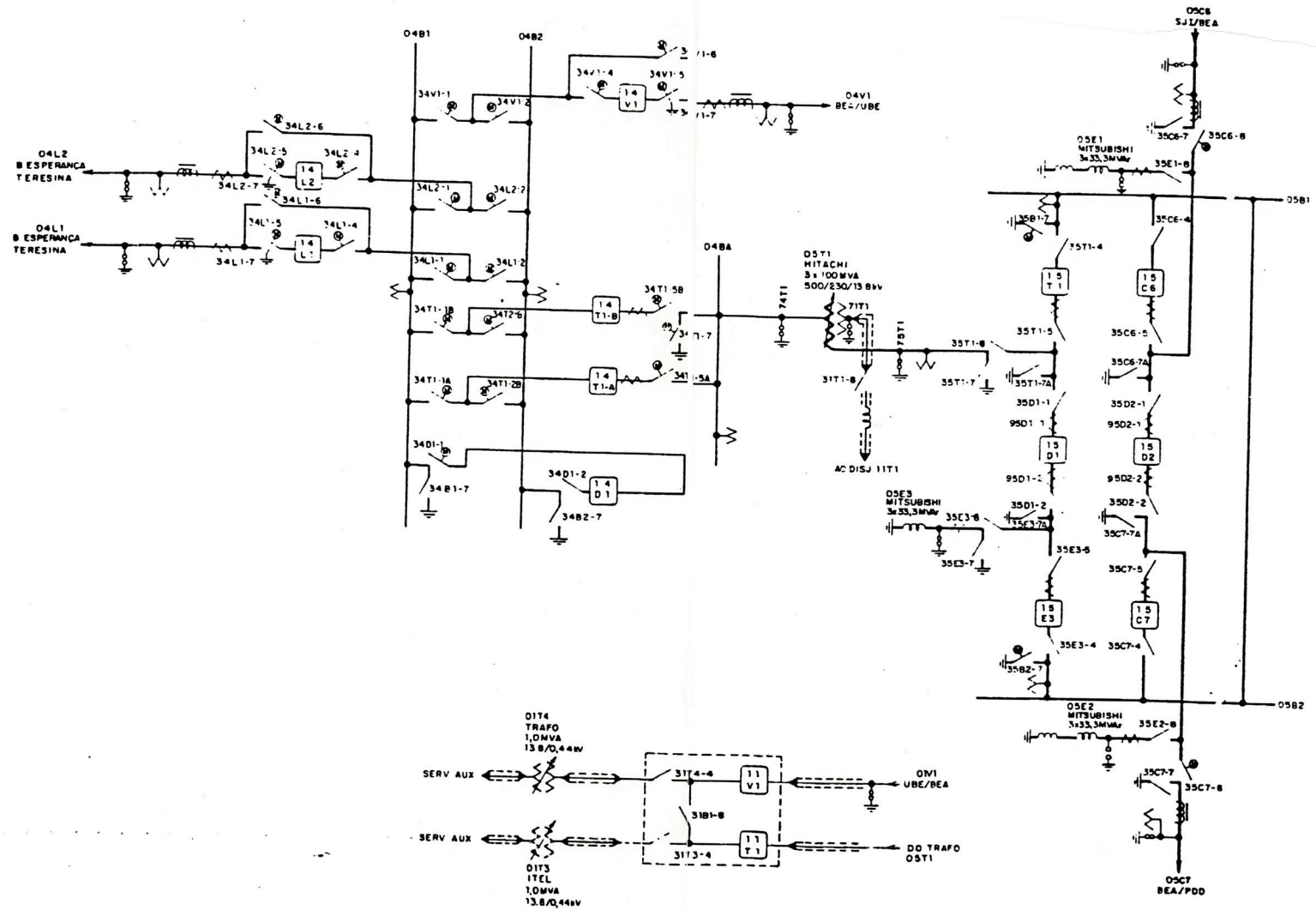
MODIFICAÇÕES

21-07-94 - RETIRADO REPRESENTAÇÃO DO TRAFÓ O1T7.
 - INDICAÇÃO DE CARGA NA LT O1V7 E REPRESENTAÇÃO DA NOVA LT O1Y3, DISJ. 11Y3 COM CHAVES ASSOCIADAS E CHAVE 32B3-1
 - CODIFICADOS BARRAMENTOS O2B3, O1B1, O1B2 E O1B3.
 17-01-95 - ENERGIZAÇÃO DA CHAVE 32B-1 E DA LT O1Y3 E CHAVES ASSOCIADAS. REMANEJAMENTO DA LT O1L1 DERIVANDO DA LT O1Y3

PROJETADO:
 DESENHADO:
 VERIFICADO:
 VISTO:
 APROVADO:

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO			
USINA DE BOA ESPERANÇA			
UBE			
DIAGRAMA UNIFILAR			(SUBSIST. DESTA)
SEM ESCALA	RECIFE, 15 - JULHO - 1994	DO-94.3 0004	R-

Figura 2.6.1



MODIFICAÇÕES

- 22-12-52-AS CHAVES DO 34L1/L2, 34V1, 34T1A/B SÃO MOTORIZADAS
- 11-07-94-DESLOCADO BARRA O4B4, DISJUNTOR 1401
- CHAVE 34T1-7 NO MESMO CONJUNTO 34T1-5B
- RETIRADO REPRESENTAÇÃO DO PR 75E2-2 E CODIFICAÇÃO DO PR 75E2-1.

PROJETADO:	COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO		
DESENHADO <i>de 21/07/94</i>	SE BOA ESPERANÇA		
VERIFICADO <i>intal</i>	BEA		
VISTO:	DIAGRAMA UNIFILAR (S.OESTE)		
APROVADO	S/ESCALA	RECIFE, 01-DEZ-86	DO-87 3 0096

Figura 2.7.1

Capítulo 3

Atividades Desenvolvidas

3.1. Introdução

Neste capítulo descrevemos de forma clara as principais atividades realizadas durante o estágio. As mesmas se resumiram em:

- Estudos teóricos (diagramas elétricos, manuais de manutenção, manuais dos equipamentos, funcionais, etc.).
- Acompanhamento de ensaios periódicos.
- Manutenção periódica dos equipamentos elétricos da Usina.
- Análise de defeitos.
- Visitas técnicas.

Estas atividades foram acompanhadas pelo pessoal técnico com larga experiência e capacidade criativa, seguindo um plano elaborado pela empresa. As atividades descritas neste capítulo foram realizadas na tomada d'água, nas turbinas e equipamentos auxiliares, nos geradores, nos sistemas auxiliares e na subestação elevadora da Usina de Boa Esperança. A manutenção periódica dos equipamentos elétricos da Usina são descritos com maiores detalhes no capítulo seguinte.

3.2. Tomada D'água

- Acompanhamento em várias ocasiões das operações de abertura e fechamento das comportas da tomada d'água das quatro unidades, realizado pelos operadores.
- Acompanhamento da manutenção preventiva da tomada d'água das unidades 2 e 4. Nas mesmas foram feitas limpezas de contatos, ajustes da chave limite, ensaios diversos no motor do guincho, além do reconhecimento físico dos equipamentos anteriormente estudados no diagrama elétrico de controle dos guinchos.

