

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

RELATÓRIO FINAL DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

LOCAL DO ESTÁGIO:

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO (CHESF)

USINA PA-IV

ALUNO:

PAULO NOÉ PIRES DE CARVALHO



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

-ÍNDICE-

1-INTRODUÇÃO	01
2-HISTÓRICO	02
3-AGRADECIMENTOS	06
4-DESENVOLVIMENTO	07
4.1-DADOS GERAIS DOS HIDROGERADORES	07
4.1.1-TURBINA-FABRICANTES	07
4.1.2-ACCESSÓRIOS	07
4.1.3-DADOS TÉCNICOS GERAL	08
4.1.4-DADOS TÉCNICOS DA MÁQUINA	08
4.1.5-FUNÇÕES DOS COMPONENTES	09
1-ACOPLAMENTO ROTOR/EIXO E EIXO/ROTOR	09
2-VEDAÇÃO DO EIXO	09
2.1-PARTES PRINCIPAIS DA VEDAÇÃO	10
2.1.1-ANEL DESLIZANTE	10
2.1.2-ANEL DE VEDAÇÃO	10
3-VEDAÇÃO DE PARADA	11
4-APARELHO DISTRIBUIDOR	11
5-SERVOMOTORES DO DISTRIBUIDOR	12
5.1-TRAVA DO DISTRIBUIDOR	13
6-MANCAL GUIA DA TURBINA	13
6.1-ALIMENTAÇÃO DE ÓLEO M.GUIA	14
7-MANCAL ESCORA DA TURBINA	15
7.1-ALIMENTAÇÃO DE ÓLEO M.ESCORÁ	16
4.2-CONDUTO FORÇADO-ADUTOR	17
4.3-PRÉ-DISTRIBUIDOR E PALHETAS	18
4.3.1-PALHETAS DIRETORAS	18
4.3.2-ARO DE DESGASTE	18
4.3.3-ROTOR HIDRÁULICO	18
4.4-CONJUNTO ESTATOR-ROTOR DO GERADOR	18
4.5-SERVIÇOS AUXILIARES	19
4.5.1-SISTEMA DE FREIO	19
4.5.2-SISTEMA DE PROTEÇÃO DOS MOTORES	19
4.5.3-SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	19

4.5.4-CASA DE BATERIA-----	19
4.5.5-SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO-----	19
4.5.6-SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO-----	20
4.5.7-STOP-LOG-----	20
4.6-SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DO GRUPO GERADOR-----	21
4.6.1-ARO DE SAÍDA-----	21
4.6.2-MONTAGEM TAMPA/TURBINA/EIXO-----	22
4.6.3-MONTAGEM VEDAÇÃO DESLIZANTE-----	23
4.6.4-MONTAGEM DO MANGAL GUIA DA TURBINA-----	24
4.6.5-MONTAGEM DO DISTRIBUIDOR-----	25
4.6.6-MONTAGEM DO MANGAL ESCORA-----	26
4.6.7-MONTAGEM DO ESTATOR-----	27
4.6.8-MONTAGEM DO ROTOR-----	29
4.6.9-MONTAGEM DOS DEMAIS ACESSÓRIOS DO GERADOR-----	31
4.7-INSTRUÇÃO DE MONTAGEM E SOLDAGEM PARA CAIXA ESPIRAL E PRÉ-DISTRIBUIDOR -----	33
4.7.1-PROCESSO DE SOLDA UTILIZADO-----	33
4.7.2-INSTRUÇÕES PARA SOLDA-----	34
4.7.3-MONTAGEM-----	38
4.7.4-MONTAGEM DO PRÉ-DISTRIBUIDOR-----	38
4.7.5-MONTAGEM DAS VIROLAS DA CAIXA ESPIRAL-----	39
4.7.6-MONTAGEM DAS VIROLAS DA CAIXA ESPIRAL NO PRÉ- DISTRIBUIDOR-----	39
4.7.7-TESTE DE PRESSÃO-----	42
5-CONCLUSÃO-----	43
BIBLIOGRAFIA-----	44
ANEXOS-----	45

1 - INTRODUÇÃO

Estando a pr e concluir o curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Para iba, foi necessário realizar um estágio supervisionado para suprir as exigências da Universidade ou seja completar o curr lo por ela determinado. O motivo principal do estágio   por em prática alguns conhecimentos obtidos na universidade e conseguir novos conhecimentos dentro da própria indústria em que estagiei.

As tarefas concedidas durante o período de estágio foram bastante para que o estagiário conciliasse o trabalho do Engenheiro Mecânico dentro da indústria de hidroel tricidade.

Quanto às condi es de trabalho foram bastante satisf to_o rias, pois o engenheiro chefe, deixou-me disponível um técnico de nível médio de vários anos de experiência em hidroeletrici_o dade, para mostrar-me os equipamentos, sua fun o e funcionamento.

O entrosamento no trabalho foi ótimo, pois não senti má vontade por parte do engenheiro chefe que estava me orientando e técnico que percorria a usina comigo. Logo que cheguei procurei ter o máximo de contato com pessoal de minha área, visando com isso maior proveito do meu estágio e um maior ciclo de amizade profissional.

CHESF--Base do Desenvolvimento Sócio Econômico do Nordeste

O complexo hidrelétrico constituído pelas usinas de Paulo Afonso I, II, III, IV e Mexotó são as principais fontes responsáveis pelo suprimento da energia elétrica requerida pelo processo de desenvolvimento sócio econômico do Nordeste.

A história das usinas de Paulo Afonso confunde-se com a história da própria CHESF, de vez que a criação da empresa, em 15 de março de 1.948, teve como a finalidade imediata a construção da primeira de Paulo Afonso, aproveitando o potencial hidráulico disponível nas proximidades da cachoeira do mesmo nome, no rio São Francisco.

Ainda no ano de 1.948, tão logo constituída a companhia, foram iniciadas as obras do acampamento e implementados os estudos técnicos e o projeto para construção de uma usina, hoje denominada Paulo Afonso I, constando de uma barragem de concreto com comprimento total de 4.215m, sistema extravasor com capacidade de descarga de 22.000m³/seg, e casa de máquinas subterrânea com potência de 3 X 60.000 KW.