3.3. Turbinas e Equipamentos Auxiliares

O estudo da turbina e equipamentos auxiliares consistiu na leitura do manual de operação, na leitura dos diagramas elétricos e no acompanhamento de manutenções diversas, inclusive mecânica.

Dentre os equipamentos auxiliares da turbina, estudou-se principalmente os diagramas hidromecânicos e elétricos dos reguladores "PELTON" para as unidades 1 e 2, e reguladores "WOODWARD" para as unidades 3 e 4, mais modernas. A seguir mostramos as principais atividades.

- Reconhecimento físico dos componentes das turbinas e seus equipamentos auxiliares, bem como explicações sobre o funcionamento dos mesmos apresentado pelo engenheiro supervisor.
- Acompanhamento da manutenção corretiva do sistema de travamento dos servomotores do anel distribuidor da unidade 2. O travamento dos servomotores não estava sendo indicado no painel de controle da usina, impedindo que o mesmo pudesse ser destravado automaticamente. Depois da inspeção verificou-se que o cilindro acoplado ao êmbolo de travamento não estava acionando o dispositivo que indica servomotores travado no painel de controle. A solução encontrada foi trocar o cilindro por outro de diâmetro 3mm superior, para que se pudesse acionar o dispositivo.

3.4. Geradores

O estudo sobre os geradores consistiu na leitura dos manuais dos fabricantes (Brawn-Boveri para as unidades 1 e 2, e General Electric para as unidades 3 e 4); leitura do manual de operação; apresentação das instalações físicas dos equipamentos com acompanhamento do engenheiro supervisor e do chefe da operação; acompanhamento de diversas manutenções mecânicas e elétricas com acompanhamento dos auxiliares de engenharia; análise e discussão dos diagramas elétricos dos equipamentos auxiliares contidos no arquivo técnico. A seguir são mostradas as principais manutenções.

- Medição do entreferro. Foram realizadas medições de distância do entreferro das unidades 2 e 4 juntamente com o auxiliar de engenharia mecânica para verificação do alinhamento vertical das máquinas. Os resultados obtidos foram satisfatórios.
- Verificação do efeito corona. O efeito corona é resultante do efeito da alta tensão sobre o isolante da barra do enrolamento do estator. Este fenômeno se caracteriza por deixar um polvilho de cor cinza nas barras adjacentes ou entre uma barra e a carcaça. Após a localização é feita a marcação de todas as barras para posterior estudo. Se o número de barras estiver muito grande deve ser programada uma manutenção corretiva. Esta verificação foi feita nas unidades 2 e 4.

- Medição da resistência de isolamento do enrolamento do estator e rotor. Esta operação consiste em desconectar os barramentos de saída do estator, desconectar as escovas da excitatriz e aplicar uma tensão de 2500 V das barras do estator para a terra, após realizar a leitura para o estator aplica-se uma tensão de 500 V das barras do rotor para a terra e realiza-se a leitura para o rotor. Todo este processo é feito com o auxílio do "MEGGER" motorizado. Se a isolação estiver boa o ponteiro do equipamento vai para "infinito" na sua escala. Estas medições foram realizadas nos enrolamentos do estator e do rotor das unidades 2 e 4. Encontra-se no final deste capítulo as figuras 3.4.1 e 3.4.2 que representa as cópias das folhas de registro de medição com os respectivos diagramas de ligação e os valores de resistência encontrados para a máquina 01G2 antes e após a manutenção.
- Manutenção da excitatriz. Foram feitas trocas das escovas gastas do anel coletor e comutador das unidades 2 e 4. Foram também realizadas medições de pressão nas molas dos porta-escovas através de balança de pressão (dinamômetro).
- Acompanhou-se a aferição do termostato que acusa a temperatura do mancal escora da unidade 2. A mesma consiste em colocar numa vasilha com óleo o bulbo do termostato juntamente com o bulbo de um termômetro padrão, esquentando-se o óleo gradativamente e compara-se os valores apresentados.
- Acompanhou-se em algumas ocasiões os procedimentos normais necessários para a parada e partida das quatro máquinas. Bem como os procedimentos para a operação das máquinas 01G3 e 01G4 como compensadores síncronos.

3.5. Sistemas Auxiliares

O estudo sobre os sistemas auxiliares consistiu na leitura do manual de operação da usina e na leitura dos guias de manutenção. A seguir mostramos algumas atividades.

- Acompanhou-se com o chefe da operação e do auxiliar de engenharia elétrica a manutenção preventiva do sistema de água de proteção contra incêndio, com explicações de como é acionado este sistema em casos de emergência.
- Acompanhou-se com o engenheiro supervisor e com os técnicos a explicação e a manutenção preventiva dos sistemas de CO₂ dos geradores, da sala de purificação do óleo e da sala de armazenamento de óleo. Aprendendo-se também como fazer o acionamento manual em caso de emergência.
- Acompanhou-se a troca dos oito refrigeradores da máquina 01G2 por refrigeradores novos fabricados pela Refrigeradores Visconde, empresa de São Paulo.

- Acompanhou-se com o auxiliar de engenharia elétrica e com os técnicos de mecânica a substituição da tubulação do poço de drenagem e da instalação de uma nova bomba de drenagem.
- Acompanhou-se com o engenheiro supervisor e com o auxiliar de engenharia mecânica a instalação de uma válvula globo na tubulação de entrada do tanque de pressão do regulador de velocidade da unidade 4. A válvula foi instalada para impedir a admissão de ar no tanque de pressão durante a próxima manutenção do regulador de velocidade da unidade 4.

3.6. Subestação Elevadora – SE/UBE

- Reconhecimento físico das instalações da subestação e dos equipamentos de 13,8, 69 e 230 kV apresentados pelo engenheiro superviso.
- Acompanhamento da aferição dos relés de distância e diferencial feita pelo auxiliar de engenharia elétrica. Os relés se encontram na sala de controle da usina.
- Participação na manutenção corretiva do disjuntor de 13,8 kV 11Y2 (código operacional do disjuntor). Após uma descarga atmosférica o disjuntor atuou, mas uma de suas fases ficou danificada, nessa ocasião o disjuntor foi retirado e desmontado para limpeza de suas peças e reposição das peças danificadas. Com o disjuntor montado e colocado de volta em seu lugar colocou-se óleo isolante testado e feito os ensaios de resistência de isolamento para cada fase. O aparelho utilizado foi o "MEGGER" motorizado.
- Participação na colocação de uma chave fusível na linha de 13,8 kV que liga a subestação à cidade de Guadalupe. A mesma foi colocada para que a proteção atuasse na chave e não no disjuntor localizado na subestação.
- Acompanhamento da limpeza e troca de óleo do disjuntor de 13,8 kV 11Y3.
- Participação na colocação de SF₆ (hexafluoreto de enxofre) em alguns disjuntores.
- Acompanhamento da retirada de pontos quentes em alguns contatos de chaves seccionadoras e em contatos entre cabos e disjuntores.