As obras da barragem e da casa de máquinas tiveram início efetivo em março de 1.949, por execução direta da CHESF, e cinco anos e meio depois, em setembro de 1954, fazia-se o fechamento do rio através de uma operação de grande envergadura, considerada até hoje como um importante marco na engenharia nacional.

As duas primeiras unidades geradoras de Paulo Afonso I entraram em operação ainda no final daquele ano de 1.954, passando a produzir energia para o abastecimento das duas principais cidades da região, Salvador e Recife. A inauguração oficial da usina verificou-se a 15.01.55, com a presença do presidente da República João Café Filho. No mês de outubro do mesmo ano a obra foi finalmente concluída, com entrada de funcionamento da sua terceira unidade.

Prevendo-se a grande expansão que viria a ocorrer no mercado de energia elétrica regional, provocada principalmente pela

própria oferta criada pela usina PA I, a barragem de Paulo Afonso ' fora projetada de modo a permitir a ampliação do aproveitamento em condições econômicas extremamente favoráveis, através da constru_ ção de mais duas tomadas d'água e respectivas casas de máquinas, ' que mais tarde viriam a ser chamadas de Paulo Afonso II e III.

A usina de PA II, foi executada dentro da mesma concepção da anterior, porém em maior dimensão, com seis unidades geradoras, ' sendo três com capacidade nominal de 75.000 KW, e três de 85.000 KW totalizando 480.000 KW. As obras dessa segunda usina começaram ain_ da no exercício de 1955, e suas duas primeiras máquinas entraram em funcionamento no final de 1.961, seguindo-se as demais até o ano de 1.967, quando entrou em serviço a sexta e última unidade.

Já a terceira usina, PA III, teve o seu projeto aprimorado, avançando-se a tomada d'água em relação as duas outras e obtendo-se com isso um melhor rendimento de altura de queda. Essa usina ' foi iniciada em 1.967 e concluída em 1.974. A sua potência total é de 864.000 Kw, sendo que duas entraram em operação em 1971, e as ou_ tras duas em 1974.

Entre as usinas que a CHESF constrói na presente década, ' a PA IV é a de maior potência instalada. Quando concluída, a usina ' terá 2,46 milhões de quilowatts. Permitindo o aproveitamento da água oriunda da barragem de Moxotó. A obra conta ainda com um reservató_ rio de compensação de 16 quilômetros quadrados, circundado por di_ ques de enrocamento (barragem construída com argila e pedras), um ve_ vertedouro com capacidade de descarga de 10.000m³/seg e sua barra_ gem principal tem uma altura máxima de 35 metros. As máquinas estão sendo instaladas numa caverna com 210 metros de extensão por 54 ' metros de altura.

A CHESF também executou as obras do projeto Moxotó. No pa_ ssado, o aproveitamento do Moxotó constituía apenas uma potenciali_ dade oferecida pelo rio São Francisco, que hoje é uma realidade e passa a responder por importante parcela da capacidade energética da região. A elevação do nível d'água no reservatório entre Paulo ' Afo nso e Itaparica, numa distância de 20 quilômetros, determinou o enchimento de vales ribeirinhos, oferecendo apreciáveis benefícios regionais. O aproveitamento de Moxotó consta de uma barragem de te_ rra e enrocamento, formando um reservatório de regularização pluri

semanal do rio, com volume de 1,2 bilhões de metros cúbicos, e de uma casa de máquinas com quatro unidades geradoras de 110 Mw cada, perfazendo um total de 440 Mw.

Integrante do complexo hidrelétrico de Paulo Afonso, Moxotó localiza-se cerca de três quilômetros a montante da primeira barragem, de modo que a água turbinada em suas máquinas, numa queda líquida de 21 metros, vai acionar as usinas de PA I, II e III, num segundo desnível em cascata. Além disso, através de um canal escavado a partir de sua margem direita, o reservatório de Moxotó fornece água necessária ao acionamento de PA IV, que se situa a jusante.

Após longo período de estudo e reconhecimentos, em 1971 começava a construção da usina de Moxotó. Já no início de 1975, após a conclusão das obras da barragem, era feito o primeiro enchimento do reservatório, permitindo na época de estiagem o aproveitamento energético da água acumulada para operação racional das usinas PA I, II e III. Em abril de 1977 entrava em funcionamento a primeira unidade geradora de Moxotó, seguindo as demais até o mês de dezembro do mesmo ano, quando a quarta e última unidade completava o potencial da usina.

A realização do Projeto Moxotó envolveu recursos que corrigidos a preços de julho de 1981, totalizaram R\$ 19,7 bilhões, sem incluir juros durante a construção, tendo empregado no pique dos trabalhos até 7.000 homens.

Atualmente a CHESF, está construindo uma obra para aproveitamento hidrelétrico de Itaparica que localiza-se no trecho denominado seção inferior, do médio São Francisco, 10 quilômetro a jusante da cidade de Petrolândia e cerca de 50 a montante do complexo de Paulo Afonso/Moxotó.

Consistirá de uma barragem de seção (terra/enrocamento), associada as estruturas de concreto da casa de máquinas e do vertedouro, com uma extensão total de crista de 4.700m, incluindo o trecho das estruturas de concreto, e altura máxima de 105 metros.

A cota máxima de inundação do reservatório foi estabelecida a partir de estudos sócio-econômicos realizados na área, procurando-se minimizar os efeitos sobre a população afetada. Assim, o nível d'água máximo normal de operação foi fixado na cota de 304m, prevendo-se ainda, um metro de sobrelevação para descarga máxima do projeto, de modo que o nível máximo será de 305m.

As localidades que serão inundadas terão suas novas sedes municipais previamente construídas em posições adequadas e dotadas de toda infra-estrutura necessária. Todos os bens atingidos serão indenizados de acordo com a legislação vigente e a população rural contará com toda assistência e opções de projetos especiais de reassentamento.

A energia firme disponível em Itaparica é de 880 Mw médios permitindo a instalação de 10 unidades geradoras de 250 Mw cada uma das quais serão instaladas apenas 6 unidades na primeira etapa da obra.

A usina de Itaparica estará interligada, através de linhas de 500 KV, com a usina de Sobradinho e com o complexo hidrelétrico de Paulo Afonso, por onde escoará a sua energia para o sistema de transmissão existente.

- A G R A D E C I M E N T O S -

Agradeço a Deus a ter me permitido realizar este estágio com saúde e paz.

A minha mãe e irmãos, que a cada dia me dá apoio, incentivo e votos de confiança na minha carreira.

Ao Departamento de Engenharia Mecânica Do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade que me concedeu para a realização deste estágio.

A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), por ter me concedido este estágio.

Agradecimentos especiais aos engenheiros Evaristo José Braga Cavalcanti, José Renato Pires de Almeida e Jano Gomes Teixeira.

Ao engenheiro supervisor Rogério Bittencurt e demais engenheiros.

Aos colegas estágios pelo apoio que me deram durante o estágio.

Ao professor Marcino Dias de Oliveira Júnior pela orientação para elaboração deste trabalho.

4.1-Dados Gerais Sobre os Hidrogeradores:

4.1.1-Turbina:

Tipo francis com 403 Mw, fornecido por:

BSI-6(seis) Caixas espiral, 3(três) pré distribuidor, 6(seis) revestimento do tubo de sucção, 6(seis) revestimento do Poço e 6(seis) tanques de pressão;

BARDELLA-

Todos os elementos de acoplamento para o rotor e o flange de acoplamento de gerador;

VOITH-

Todos os demais elementos da máquina, assim como a completa construção das turbinas.

4.1.2-Accessórios:

Caixa espiral e tubo de sucção concretado com diâmetro de 9 metros. Eixo em comum para turbina e gerador; 2(dois) Mancais guia um suportado acima do rotor do gerador, e outro apoiado na tampa da turbina; um mancal escora central para uma carga de 21.000 KN, a qual é transmitida por meio de um cone suporte para a tampa da turbina.

A atuação do aparelho distribuidor é feito através de quatro servomotores dispostos no cone suporte. Mediante um aro de regulação com alavancas e bielas, são reguladas as palhetas; o aro de regulação para manutenção pode ser travado, para acesso a todas as partes importantes. É previsto, no poço da turbina, uma larga plataforma de chapa xadrez, com passadiço circular e acessos no cone suporte.

Mediante estas aberturas, obtém acesso ao mancal guia da turbina, à vedação do eixo, aos mancais intermediários das palhetas direteras e a instalação para drenagem da tampa.

Para fácil manutenção no poço da turbina, esta instalado uma talha circulatória com capacidade de 30 KN.

Na parte superior do tubo de sucção é prevista uma entrada através desta, pode ser montado uma plataforma de inspeção para inspecionar o rotor, dispõe de um elevador hidráulico.

Fora do Poço da Turbina encontramos:

Regulador com tanque de óleo e ar comprimido, compresso

res;Quadro de comando da turbina e do gerador;Abastecimento de óleo para mancais Guia e Escora;Instrumento para medição da pressão e da vazão d'água.

4.1.3.-Dados Técnicos: Geral:

6(seis) Turbinas Francis com eixo vertical.

Características:

Queda útil	H= 112,5m
Vazão	Q= 385 m ³ /s
Rotação	n=120 rpm
Potência	N= 403 MW
Potência máxima	N=442,2MW
Rotação de disparo	nd=220 rpm

Aumento de pressão na turbina com fechamento em plena carga numa altura de queda de 112,5m, variação pressão= 17%.

Máximo aumento de rotação de 40% e H= 115m.

Cotas de Altitude:

Nível de Montante normal	H=251,3m
Nível de Jusante normal	H=137,4m
Cota meio do Distribuidor	H=131,5m
Fundo do Tubo de Sucção	H=114,12m

4.1.4.-Dados Técnicos da Máquina:

Entrada da Caixa espiral	Dsp = 6530 mm
Distribuidor	Dz= 7470 mm
Eixo oco com mancal guia	D=2300 mm

Prova de Pressão da Caixa espiral:

A mesma será mantida com uma pressão de trabalho de 11 bar mas seu teste é feito com 21 bar.

Partes Principais da turbina:

Partes rotativas:

Rotor, Aro de desgaste e acoplamento do rotor.

Vedação do Eixo:

vedação do anel deslizante e do anel de parada.

Aparelho do Distribuidor:

Distribuidor; servomotores do distribuidor e trava do dis_

tribuidor.

4.1.5. -Funções dos Componentes-

1-Acoplamento Rotor/Eixo e Acoplamento Eixo/Rotor-

O eixo é de construção soldada, de aço de granulação fina, com dois flanges forjados e um tubo intermediário de chapa. Serve de eixo comum para a turbina e o gerador.

O acoplamento do rotor com o eixo é feito através de 16 tirantes de acoplamento, pré-tensionados, dispostos no círculo com diâmetro 2.100mm.

As buchas de cisalhamento são de aço temperado e o torque é transmitido pelas mesmas.

O rotor possui na parte central uma tampa com dobradiça e vedação impedindo que os elementos de acoplamento fiquem submersos na água.

O rotor gerador está fixado diretamente ao eixo através de 16 tirantes de acoplamento M125 pré-tensionados. O torque é transmitido através de buchas de cisalhamento.

A rotação crítica de flexão do eixo (296,5 rpm) está acima da rotação de disparo (220rpm) e oferece segurança suficiente no caso de disparo da turbina.

2-Vedação do Eixo-

Dados-

Diâmetro do eixo 2.500mm

Contra pressão máxima -3 Kg/cm⁴

Velocidade média de deslizamento -16,8 m/s

Consumo teórico de água de vedação 90 L/min

Tubulação d'água de bloqueio, anel deslizante e tubulação ar comprimido para vedação de parada.

Conjunto de filtro hidrociclone.

2.1-Partes Principais da Vedação-

2.1.1-Anel Deslizante-

É de inox(8 partes) e aparafusado sobre o flange do rotor.

2.1.2-Anel de Vedação-

De aço fundido é inteiriço e possui um anel postico de 8 setores de bronze no qual são colocados os segmentos de carvão.O anel de vedação deve deixar-se mover facilmente para cima e para baixo, dentro da carcaça, sendo limitado por encosto mecânico circunferencial.