CHEF

DATA
DE MANUTENÇÃO

FOLHA DE REGISTRO DE MEDIÇÃO

MAQUINA: 0162

SEMANA
MANUTENÇÃO Nº

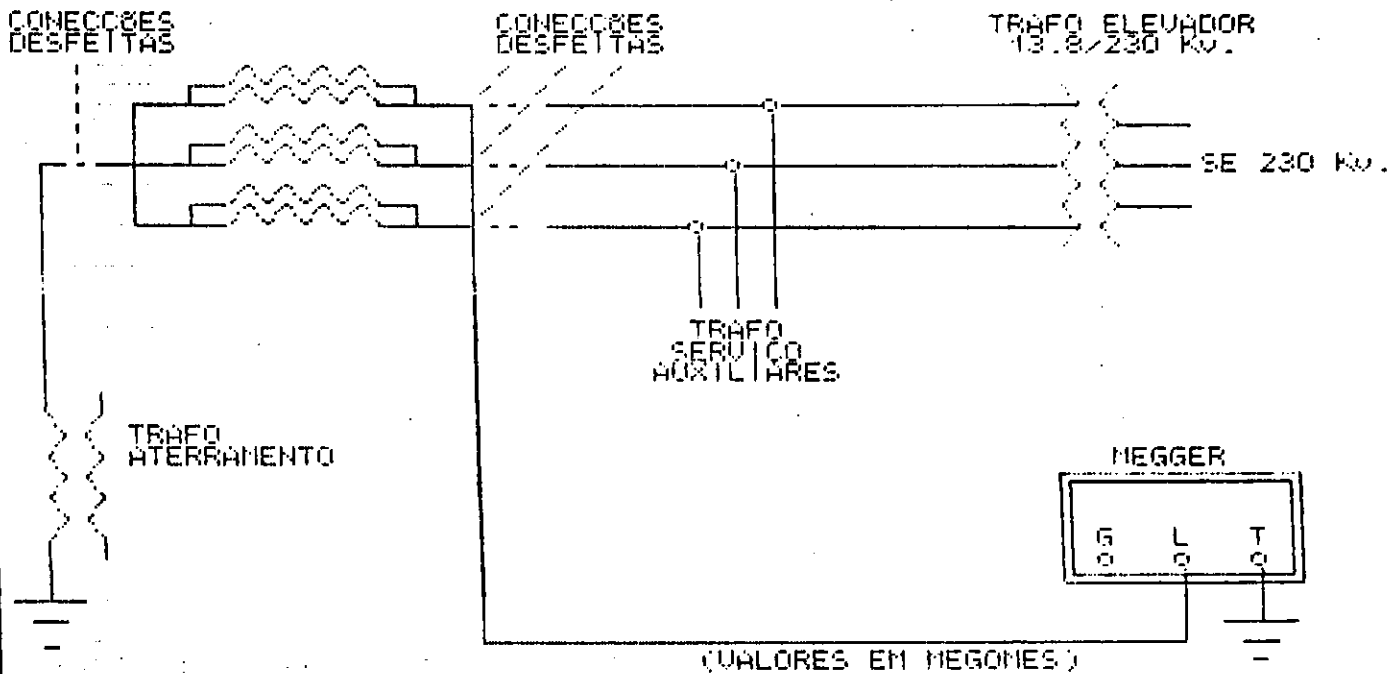
MEDIÇÃO: **RESISTENCIA DE ISOLAMENTO DO ENROLAMENTO DO ESTATOR E ROTOR**

USINA: **USINA BOA ESPERANCA**

COMPONENTE: **GERADOR/ROTOR**

FABRICANTE: BRONH BOVERI		Nº DE SERIE OU FABRICAÇÃO:	
POTENCIA: 54KW	TENSÃO: 13.800V	CORRENTE: 2184 A.	ROTAÇÃO: 120 RPM.

1. DIAGRAMA DE LIGAÇÃO



2. ENROLAMENTO DO ESTATOR/TERRA

TEMPERATURA DO ENROLAMENTO: 39°C	U.R.: 40 %	DATA: 29 / 09 / 97													
TEMPO	15"	30"	45"	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	IP1	IP2
FASE/TERRA	10	10	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13		
ROTOR/TERRA	13	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17		

3. CARACTERISTICAS DOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS

FABRICANTE: **MEGGER** Nº SERIE: **1994942** TENSÃO: **2500 V.**

4. OBSERVAÇÕES:

LEITURAS REALIZADAS ANTES DA MANUTENÇÃO:

TENSÃO APLICADA NO ESTATOR: 2500 V.

TENSÃO APLICADA NO ROTOR: 500 V.

29 / 10 / 97
DATA

EDMUNDO
EXECUTANTE

ENGE RESPONSÁVEL

meggermaq

CHESE

DO
DORIS

FOLHA DE REGISTRO DE MEDICAO

MAQUINA: 0162

SEMANA
MANUTENCAO Nº

MEDICAO: RESISTENCIA DE ISOLAMENTO DO ENROLAMENTO DO ESTATOR E ROTOR

USINA: USINA BOA ESPERANCA

COMPONENTE: GERADOR/ROTOR

FABRICANTE: BROWN BOVERI

Nº DE SERIE OU FABRICACAO:

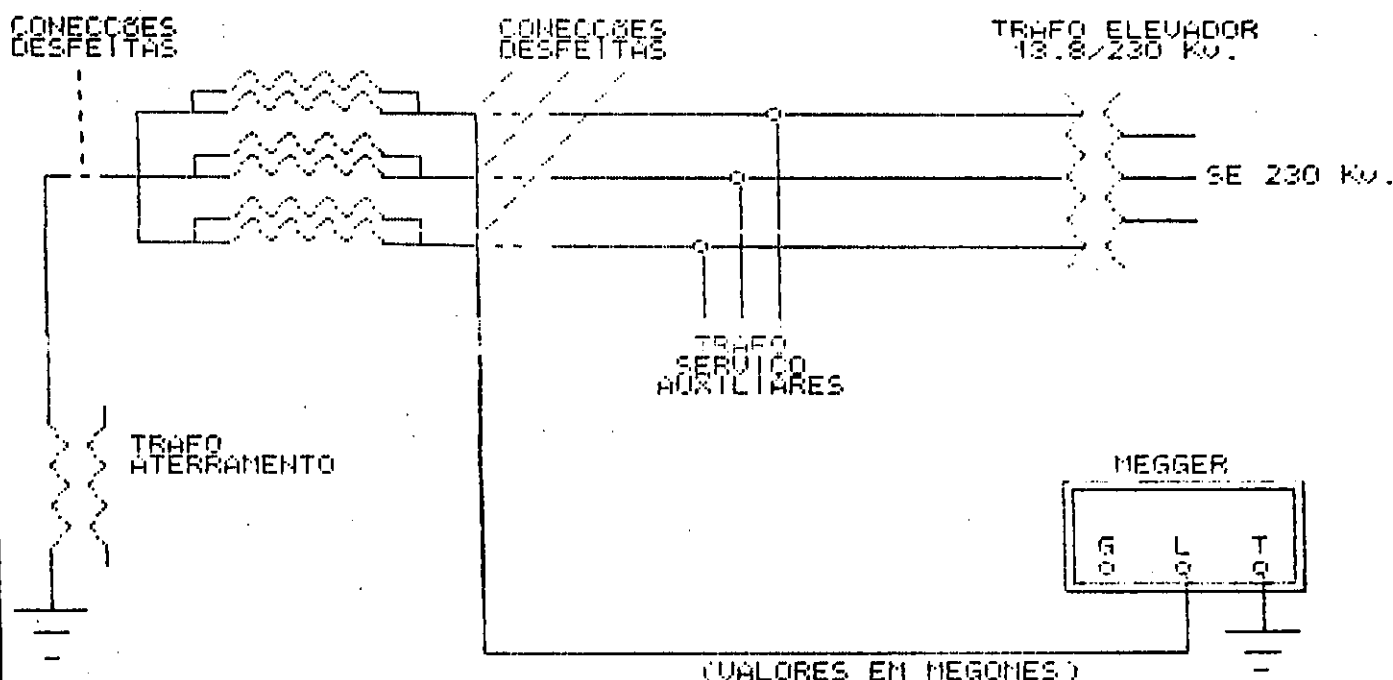
POTENCIA: 5400

TENSAO: 13.800V

CORRENTE: 2184 A.