2.2-Função da Vedação-

Os anéis de carvão do anel de vedação são prensados, pelo peso próprio e 24 molas helicoidais(igualmente distribuídas no perímetro) contra o anel deslizante. A tubulação anelar conduz a água de bloqueio através de 8 mangueiras, entre os dois anéis de carvão, fluando o anel de vedação, contra a pressão das molas e o peso próprio.

A quantidade de água de bloqueio é regulada de tal maneira que flua constantemente um pouco entre o anel deslizante e os anéis de carvão, portanto, durante funcionamento, praticamente inexiste um contato entre as superfícies de atrito. Consequentemente, obtém-se o mínimo de desgaste e longa vida útil dos anéis de carvão.

A água de bloqueio que flue pelo eixo, escoar através de uma tubulação concretada, para o poço das bombas de drenagem.

A água de bloqueio provém do sistema de alimentação d'água de refrigeração do óleo e é conduzido através de válvula de regulação, serpentina, tubulação anelar e 8 mangueiras flexíveis.

Para a filtragem de pequenas impurezas, existe após a serpentina um conjunto de filtro hidrociclone. A sujeira filtrada é descarregada para o reservatório, enquanto que a água limpa circula pela parte central do filtro e através do furo no centro da tampa é conduzida ao anel de vedação.

A quantidade de água é regulada pela serpentina e válvula de regulação, quando a máquina entra em funcionamento. A pressão da

Água de bloqueio é regulada automaticamente de acordo com a pressão das molas helicoidais. A válvula de regulação não deve mais ser regulada.

3-Vedação de Parada-

A vedação de parada (diâmetro nominal = 2.800mm) está disposta na tampa da turbina em volta do flange do rotor. É composta de uma membrana anelar, a qual é infiltrada com ar comprimido radialmente contra o flange do rotor, tornando-se estanque o local de vedação de anéis deslizantes contra a pressão d'água.

Com auxílio da vedação de parada, pode-se desmontar a vedação de anéis deslizantes, com a turbina parada, sem a necessidade de esvaziar a turbina.

4-Aparelho Distribuidor-

Dados:

Círculo diâmetral das palhetas diretoras $D_z = 7.470\text{mm}$

Altura da Palheta diretora $h_o = 1.570\text{mm}$

Número de palhetas diretoras $Z_o = 24$

Abertura da palheta diretora $a_{\text{máx}} = 482\text{mm}$

O distribuidor é composto principalmente pelo aro de saída, tampa da turbina e palhetas diretoras, que são reguláveis mediante alavancas, bielas e aro de regulação.

O aro de saída e a tampa da turbina são de construções soldadas bipartidas. Na região das faces superior e inferior das palhetas diretoras, estão aparafusadas paredes de proteção de aço inoxidável.

As palhetas diretoras de aço fundido, possuem, por sua vez nas faces superior e inferior revestimento de aço inoxidável e nas regiões das arestas de fechamento solda sobrepostas de aço cromo níquel que protege as mesmas contra o desgaste.

Os mancais das palhetas diretoras no aro de saída e na tampa da turbina, possuem revestimento de fiberglide. A haste da palheta

ta diretora, é protegida com buchas de aço inoxidável nas regiões dos mancais. O peso das palhetas diretoras com alavancas, etc., assim como o empuxo hidráulico é suportado por um mancal escora de fiberglass.

As alavancas das palhetas diretoras estão fixadas com pinos cônicos embuchados na parte superior das hastes das palhetas diretoras. A alavanca externa é unida ao aro de regulação através de biela dupla.

Estes são de ferro fundido e unem as alavancas internas às externas.

Quando, devido à sobrecarga, este pino se rompe, 2 (dois) encostos impedem a palheta diretora de girar além do seu curso.

Os pinos de ruptura rompidos, podem ser substituídos sem dificuldade, por pinos de reserva. Antes da substituição do pino de ruptura rompido, deve-se porém averiguar, que levou a quebra, para proteger a máquina ou até a usina contra danos maiores.

O aro de regulação é sustentado axialmente, pelos pinos dos êmbolos dos 4 (quatro) servomotores. Entre estes pinos e o aro de regulação, estão montados mancais de articulação que dispensam manutenção. Para guiar radialmente o aro de regulação estão dispostos 4 (quatro) rolos duplos, cujos mancais possuem buchas de fiberglass.

Nos furos de ligação entre as bielas das palhetas diretoras, estão montados pinos excêntricos para regulagem individual na montagem, do ponto de fechamento de cada palheta diretora. Os pinos excêntricos são travados na sua posição, com placas de segurança, sobre a tala superior da biela.

A estanqueidade da vedação entre o aro de saída e pré-distribuidor, pode ser verificada através de controle que está soldada na parte inferior do pré-distribuidor.

Por meio desta tubulação, evita-se também, que água com pressão infiltre entre o concreto e parte da máquina.

5- Servomotores do Distribuidor-

Dados:

4 (quatro) servomotores para cada máquina

Diâmetro do cilindro : 510mm

Curso 479 (pistão)

Pressão máxima de serviço 60 Kg/cm²

Pressão mínima necessária para regulação 45 Kg/cm^2

Tempo de fechamento máximo 8,75s (tempo que leva as palhetas para fechar)

O distribuidor é regulado por 4 (quatro) servomotores Boxer. Estes estão ancorados no cone suporte do mancal de escora. A força de cada servomotor é transmitido através do pino forjado do êmbolo que é articulado no aro de regulação.

A alimentação de óleo para os servomotores, no ponto mais alto dos condutos existem uma tubulação para aeração. Além disso, estão previstos ligações para medição de pressão de acionamento.

5.1- Trava do Distribuidor-

Em cada servomotor do distribuidor é prevista uma trava na posição 'aberto' e 'fechado' do distribuidor.

A trava é composta de uma placa, que é articulada por meio de pino de fixação.

Na posição fechado do distribuidor, esta trava, devido ao peso próprio e força adicional de mola, atua automaticamente.

Conseqüentemente o distribuidor, é sempre travado na posição 'fechado', também por ventura não houver óleo com pressão do distribuidor.

A abertura da trava também pode ser utilizada para travamento mecânico do distribuidor na posição 'aberto'. Para tal deve-se remover a peça de apoio da trava e fixar a trava, com um parafuso de fixação, na parte central do servomotor do distribuidor.

Por motivos de segurança, o distribuidor sempre que for aberto para inspeção ou manutenção e antes da entrada do homem na turbina deve ser travado mecanicamente.

6.- Mancal Guia da Turbina

Dados:

Diâmetro nominal $D = 2300 \text{ mm}$

Altura do Segmento $MM = 400 \text{ mm}$

Número de Segmentos $Z = 12$

Rotação normal $M = 120 \text{ rpm}$

Velocidade periférica $V = 14,45 \text{ m/s}$

quantidade de calor a ser retirada $Q = 53,9 \text{ KW}$

Volume de óleo (vazão) $V = 194 \text{ l/min}$

Viscosidade do óleo $62 \text{ E à } 50^\circ\text{C}$

Folga radial do mancal $0,2 \text{ mm}$

O mancal guia da turbina é um mancal de segmentos. As sapatas são de aço, e nas superfícies de atrito são revestidas com metal branco.

No centro do lado oposto, são apoiadas, mediante placas de pressão e cunha de ajuste, na carcaça do mancal e ajusta-se, durante funcionamento automaticamente em função da carga e velocidade. A cunha de ajuste é fixada na sua posição mediante parafuso, bucha distanciadora e uma placa de fixação montada na tampa do canal de óleo.

6.1-Alimentação de Óleo do Mancal Guia-

Um reservatório de óleo para 2.600 litros de óleo. Largura = 1.500 mm; Comprimento = 2.000 mm; Altura = 1.100 mm.

A alimentação de óleo, permanece sempre ligada durante a liberação para o funcionamento da máquina.

A bomba de parafuso, acionada por motor elétrico, recalca o óleo do reservatório, através do filtro de peneira única, ao trocador de calor.

As tubulações de recalque das bombas são munidas de válvulas de retenção, estas impedem que o óleo possa retornar através da bomba ao reservatório. Antes da válvula de retenção, está acoplado um pressostato, no caso da queda da pressão, este liga automaticamente a bomba reserva, além do que, para indicação da pressão, está instalado um manômetro. No início da tubulação de recalque comum às 2 (duas) bombas, existe para estas uma válvula de segurança.

Existe um filtro que é prevista uma tubulação de desvio, de maneira a possibilitar a limpeza deste sem a necessidade de parar a máquina. Existe 2 (dois) trocadores de calor sendo 1 (um) de reserva. Em caso de entupimento ou sujeira no trocador de calor, o de reserva pode ser ligado, sem interromper o funcionamento da turbina. O óleo é resfriado a 10°C no trocador de calor.

O óleo flui através da tubulação anelar e pelos tubos esboçadores, entre as sapatas. O óleo aquecido pelo atrito, entre as sapatas e eixo, escoia através de tubos de drenagem e frestas, à ba-

cia de óleo, e de lá, através de tubulação ao tanque.

A concha superior de óleo, é alimentada continuamente por uma ramificação da tubulação de alimentação de óleo do mancal, na qual existe estrangulamento. Da concha, 8(oito) furos com estrangulamento conduzem o óleo ao mancal. Estes garantem a suficiência da lubrificação, mesmo no caso do não funcionamento das bombas de óleo, até a parada da turbina.

Ao mesmo tempo, é acionado um motor de corrente contínua acoplado a uma bomba de óleo de emergência, cuja função é alimentar o mancal com óleo, mesmo com o não funcionamento dos freios do gerador.

Entre a tubulação de óleo de pressão e o tanque de óleo existe uma válvula 'By-Pass' com registro diâmetro nominal 50. Com esfriamento do óleo (longo tempo de parada), esse registro pode ser aberto para atingir-se a temperatura normal de operação.

7-Mancal Escora da Turbina-

Dados:

Diâmetro nominal $D_i/D_e = 2650/4070$ mm

Carregamento $F = 21000$ KN

Número de Sapatas $Z = 12$

Rotação nominal $N = 120$ rpm

Velocidade média $V_m = 21,1$ m/s

Calor a retirar $Q = 694$ KW

Vazão do óleo $V = 2500$ l/min

Volume de óleo no mancal $V = 4000$ L

Viscosidade do óleo 6º E à 50°C

O mancal de escora transfere as cargas axiais, por intermédio de um cone suporte, para a tampa da turbina e esta através do pré-distribuidor para a obra civil.

12(doze) sapatas, cada qual sobre 73 placas de amortecimento elásticas de borracha e placa de ajuste, estão dispostas sobre a superfície de apoio do cone suporte. Sapata, chapa de fixação de placas de borracha e chapa de ajuste, são impedidas de girar por dois pinos colocados no suporte. As sapatas tem a superfície de deslizamento revestidas com metal antifricção V 738 de alta qualidade, possui um pino acabamento superficial e no sentido da rotação são levemente

convexas.

A sapata pode bascular sobre a placa de amortecimento elástica e ajusta-se por si só, na posição ideal, com relação à carga.

O anel de escora inteiriço, está aparafusado no cabeçote de apoio, igualmente inteiriço e é centrado em relação a este.

Cabeçote de apoio e eixo são unidos mediante chaveta de ajuste para transferência no momento de atrito. No sentido axial, a força do eixo de apoio é transferida para o rotor. Na tampa do mancal, está disposto um visor de plexiglas e na concha o indicador do nível de óleo.

Contra infiltração de sujeira, o mancal está vedado com um anel estrangulador e um anel de facas. Este último é constituído de uma câmara com diversas furações, de modo que, no caso do rotor do gerador aspirar vapor de óleo, este pode ser adicionalmente aerado.

7.1-Alimentação de Óleo do Mancal de Escora-

Um reservatório de óleo para 5400 litros de óleo, com largura = 1300/1950mm; Comprimento = 3000mm; Altura = 1500mm.

A alimentação de óleo, permanece sempre ligada durante a prontidão para funcionamento da máquina.

Uma bomba de parafuso, acionada por motor elétrico, recalca o óleo do tanque, através de um filtro duplo, ao trocador de calor.

As tubulações de recalque das bombas são munidas de válvulas de retenção; estas impedem que o óleo possa retornar através da bomba ao tanque. Antes de cada válvula de retenção, está acoplado um pressostato, no caso da queda de pressão, este liga automaticamente uma bomba de reserva, além do que, para a indicação está instalado um manômetro. No início da tubulação de recalque comum as duas bombas, existe para estas uma válvula de segurança.