ROTAÇÃO: 120 RPM.

1. DIAGRAMA DE LIGACAO



2. ENROLAMENTO DO ESTATOR/TERRA

TEMPERATURA DO ENROLAMENTO: 32°C					U.R.: 55 %					DATA: 11 / 11 / 97					
TEMPO	15"	30"	45"	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	IP1	IP2
FASE/TERRA	30	30	35	35	40	40	40	43	43	43	43	43	43		
ROTOR/TERRA	10	11	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13		

3. CARACTERISTICAS DOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS

FABRICANTE: MEGGER Nº SERIE: 1994942 TENSÃO: 2500 V.

4. OBSERVAÇÕES:

LEITURAS REALIZADAS APOS A MANUTENCAO

TENSÃO APLICADA NO ESTATOR: 2500 V.

TENSÃO APLICADA NO ROTOR: 500 V.

11 / 11 / 97
DATA

JAI ME LIMA
EXECUTANTE

ENGE RESPONSÁVEL

meggermaq

Capítulo 4

Manutenção Periódica dos Equipamentos Elétricos da Usina

4.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados os procedimentos para a manutenção do equipamento elétrico da Usina de Boa Esperança. São manutenções preventivas periódicas que são muito importantes para o bom desempenho dos equipamentos e para o aumento da vida útil dos mesmos. Algumas das manutenções que serão apresentadas foram realizadas durante o estágio, seguindo rigorosamente os procedimentos determinados.

4.2. Geradores e Motores

4.2.1. Fundações

Verificar quanto a condições anormais e consertar como necessário para manter posição de segurança. (Mensalmente)

Examinar cuidadosamente as placas de apoio, chumbadores e pinos de ligação, quanto a trincas, folga e adequado alinhamento. Verificar os amortecedores de vibração quanto a suporte e posição. Consertar, substituir ou apertar onde necessário, para garantir um trabalho seguro e ininterrupto. As placas de fundação devem ser verificadas quanto a evidência de falta de apoio adequado, devido a recalque de fundação. (Cada dois anos)

4.2.2. Armações

Verificar quanto a qualquer indicação de folga de parafusos no estator ou outras peças. Verificar o aterramento e ligações. Inspeccionar quanto a trincas, folgas, soldas partidas e outras falhas. Limpar, consertar, apertar, soldar, proteger e pintar onde necessário, para garantir continuidade de serviço e manter uma aparência satisfatória.(Cada dois anos)

4.2.3. Laminados do Campo e Armadura

Inspeccionar o rotor quanto a peças soltas e as ligações de campo. Se os laminados vibram e a vibração não pode ser eliminada com dispositivos de prender, introduzir verniz de secagem rápida ou goma-laca entre os laminados. Verificar quanto a pólos soltos e corrigir as deficiências onde necessário. (Cada dois anos)

4.2.4. Rotores

Durante as inspeções normais verificar os motores com a palma da mão, quanto a temperaturas excessivas, vibração inconveniente, deslizamento da correia ou mau funcionamento de acoplamentos. (Diariamente)

Verificar as barras do rotor do motor ou enrolamentos de armadura, quanto a barras ou terminais quebrados. Com o motor em funcionamento, observar se há ruídos estranhos, falha em atingir plena velocidade e vibração excessiva. Os rotores do gerador devem ser inspecionados também quanto a derivações soltas, presença de óleo ou sujeira, condição dos anéis coletores, respectivas escovas e suas ajustagens. Se a inspeção indicar que há folga nas chavetas ou parafusos de pólos, deve-se fazer uma verificação quanto a evidência de dano devido a essa folga; essa folga deverá resultar em chavetas gastas, enrolamentos danificados ou riscos na isolação. (Cada dois anos)

Geralmente, haverá folga suficiente para introduzir as chavetas, porém, em alguns casos, será necessário retirar as chavetas velhas e inserir calços ou substituir as chavetas velhas por novas. Medir e registrar a resistência de campo. Medir e registrar a queda de tensão para cada peça de pólo. Envernizar se necessário. (Cada dois anos)

4.2.5. Entreferro

Medir a folga do entreferro com um medidor, para detectar qualquer alteração no alinhamento. Inspeccionar quanto a objetos estranhos e laminados danificados. Se o entreferro varia, verificar quanto a mancais gastos. (Cada dois anos)

4.2.6. Ventiladores

Inspeccionar todos os ventiladores quanto a folgas e trincas causadas por fadiga. Apertar os parafusos e consertar onde necessário. (Cada dois anos)

4.2.7. Enrolamentos

Examinar cuidadosamente quanto a evidência de isolação danificada, óleo, umidade ou sujeira excessiva. Se necessário, empregue ar seco e limpo com pistola apropriada e limpe completamente com um agente de limpeza não inflamável, isento de resíduos, e com escovas adequadas. Inspeccionar os fios e as ataduras dos enrolamentos da armadura em c.c. e consertar, renovar ou colocar ataduras adicionais como necessário. Examinar completamente as amarrações das bobinas de c.a. do estator e aplicar amarrações adicionais se a curva na extremidade vibra excessivamente. Inspeccionar as cunhas das ranhuras, o mais acuradamente possível sem retirar o

rotor, para determinar se as cunhas estão suficientemente apertadas. Apertar ou substituir como necessário. Inspeccionar as condições da isolação do enrolamento e ligações e verificar, também, quanto a efeito corona e correlatos. Limpar como descrito anteriormente e envernizar onde necessário. Consertar ou substituir outros itens como necessário para assegurar continuidade dos serviços. Medir e registrar a resistência do enrolamento. (Anualmente)

4.2.8. Comutadores e Anéis Coletores

Inspeccionar os comutadores e anéis coletores e limpar cuidadosamente com panos isentos de fiapos. Deve-se ter cuidado para evitar o contato de fluidos de limpeza ou emanações, com as superfícies do comutador ou coletor, uma vez que as películas superficiais são sensíveis a tais fluidos. Proceder a usinagem, esmerilhamento ou polimento, se houver riscos ou pontos de desgaste. Recortar a mica se estiver alta, porém, se o comutador ou anéis coletores tiverem um bom polimento, deixar como estão. Não deixar que se acumule pó ou sujeira entre os anéis coletores. (Mensalmente)