O filtro duplo pode ser ligado durante o funcionamento de maneira a possibilitar a limpeza deste, sem a necessidade de para a máquina.

Existe 4 (quatro) trocadores de calor, um é de reserva. Em caso de entupimento ou sujeira em um trocador de calor, o de reserva pode ser ligado, sem interromper o funcionamento da turbina.

O óleo é resfriado a 10°C nos trocadores de calor.

O óleo flui através de uma tubulação anelar pelos tubos borri-

fadores sob a superfície de atrito do anel de escora.

O óleo aquecido pelo atrito, entre as sapatas e anel de escora escoam sobre a aresta de transbordamento da bacia de óleo, de volta ao tanque.

A tubulação de óleo de pressão possui no seu ponto mais alto uma aeração, o que evita que na parada da máquina e no eventual empenamento da válvula de retenção, o óleo do mancal seja succionado e com isso transborde.

Entre a tubulação de óleo de pressão e o tanque existe uma tubulação By-Pass com válvula de regulação com diâmetro nominal 80.

Com o esfriamento do óleo (após longo tempo de parada), esta pode ser aberta até que o óleo atinja a sua temperatura normal.

4.2 - Conduto Forçado - Adutor

Cada grupo será alimentado através de um conduto forçado de 8,70 metros de diâmetro e 156,80 metros de extensão todo revestido em chapa de aço e cujo traçado pode ser dividido em quatro trechos:

Primeiro Trecho Inicial

Curva de 75° com 18,60m pelo seu eixo interior e com diâmetro interno de 8,7m.

Segundo Trecho: Vertical-

Começa na saída da curva superior na cota 213 e termina na cota 149,50 com 63,86m de extensão e 8,70 m de diâmetro.

Terceiro Trecho-

Com curva de 90° e 18m de raio e 28,26m de desenvolvimento pelo eixo, boca de entrada na cota 149,50 e a saída em plano vertical na cota 131,50.

Quarto Trecho: Horizontal-

Com uma extensão de 28,90m, sendo dividida em três trechos sendo eles:

O primeiro com 15,80 m e diâmetro de 8,70m; O segundo com 6m de comprimento e diâmetro variando de 8,70 a 7,27m; O terceiro com 6m destinado a ser emendado com o caracol da turbina, onde o diâme

tro é de 7,27m (dentro da rocha o conduto é revestido de concreto), com chumbadores para que o mesmo seja capaz de suportar a pressão máxima externa.

4.3-Pré-Distribuidor e Palhetas-

O pré-distribuidor, fica acoplado ao conduto forçado através do caracol, onde situa-se o rotor hidráulico e as palhetas diretoras.

4.3.1-Palhetas Diretoras-

Tem como finalidade, dar abertura mediante potência necessária da água ao rotor hidráulico, sendo estas movidas através dos servomotores movidos por pressão hidráulica proveniente do tanque de pressão e óleo utilizado do tanque de óleo regulador.

4.3.2- Aro de Desgaste-

Encontra-se dentro do pré-distribuidor 2 (dois) aros de desgaste, que tem como finalidade reduzir o atrito entre o rotor e o pré-distribuidor.

4.3.2-Rotor Hidráulico-

Tem como finalidade receber água do conduto forçado e girar o conjunto turbina-gerador, transformando energia mecânica em elétrica, sendo acoplada ao rotor do gerador, mediante um eixo preso pelos tirantes de acoplamento inferior. As águas depois de mover o rotor, se dirigem ao tubo de sucção, pelo aro de saída.

4.4-Conjunto Estator-Rotor do Gerador-

Como este gerador é constituído de pólos internos, a tensão não precisa ser retirada através de anéis com suas desvantagens e perda de energia.

A excitação é feita com corrente contínua, que é obtida por uma excitatriz (gerador de corrente contínua), montada sobre o próprio eixo do gerador trifásico.

Por meio desta podemos ajustar: Tensão, potência reativa e o fator de potência de um gerador.

O ajustamento da potência ativa (Pa), é possível mudando-se a potência de acionamento, no caso a turbina. A frequência da tensão gerada depende do número de pólos e da rotação do gerador. Por isso para que tenhamos uma frequência constante, a regulação da velocidade do ge

rador é feita automaticamente, nos sistemas de geração de energia elétrica.

O estator é constituído de 6(seis) carcaças que são unidas, e depois montadas as chapas onde ficarão as bobinas, ficando ao seu redor várias cavidades onde serão posto vários termômetros para dar a sua temperatura. Envolta do estator ficará 12(doze) radiadores que serão alimentados por água, tendo cada radiador um registro tipo gaveta.

No rotor na sua parte superior e inferior, encontramos um conjunto de ventiladores, com a finalidade de refrigerar as bobinas e os pólos.

4.5-Serviço Auxiliares--

4.5.1.Sistema de Freio--

Embaixo do rotor gerador, está situado os freios do conjunto. Sendo este acionado por um sistema hidráulico, no momento de se parar o conjunto.

4.5.2-Sistema de Proteção dos Motores -

Para o devido funcionamento dos motores auxiliares do conjunto gerador, é necessária uma tensão, que é proveniente de um transformador abaixador que segue para um cubículo, onde estão montados os sistemas de proteção dos servomotores, mancal escora, mancal guia e outros que em caso de sobrecorrente são desativados.

4.5.3-Sistema de Ar Comprimido--

Os grupos geradores que estão instalados na casa de força da usina PA-IV, em casos de manutenção ou qualquer outro serviço são mantidos 5(cinco) compressores, no caso de pane são usados 2(dois).

4.5.4-Casa de Bateria

Os grupos geradores são alimentados por seu próprio sistema, ou seja 18 KVA. Além de uma linha proveniente da PA III de 13,8KVA. Mas em caso destas falharem, foi instalado três bancos de bateria que fornece uma tensão contínua de 48 Vcc e 125 Vcc.

4.5.5-Sistema de Proteção Contra Incêndio--

Cada grupo gerador terá a sua disposição, um conjunto de garrafas de CO2 para caso de incêndio, que é acionado automaticamente quan

do necessário.

4.5.6-Sistema de Refrigeração-

Para a refrigeração de alguns componentes recebe-se do conduto forçado água sem tratamento, que será filtrada e servirá para a refrigeração do óleo dos mancais e o óleo dos servomotores.

4.5.7- Stop-log-

São comportas usadas para caso de manutenção das máquinas, estas acionadas através de uma viga pesadora através de um pórtico com capacidade de 30t.

4.6.0 - Sequência de Montagem do Grupo Gerador

4.6.1-Aro de Saída -

- 1.1-Aparafusamento das duas partes;
- 1.2-Descida no poço da turbina;
- 1.3-Retirada do poço da turbina para oxycortar e preparar o chanfro do cone de sucção;
- 1.4-Descida no poço sobre o flange do pré distribuidor, nivelado;
- 1.5-Furos da parte inferior do pré distribuidor;
- 1.6-Retirada do aro de saída para rebaixar por arruelas distanciadas;
- 1.7-Nível para as arruelas com sua parte superior do aro de saída fique na cota 130;
- 1.8-Colocação das arruelas e ponteas-las;
- 1.9-Retirada dos 96 parafusos e 8 pino de fixação;
- 1.10-Descida do aro de saída sobre as arruelas já niveladas;
- 1.11-Solda das plaquetas de estanqueidade dos 96 parafusos e 8 pinos;
- 1.12-Soldagem da cantoneira 'L' de vedação do aro de saída com o flange do pré distribuidor;
- 1.13-Posição e soldagem das tubulações de ar contra turbilhamento, de água de refrigeração dos aros de desgastes e de controle para vedação do aro de saída;
- 1.14-Montagem de aranha de saída próximo a ligação com o cone de sucção para concretagem do mesmo;
- 1.15-Soldagem das talas de proteção entre o cone e aro de saída;
- 1.16-Concretamento do aro de saída, após cura do concreto, soldagem aro de saída com o cone de sucção;
- 1.17-Montagem de vedação aro de saída com pré distribuidor 'borracha chata em todo o seu diâmetro e finalmente o anel de proteção da vedação que foi aparafusada ao aro de saída;
- 1.18-Montagem das buchas das palhetas inferior;
- 1.19-Montagem do aro de desgaste do aro de saída.

4.6.2- Montagem Tampa/Turbina/Eixo:

- 2.1-Pré montagem da tampa bipartida;
- 2.2-Montagem aro de desgaste com a tampa emboscada, em relação a sua posição original, o aro de desgaste foi fixado a ela;
- 2.3-Montagem vedação de parada, a borracha é medida e depois colocada junto ao anel postiço sendo definitivamente fixa a tampa da turbina através do anel de pressão é fixado a tampa com 64 parafusos após a colocação da turbina, a vedação de parada foi testada com a pressão de 75 PSI;
- 2.4-Palhetas diretoras apoiadas sobre os calços equivalente a folga entre aro de saída e as superfícies inferiores das palhetas;
- 2.5-Descida da tampa no poço da turbina, apoiado sobre o flange superior do pré distribuidor e ao mesmo tempo centrando-se em relação ao aro de desgaste;
- 2.6-Nívelamento da tampa com 8 parafusos, sete furações dos furos no flange superior do pré distribuidor, 144 parafusos para a fixação e 24 furos de guia escamovando-se;
- 2.8-Concluído a furação inicia o corte das 144 roscas M42 e madrilhamento dos 24 furos para pinos de guia e cônico;
- 2.9-Retira a tampa para rebaixo de apoio das arruelas distanciadoras (ajuste) no flange do pré distribuidor;
- 2.10-Com régua graduada, determina a altura que deveria ter cada arruela de modo que as folgas das superfícies superiores e inferiores das palhetas com a tampa e aro de saída fosse exatamente 0,75mm, determina a altura de cada arruela;
- 2.11-Colocação das arruelas já usinadas usadas no flange superior do pré distribuidor, depois são ponteadas;
- 2.12-Descida da turbina ou roda hidráulica sobre o aro de saída, feito o nívelamento com 8 (oito) calços, nível de bolha, centragem com calços $\pm 2,5$ mm colocado entre aro de desgaste da coroa do rotor e o aro de saída. Após nivelado/centrado o rotor, é montado sobre o mesmo, o anel deslizante e o de vedação inteiriço em virtude deste último ter o diâmetro interno menor que o diâmetro externo do flange superior do eixo;
- 2.13-Acoplamento do rotor turbina com eixo, antes de colocar foi pos

to os tirantes nos furos dos flanges de acoplamento do rotor da turbina, foram montadas todas as buchas de cisalhamento depois de unido, foi apertado com maxmotor com pressão de 1.200 bar;

2.14-Descida da tampa da turbina sobre o flange do pré distribuidor, assentado sobre arruelas já niveladas. Aparafusamento de 144 parafusos com pressão de 37,5 bar;

2.15-Colocação e ponteamento de 24 buchas no flange da tampa para introdução de 24 pinos de guia (conico);

2.16-Montagem de vedação da tampa com pré distribuidor, inicialmente colocando-se a borracha chata 3/4" X 5/16", depois o o'ring com diâmetro 18X26145 mm envovido em cauchi-silicone e finalmente o anel de proteção barra chata 2 1/2" X 1", 12 segmentos, sendo que este foi aparafusado a tampa através de 132 parafusos tipo Allen rossa M20;

2.17-Montagem das buchas intermediárias, inicialmente foram colocadas anéis de bronze juntamente com os o' rings em cauchi silicone, depois introduziu-se as buchas e finalmente fixou-se com 8 parafusos;

2.18-Colocação e fixação através de 8 parafusos das 24 buchas superior das palhetas e execução de 4 furos com alargamento conico diâmetro 40 mm, para pino conico.

4.6,3.- Montagem Vedação Deslizante-

Diâmetro do eixo 2500 mm; velocidade média de deslizamento $V=16,8m/s$; contra pressão máxima $P=3 \text{ Kg/cm}^2$. Material do anel de vedação aço ASTM -A 216. Peso do anel de vedação 740 Kg. Material do anel deslizante aço inox X5crni 134, peso por segmento do anel deslizante $\approx 28\text{Kg}$.