4.2.9. Escovas e Ajustagem das Escovas

Inspeccionar as escovas e verificar se elas se movem livremente nos porta-escovas e, ao mesmo tempo, se elas mantêm contato firme com os anéis coletores. Verificar se a tensão das molas é aquela recomendada nas instruções de manutenção dos fabricantes. Substituir por novas e ajustar, se as escovas estiverem muito gastas. Verificar a posição neutra das escovas e assegurar uma remoção de toda poeira de carvão ou metálica, após a ajustagem. (Mensalmente)

Inspeccionar a ajustagem das escovas e apertar os parafusos e ligações. Reajustar as escovas se não estiverem convenientemente posicionadas ou espaçadas. (Anualmente)

4.2.10. Eixos e Acoplamentos

Inspeccionar e verificar se os eixos apresentam uma vibração incomum e se o acoplamento está operando satisfatoriamente. (Mensalmente)

Se o acoplamento for do tipo parafusado, verificar se os parafusos estão firmes. (Semestralmente)

Verificar o jogo nas máquinas horizontais. Verificar os eixos quanto a alinhamento e trepidação. Realinhe e ajuste onde necessário. Veja se as chavetas, parafusos ou outros dispositivos de fixação estão apertados e firmes. (Anualmente)

4.2.11. Pontos de Isolação

Verificar a resistência de todos os pontos de isolamento das cruzetas superiores e mancais do gerador. Consertar ou substituir para pô-los, pelo menos, nos níveis de isolamento recomendados. (Anualmente)

4.2.12. Mancais Guia

Verificar o nível de óleo no reservatório do mancal. Adicionar óleo como necessário. (Diariamente)

Inspecionar a tubulação de óleo e revestimento dos mancais quanto a vazamentos de óleo. Consertar onde necessário. Retirar uma amostra de óleo do fundo do reservatório, examine-a quanto a água e drene se necessário. (Trimestralmente)

Verificar as condições do óleo lubrificante, drenar e reabastecer se o óleo estiver contaminado com sujeira, apresentar aumento significativo no teor ácido ou qualquer outra causa. (Anualmente)

Depois de verificar o alinhamento do eixo, constate as folgas dos mancais com calibradores, com o eixo em cada posição quadrante. Proceda aos consertos e ajustes necessários. Drene o óleo do reservatório, limpe o reservatório e reabasteça-o com óleo limpo. (Cada dois anos)

4.2.13. Mancais de Escora

Verificar o nível de óleo no reservatório dos mancais e adicionar óleo como necessário. Verificar os mancais quanto a superaquecimento e vibração. (Diariamente)

Inspecionar o reservatório de óleo e tubulação externa quanto a vazamentos e consertar onde necessário. Retirar uma amostra de óleo do fundo do reservatório, examiná-lo quanto a água e drená-lo se ela for constatada. (Trimestralmente)

Verificar as condições do óleo lubrificante, drenar e reabastecer se o óleo estiver contaminado com sujeira, apresentar aumento significativo de teor ácido ou qualquer outra causa. (Anualmente)

Drene o óleo do reservatório dos mancais e limpe o reservatório. Se o desempenho dos mancais e a elevação de temperatura não forem satisfatórios e for claro um desgaste excessivo do mancal, evidenciado por certos sinais tais como resíduos do metal do mancal no reservatório ou óleo excessivamente contaminado, desmonte o mancal para uma inspeção. Conserte ou substitua as peças danificadas por peças sobressalentes e ajuste onde necessário. Reabasteça com óleo limpo. (Cada dois anos)

4.2.14. Mancais (Pequenas Unidades)

Verificar com a palma da mão, onde possível, as temperaturas dos mancais. Observar o nível do óleo e verificar se a lubrificação alcança os pontos necessários. (Diariamente)

Verificar a alimentação, quantidade e condições do óleo. Verificar os anéis retentores e a operação adequada de bombas ou outros dispositivos de fornecimento de óleo. (Mensalmente)

Verificar as folgas, jogo e alinhamento, se houver alguma indicação de que isso seja necessário. Limpe e lubrifique os mancais. Substitua ou engaxete os mancais se necessário; alinhe também os eixos como necessário. (Anualmente)

4.2.15. Sistema de Lubrificação dos Mancais

Assegurar-se de que o fluxo de água de refrigeração é suficiente e adequado. Nos sistemas pressurizados, inspecionar a bomba de óleo quanto à sua operação satisfatória. Verificar se não há vazamentos nos sistemas que possam afetar a operação satisfatória. (Diariamente)

Verificar os sistemas de lubrificação quanto a operação adequada, condições da tubulação, reservatório, válvulas, filtros, medidores, etc. Examinar as condições do óleo. Reabastecer ou renovar como necessário. (Anualmente)

Os refrigeradores de óleo exigem limpeza periódica, a qual inclui a parte interna do revestimento dos trocadores de calor, a superfície externa dos tubos, onde o óleo flui e a parte interna dos tubos onde flui a água de refrigeração. Tubos sujos e qualquer outra anormalidade no sistema de refrigeração do óleo serão indicados pela alteração da temperatura do óleo. Qualquer alteração gradativa ou repentina, das temperaturas do óleo e da água, exigem pronta investigação, para determinar se a causa do problema é devida ao trocador de calor ou ao aquecimento do mancal. (Mensalmente)

4.2.16. Refrigeradores de Ar

Cuidado - observar todas as necessárias precauções contra os perigos criados por uma repentina liberação de CO₂. Inspecionar quanto a vazamentos de água em refrigeradores de ar de superfície. Observar o fluxo da água de refrigeração e o funcionamento dos indicadores ou medidores de vazão. (Diariamente)

Esgotar os refrigeradores. Retirar as tampas. Limpar os tubos com escova de aço, com varetas de desobstrução ou com uso de um agente de limpeza recomendado pelo fabricante do equipamento. Nos casos de vazamentos de água, desmontar e consertar como necessário. Substituir as gaxetas. Substituir os tubos se necessário. Testar o refrigerador sob pressão hidrostática total da água de refrigeração, fechando a válvula de descarga do refrigerador com a válvula de alimentação aberta. (Mensalmente)

4.2.17. Revestimento Externo

Inspecionar os revestimentos externos quanto às condições gerais. Verificar a iluminação, as chapas de piso, etc., quanto a boas condições. Limpar e pintar como necessário. (Anualmente)

4.2.18. Indicadores de Temperatura e Relés

Observar os indicadores de temperatura e relés, quanto a sinais de danos ou condições que possam causar operação insatisfatória. Consertar ou substituir como necessário. (Mensalmente)

Verificar quanto à sujeira dos contatos e emperramento. Recalibrar os termômetros e testar o funcionamento dos contatos de alarme. Verificar a operação dos relés de temperatura. Ajustar como necessário. (Mensalmente)

4.2.19. Indicadores de Vazão e Alarmes

Observar quanto à operação satisfatória. Consertar ou substituir e ajustar como necessário. (Diariamente)

Inspecionar e verificar geralmente quanto à operação satisfatória. Consertar ou substituir e ajustar como necessário. (Cada dois anos)

4.2.20. Freios e Macacos

Inspecionar os freios, tubulações, válvulas, reservatórios de óleo e outros equipamentos, quanto às boas condições. Renovar as placas de fricção dos freios, se necessário. Verificar os anéis de travamento em cada cilindro, anéis estes que servem para bloquear o rotor em posição levantada. Consertar e ajustar os componentes onde necessário. (Cada dois anos)

4.2.21. Plataforma de Manutenção do Gerador

É provida uma plataforma de manutenção do gerador, para inspeção, manutenção e ajuste do mancal de escora. Ela é suspensa por tirantes fixados na cruzeta inferior. Ela pode ser usada para qualquer dos geradores.

4.3. Quadros de Manobra e Cabos de Baixa Tensão

4.3.1. Painéis e Caixas

Inspecionar os painéis e caixas quanto as condições gerais. Limpar como necessário, com aspirador industrial tipo manual ou outros equipamentos ou materiais adequados. (Anualmente)

Inspecionar e limpar como necessário. Apertar os parafusos soltos. Verificar se as lâmpadas estão em boas condições. Proceder a pintura e acabamento como necessário. (Cada dois anos)

4.3.2. Barramentos, Juntas e Ligações

Verificar os barramentos, juntas e ligações, quanto a evidência de superaquecimento. Se necessário, proceder a um reacabamento dos revestimentos de prata das juntas de alta corrente, para evitar superaquecimento. Apertar os parafusos soltos como necessário. Verificar as juntas flexíveis. Consertar e ajustar como necessário. (Anualmente)

4.3.3. Isoladores e Suportes de Barramentos

Inspecionar e limpar os isoladores e suportes. Aplicar material vedante adequada nos pontos lascados de menor importância. Verificar a rigidez dos suportes. Apertar os parafusos soltos. Inspecionar a isolação dos barramentos; proceder a consertos e reacabamento como necessário. (Anualmente)

4.3.4. Caixas e Separações dos Barramentos

Verificar as caixas e separações de interfase dos barramentos quanto a aperto, ventilação adequada e condições gerais, onde aplicável. Limpar como necessário. Examinar as caixas metálicas quanto às ligações de terra adequadas. (Anualmente)

4.3.5. Transformadores de Corrente e de Potencial

Inspecionar se há liquefação do "compound" nos transformadores tipo a seco. Limpar os isoladores, se necessário. Consertar os pontos lascados de menor importância com material apropriado. Examinar as ligações secundárias e apertá-las se necessário. Verificar se o dispositivo de curto-circuito, no secundário do transformador de corrente, está firme na posição aberta. (Anualmente)

4.3.6. Disjuntores a Ar (Força)

Antes de efetuar uma inspeção ou qualquer serviço de manutenção, certifique-se de que o dispositivo está na posição aberta. Toda a energia, tanto a principal, quanto as fontes de controle, deverão ser também desligadas. Inspecionar, limpar e verificar os contatos quanto a desgaste ou sinais de superaquecimento e consertar como necessário. Verificar o aperto de todos os parafusos e

a continuidade de todas as ligações. Fazer uma operação experimental para verificar o funcionamento adequado. (Anualmente)

4.3.7. Travamentos e Intertravamentos

Inspecionar para certificar-se de que todos os travamentos e intertravamentos estão no lugar e em boas condições de operação. Lubrificar como necessário, usando somente grafite em pó. Mantenha-os na devida posição de operação. (Trimestralmente)

4.3.8. Cabos de Força

Inspecionar as partes expostas de todos os cabos de força quanto a sinais de superaquecimento, corrosão, danos ao revestimento ou isolamento, suportes, blindagens metálicas ou semi-metálicas e ligações terra de condutores de aterramento. (Anualmente)

Verificar e registrar a resistência da isolamento com um megômetro. Se os valores forem inferiores a um mínimo de segurança, tome as providências necessárias para remediá-los. (Cada três anos)

4.3.9. Avisos de Advertência e Segurança

Assegurar-se de que avisos adequados de advertência e de segurança estejam próximos aos equipamentos energizados ou outros perigosos e mantenha-os em boas condições. (Trimestralmente)

4.4. Painéis de Controle, Medidores, Relés e Equipamento de Controle

4.4.1. Quadro e Painéis de Controle

Verificar quanto a limpeza geral e condições de acabamento. Se necessário para a boa aparência, limpar a superfície com uma boa cera ou outro agente de limpeza apropriado, que não seja prejudicial ao acabamento. Inspecionar a iluminação interna onde existente. (Mensalmente)

Consertar o acabamento e partes metálicas e limpar, verificar e apertar os parafusos dos painéis, se necessário. Verificar quanto a corrosão e ferrugem. Se necessário, proceder a uma limpeza e reacabamento. (Anualmente)

4.4.2. Fiação e Blocos Terminais dos Painéis

Observar a fiação dos painéis quanto a boas condições. Apertar as ligações soltas. Fazer a limpeza empregando equipamento apropriado para esta finalidade. Verificar as condições da fiação,

notando particularmente qualquer evidência de isolamento danificada. Proceder às substituições ou consertos necessários. (Anualmente)

4.4.3. Chaves e Botões de Controle

Testar a operação das chaves e botões de controle menos freqüentemente usados, quanto a ocasião o permitir. Consertar ou substituir como necessário. (Trimestralmente)

Examinar os contatos e proceder ao reacabamento ou substituí-los como necessário. (Anualmente)

4.4.4. Lâmpadas Indicadoras

Substituir as lâmpadas queimadas e consertar como necessário. Verificar se as lâmpadas estão firmemente fixadas. (Diariamente)

4.4.5. Relés de Controle e de Proteção

Proceder a uma inspeção geral, visual e externa, quanto a algo incomum com os relés. Observar se as bandeiras indicadoras estão rearmadas. (Diariamente)

Inspeccionar os relés de conformidade com as instruções dos fabricantes. Verificar se as peças móveis estão livres e desobstruídas. Verificar e limpar os contatos. Testar os relés quanto a operação apropriada e se os mesmos energizam ou desenergizam os circuitos correspondentes nas ajustagens estabelecidas. Examinar e apertar as ligações terminais. Consertar e ajustar como necessário. (Anualmente)

4.4.6. Medidores e Instrumentos

Observar os medidores e instrumentos quanto a sua correta indicação e desempenho. Consertar e ajustar como necessário. (Diariamente)

Comparar os medidores e instrumentos com os instrumentos padrões. Ajustar e calibrar como necessário. Consertar e substituir os medidores e instrumentos, como necessário. Limpar os vidros e caixas. Seguir as instruções dos fabricantes, relativas a cada item do equipamento. (Cada dois anos)

4.4.7. Registradores

Examinar os registradores quanto a operação apropriada, impressão ou tinta adequadas, e corrigir o tempo nos rolos dos registradores. Substituir, se necessário, as lâmpadas de iluminação dos gráficos.

Fazer a manutenção dos registradores de acordo com as instruções dos fabricantes. Verificar o abastecimento de tinta na fita. Fazer a manutenção e lubrificar de conformidade com as instruções dos fabricantes. (Mensalmente)

Verificar o conjunto do relógio e testar a calibragem do equipamento; consertar e ajustar como necessário. Verificar todas as ligações quanto a fiação correta e apertar onde necessário. (Anualmente)

4.4.8. Equipamento Anunciador

Substituir as lâmpadas como necessário. (Diariamente)

Inspecionar os relés quanto a condições anormais e limpeza. Consertar e substituir como necessário. (Mensalmente)

Inspecionar os relés e contatos. Lixar e ajustar como necessário. Verificar e testar os alarmes visuais e sonoros. Consertar, substituir ou ajustar como necessário. Apertar todas as ligações e substituir ou renovar a identificação dos terminais e ligações, onde necessário. Proceder à limpeza e reacabamento das caixas como necessário. (Anualmente)

Inspecionar os cabos e ligações terminais onde praticável e testar a resistência da isolação. (Cada quatro anos)

4.4.9. Fusíveis e Bases de Fusíveis

Limpar os fusíveis e bases de fusíveis e verificar se todas as ligações dos fios estão firmes. Verificar as garras dos fusíveis quanto a bom contato. Limpar as superfícies dos contatos e providenciar conectores dos fusíveis, se necessário. Consertar ou substituir, como necessário, as garras dos fusíveis. (Anualmente)

4.4.10. Chave de Partida de Motores

Verificar os contatos, limpar e ajustar como necessário. Examinar as bobinas de fechamento e de retenção, quanto a condições gerais. Limpar como necessário. Inspecionar as travas e dispositivos de disparo. Examinar os contatos auxiliares e relés; limpar e ajustar como necessário. Assegurar-se de que os dispositivos de disparos estão em boas condições. Verificar se os intertravamentos mecanizados estão em boas condições operacionais. (Anualmente)

4.4.11. Dispositivos Piloto

Inspecionar os dispositivos piloto, quanto a operação adequada. Proceder a qualquer conserto, substituição ou ajustagem, que se torne necessário. Limpar os contatos se necessário.

Verificar e apertar todas as ligações. Proceder a uma limpeza e reacabamento dos dispositivos piloto, como necessário. (Anualmente)

4.5. Transformadores

4.5.1. Fundações

Inspecionar as fundações quanto a fendas e recalque e inspecionar as placas de deslizamento, observando as suas condições. Limpar e pintar as partes metálicas onde necessário. (Anualmente)

4.5.2. Buchas e Isoladores de Alta Tensão

Observar se há quebras, sujeira excessiva, baixo nível de óleo e vazamentos. Substituir a bucha se necessário e observar o indicador do nível do óleo, quanto ao nível correto. (Diariamente)

Limpar e pintar com material adequado as áreas com pequenos lascamentos. Inspecionar as gaxetas quanto a vazamentos e substituir se necessário. Verificar se os parafusos estão apertados. Testar as buchas com equipamento apropriado. (Anualmente)

4.5.3. Ligações de Terra e do Terminal Principal

Inspecionar visualmente quanto a condições de operação com segurança e apertar quaisquer ligações soltas. (Diariamente)

Inspecionar as superfícies de contato das ligações terra e terminais. Limpar e melhorar essas superfícies, se são evidentes os sinais de aquecimento e de arco e, se necessário, prateie as superfícies de contato para reduzir o aquecimento. Refazer e apertar as ligações. (Anualmente)

4.5.4. Tanques e Radiadores

Observar os indicadores de nível de óleo no tanque principal e examinar os radiadores quanto a ruídos externos incomuns e vazamentos de óleo. (Diariamente)

Se necessário, limpar e pintar as superfícies externas dos radiadores e apertar ou calçar quaisquer peças soltas ou que estejam vibrando. Inspecionar quanto a vazamentos de óleo e verificar se as caixas terminais, tampas de painéis, etc. estão estanques. Abrir a válvula de drenagem e verificar se não há água acumulada na parte inferior do tanque. Verificar a resistência dielétrica do óleo e, se for inferior à resistência mínima, troque o óleo por novo. O superaquecimento e oxidação provocam formação de resíduos no óleo. Observar quanto a depósitos

e descoloração no óleo e verificar a acidez. Recondicionar o óleo contaminado por meio de filtragem. (Anualmente)

4.5.5. Transformadores à Seco

Remover os painéis com venezianas e verificar os enrolamentos do transformador quanto a rigidez da montagem, ligações soltas e condições da isolação. Se houver poeira acumulada nos enrolamentos, condutores e blocos terminais, ela deverá ser removida com ar limpo seco a baixa pressão. Limpar as superfícies externas e pintar onde necessário. (Cada dois anos)

4.5.6. Inspeção Interna

Se for provida uma tampa de inspeção, remova-a e proceda a uma inspeção geral quanto às condições das bobinas, terminais dos núcleos e blocos terminais. Observar a proporção de resíduos no óleo e, se necessário, drene o óleo, proceda aos reparos e ajustes necessários - verificando a estanqueidade - limpar o tanque e reabastecer com óleo limpo. No caso da inspeção indicar a necessidade de retirar a parte ativa, proceda de conformidade com as instruções do fabricante. Se os enrolamentos absorverem umidade enquanto o tanque é drenado, seque o transformador e circule o óleo através do filtro, de acordo com as instruções do fabricante. (Cada seis anos)

4.5.7. Tubulação do Óleo, Válvulas e Plugs

Inspecionar a tubulação de óleo, válvulas e plugs. Verificar se as válvulas de drenagem do óleo, as quais podem ser operadas manualmente, estão tamponadas ou travadas, para evitar que alguém as abra sem autorização. (Anualmente)

4.5.8. Sistema de Ventilação Forçada

Durante as inspeções normais, verificar o funcionamento do ventilador de resfriamento, bem como as condições do radiador. Corrigir como necessário. (Diariamente)

4.5.9. Respiros

Observar se o diafragma de alívio de pressão não abriu e se os respiros estão normais. Inspecionar se há danos na tela e nos defletores, verificar os cristais de sílica gel dos respiros e trocar, se necessário. (Diariamente)

4.5.10. Diafragma de Alívio de Pressão

Verificar se o conjunto do diafragma de alívio de pressão está em boas condições operacionais e firmemente fechado. Consertar e ajustar onde necessário. (Anualmente)

Se o vidro do diafragma de alívio for encontrado trincado ou quebrado, deverá ser substituído imediatamente. (Diariamente)

4.5.11. Comutadores de Taps - Manuais

Verificar a posição do comutador de taps. Assegurar-se de que todas as unidades estão firmemente travadas, para evitar uma operação desautorizada. (Diariamente)

Verificar várias vezes a operação do comutador de taps, percorrendo a faixa de variação total, para assegurar-se de que ele funciona e que todas as articulações e engrenagens estão alinhadas e lubrificadas. (Anualmente)

4.5.12. Comutadores de Taps Sob Carga

Verificar o vidro ou válvula do diafragma de alívio e o nível do óleo. (Diariamente)

Examinar e verificar a ajustagem e operação do relé de tensão, relés auxiliares, fusíveis, termômetros e outros acessórios. (Trimestralmente)

Verificar o óleo do compartimento do comutador de taps quanto a impurezas e resíduos. Uma vez por ano, ou mais freqüentemente se necessário, filtrar o óleo do compartimento do comutador de taps e limpar todas as superfícies de isolamento e o fundo do compartimento. (Trimestralmente)

4.5.13. Chaves Limite e Chaves Auxiliares

Verificar os contatos quanto a superaquecimento, queima, corrosão ou oxidação e proceder à limpeza e reacabamento onde necessário. Observar as molas dos contatos, hastes e alavancas. Verificar e corrigir onde necessário a ajustagem das chaves limite. (Anualmente)

4.5.14. Alimentação de Energia e Fiação

Verificar se o fornecimento de energia no primário e no secundário do transformador é o exigido, e se são satisfatórias as condições dos cabos e ligações da fiação. Verificar as condições das lâmpadas de sinalização e consertar onde necessário. (Diariamente)

Examinar todas as chaves, fusíveis e disjuntores, associados ao transformador, quanto à alimentação de energia e os circuitos de controle e alarme. Inspeccionar as ligações e apertá-las onde necessário. Inspeccionar as garras de fusíveis e ajustá-las para um bom contato. Inspeccionar a fiação e verificar quanto aos aterramentos, circuitos abertos e curtos-circuitos. Verificar a resistência da isolamento dos circuitos, com os dispositivos ligados. (Anualmente)

4.6. Aterramento

4.6.1. Postos de Teste de Terra e Tampas de Poços

Verificar quanto às boas condições, consertar as trincas e substituir onde necessário. Certificar-se de que as ligações não estão soltas. Apertá-las como necessário. (Anualmente)

4.6.2. Barramento Terra

Observar as posições expostas do barramento terra quanto às boas condições físicas. Certificar-se de que as ligações no barramento não estão soltas. Apertá-las como necessário. (Cada dois anos)

4.6.3. Ligações Terra

Certificar-se que os condutores terra não estão soltos ou partidos. Apertar as garras e ligações soltas. Examinar os condutores terra nos poços e nos postos de teste, para assegurar-se de que os condutores não estão partidos ou excessivamente corroídos. Consertar como necessário. (Cada dois anos)

4.6.4. Placas Terra

Verificar visualmente na área de malhas de terra enterradas se a cobertura está em boas condições. Encher as áreas que sofreram erosão com uma boa cobertura ou proteger a malha por outro meio, como necessário. Em terreno rochoso, onde as malhas possam estar expostas, verificar se as hastes de terra e ligações estão em boas condições. (Cada dois anos)

4.6.5. Resistência Terra da Usina

Determinar a resistência do sistema de aterramento de toda a usina. Deve-se ter cuidado para assegurar que os eletrodos de referência estejam suficientemente distantes da malha de terra, para dar valores corretos de resistência. A tendência da resistência de terra deve ser observada e, se o aumento correspondente for substancial, a causa deve ser determinada e deve-se proceder a medidas corretivas para reduzir a resistência se esta exceder o valor considerado satisfatório para o projeto. (Cada cinco anos)

4.7. Baterias

4.7.1. Eletrolítico

Verificar a densidade do eletrolítico. Proceder aos ajustes de densidade se necessário.
(Mensalmente)

4.7.2. Tensão Terminal

Verificar a tensão em cada célula e também do conjunto de células. Proceder aos ajustes de tensão quando necessário. (Mensalmente)

4.7.3. Contatos

Observar os contatos quanto a sujeira e folgas. Limpar e apertar quando necessário.
(Mensalmente)

4.8. Pára-Raios e Equipamentos de Proteção Contra Surtos

4.8.1. Base e Suportes, Equipamentos Expostos

Examinar a base e suportes quanto à trincas, recalque ou deslocamento. Proceder aos necessários consertos. Limpar se necessário. (Anualmente)

4.8.2. Carcaças, Equipamentos não Expostos

Observar as carcaças de proteção quanto às condições gerais. Consertar e pintar como necessário. (Anualmente)

4.8.3. Conchas e Isoladores de Porcelana

Observar as condições gerais dos pára-raios, para determinar se aparentam estar em condições satisfatórias de operação e se não existem condições incomuns, que possam adversamente afetar a sua operação. Consertar ou substituir como necessário. (Diariamente)

Examinar os isoladores de porcelana e conchas dos pára-raios; limpar se necessário, consertar as lascas menores com material apropriado. (Anualmente)

Depois de cada tempestade forte, acompanhada com raios, examinar os pára-raios externos quanto a danos. Consertar ou substituir como necessário.

4.8.4. Ligações

Inspecionar as ligações dos pára-raios; aperte-as se necessário. Observar as ligações de terra quanto a qualquer evidência de corrosão excessiva. Limpar, consertar e ligar como necessário. (Anualmente)

4.8.5. Equipamento de Proteção Contra Surtos

Examinar a carcaça e equipamento quanto às condições satisfatórias. Apertar as ligações onde necessário. Proceder aos consertos necessários. Se necessário, limpar o equipamento de proteção contra surtos. Limpar e pintar a carcaça como necessário. (Anualmente)

4.9. Iluminação

4.9.1. Luminárias e Fixações

Limpar, substituir e consertar as luminárias e fixações, como necessário. (Anualmente)

4.9.2. Lâmpadas

Substituir as lâmpadas queimadas, como necessário e verificar se todas as lâmpadas estão firmemente presas. (Diariamente)

4.9.3. Fiação

Observar a fiação, quanto às boas condições e com particular atenção quanto à isolação danificada. (Anualmente)

4.9.4. Interruptores

Verificar os interruptores quanto à adequada operação e consertar ou substituir como necessário. Os interruptores à prova de tempo deverão ser verificados cuidadosamente, para assegurar-se de que a umidade não tenha penetrado. (Anualmente)

4.9.5. Iluminação Externa

Limpar os refletores e vidros. Verificar se há corrosão. (Cada dois meses)

Limpar, pintar e consertar, como necessário. Verificar as fixações para assegurar-se de que estão firmemente presas. (Anualmente)

Capítulo 5

Conclusão

Durante o estágio foi possível assimilar os conhecimentos teóricos estudados na Universidade com a prática vivida no dia a dia na Usina, ou seja, pude compreender melhor os equipamentos, os sistemas elétricos e as manutenções.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram, na sua maioria, de acompanhamento das manutenções que eram realizadas pelos engenheiros ou auxiliares de engenharia. Durante as manutenções pude observar a maneira de como era conduzido o trabalho, os cuidados com a segurança, qual a melhor maneira de solucionar os problemas, os procedimentos adotados, etc. Esse convívio com o trabalho, com o aprendizado prático de Engenharia Elétrica foi muito importante para o começo de minha vida como profissional de Engenharia.

Outro fato importante durante o estágio foram as informações técnicas transmitidas pelo engenheiro supervisor, pelo auxiliar de engenharia e por todo o pessoal da Usina. Pessoas com larga experiência profissional que me receberam com muita satisfação e que tiveram paciência para me ensinar.

Bibliografia

- “Manual de Operação e Manutenção Para Projeto de Boa Esperança”. Volumes II de III e III de III. Kaiser Engineers International Corporation & Serete S. A. Engenharia, publicação da Companhia Hidroelétrica de Boa Esperança (COHEBE), 1968.
- Ariza, Cláudio Fernandes. “Manutenção Corretiva de Máquinas Elétricas Rotativas”. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977. (Manutenção de Equipamento Industrial).
- Fitzgerald, A. E. & Kingsley, C. Jr. & Kusko, A., “Máquinas Elétricas”, McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- Pfeleiderer, C. & Hartwig, P., “Máquinas de Fluxo”, Ed. LTC/Guanabara.
- “Guias e Apostilas de Manutenção”, publicações da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), 1997.
- Tenório, Fernandes. “Relatório de Estágio”. Usina de Boa Esperança – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 1981.
- Araújo, Gilson Lopes de. “Relatório de Estágio”. Usina de Boa Esperança – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 1991.