A sequência de montagem é a seguinte:

3.1-Antes de acoplar turbina/eixo, houve montagem de 8 segmentos do anel deslizante a turbina, sendo colocada na rosca trava química locteti;

3.2-O anel de vedação foi colocado sobre o anel deslizante já completamente montado, ou seja anel postiço aparafusado e aneis de carvão devidamente colocados na sua parte superior posto 4 encostos para evitar que os aneis de carvão se desgastem mais que 10mm o

evitará contato metal/metal entre o anel postiço e o deslizante e como segurança;

3.3-Montagem anel intermediário: Antes da fixação dos 8 segmentos do anel intermediário foi colocada na face lateral do anel de vedação o ring 9mm envolvido em cauchi-silicone (vedação entre anéis intermediários e vedação) bem como o ring 97 mm na tampa da turbina para vedação entre estas e o anel intermediário. A fixação do anel intermediário a tampa da turbina foi feito através de 3 (tres) parafuos allen M20;

3.4-Montagem das molas de pressão: Após conclusão do anel intermediário iniciou-se a colocação de 24 molas com os parafuos de ajustagem. A ajustagem final da pressão da mola será quando no giro da máquina;

3.5-Montagem da caixa coletora de água de bloqueio: Antes das colocações dos segmentos da caixa coletora, foi montado no anel intermediário o ring diâmetro de 7 mm envolvido em cauchi-silicone com 3 parafuos. Tem 8 mangueiras ermoflex para retirar água que consegue penetrar neste recinto. Em todos os níveis da caixa coletora usou-se junta lactite.

4.6.4-Montagem do Mancal Guia da Turbina-

Características:

Diâmetro nominal $D=2300\text{mm}$; Altura dos segmentos $L=400\text{mm}$; Nº de segmentos $Z=12$; Folga radial do mancal $S=0,2\text{mm}$; Material dos segmentos, chapa RST37-2 revestido com metal patente $S_n=86-88\%$ $S_b=6-8\%$; Peso por segmento $\approx 206\text{ Kg}$.

Sequência de Montagem:

4.1-Montagem do anel contra respingo do óleo fixo ao eixo com o ring;

4.2-Montagem do cone suporte, fixo a tampa da turbina;

4.3-Montagem do anel suporte das sapatas: Os segmentos do anel superior da sapata foram fixados ao cone suporte através de 48 parafuos;

4.4-Montagem da cancha inferior de óleo;

4.5-Montagem das sapatas do mancal guia. Antes de colocá-las, foi pos_

to os 8 segmentos do flange que compõe a tubulação anelar de distribuição de óleo, o ajuste das sapatas feito através de cunhas, com folga zero em relação ao eixo. O objetivo de se deixar esta folga foi impedir o mínimo de deslocamento do eixo quando do acoplamento com o rotor do gerador quando acoplado o eixo/rotor do gerador e abaixamento do conjunto hidrogerador pois o mesmo se encontra nos macacos. Ajustou-se a folga de todos os segmentos para 0,3mm;

4.6-Montagem dos esborrifadores de óleo e acessórios: Para melhor distribuição do fluxo de óleo em cada sapata e consequentemente uma melhor lubrificação. A sapata também é dotada de uma chave boia e 3 termômetros no metal da sapata para controle da temperatura, sendo 2 de resistência e 1 de mercúrio.

4.6.5 -Montagem do Distribuidor-

Características:

Circulo diâmetral das palhetas diretoras $D_z = 7470$ mm; Altura das palhetas diretoras $b_o = 1570$ mm; Nº de palhetas $Z_o = 24$; Abertura máxima das mesmas 482mm; Nº de servomotores $Z = 4$; Diâmetro do cilindro dos servomotores $D_c = 510$ mm; Curso do pistão do servomotor $S = 479$ mm; Pressão máxima de serviço $P_{max} = 60$ Kg/cm²; Pressão mínima $P_{min} = 42,5$ Kg/cm²; Tempo de fechamento $t = 8,75$ seg.

Sequência de Montagem:

5.1-Montagem da alavanca da palheta (peça interna antes de colocar, introduz em sua parte inferior o anel de bronze externo e posteriormente fixou-se a ela o anel de bronze interno com 8 parafusos, compondo assim o mancal escora da palheta. Após montagem introduz sobre a haste da palheta diretora a alavanca (peça interna, de tal modo que coincidisse os rasgos de uma com os da outra, permitindo a introdução dos dois pinos com os embuchados);

5.2-Montagem da alavanca da palheta (peça externa) e tampa superior. Monta a alavanca externa sobre a interna com arruelas. Em seguida aparafusa a tampa superior quando concluída a montagem das alavancas (interna e externa) e da tampa superior introduz-se sobre os furos existentes nas duas primeiras, o pino de cisalhamento;

5.3-Montagem dos suportes dos rolos de guia radial do aro de regulação

A fixação de cada suporte 4(quatro), dos rasgos de guiar a tampa da turbina através de 4 parafusos e 2 pinos guia;

5.4-Montagem do aro de regulação e servomotores:Aro de regulação colocado sobre dispositivos especiais montado sobre a tampa a uma altura próxima;Antes dos transportes dos servomotores ao poço da turbina, foram montados a haste de cada um deles a junta esférica. As juntas bipartidas foram fixadas a haste (temporariamente) do servomotor através de 2 pinos de tal forma que antes do total acoplamento do aro com o servomotor, estes pinos fossem retirados para impedir o movimento axial da junta esférica. Existe 2 flagges fixados ao aro de regulação. Para fixação de cada servomotor ao cone de suporte foram utilizados 2 pinos cônicos;

5.5-Ajuste do bielismo:Fecha as palhetas e os servomotores e em seguida inicia a montagem de todas as bielas, ajustando-as através dos pinos excêntricos, e logo após fixando-as com chapas de trava cuja função é impedir o movimento de rotação do pino;

5.6-Ajuste das medidas finais dos anéis de encosto dos servomotores; fazer um meio para que não haja contato entre o anel e o cilindro neste caso não se tira os anéis para ajustagem dos cursos dos servomotores quando colocado pressão nos cilindros.

Obs:A finalidade de se efetuar o ajustamento do curso do servomotor, pressurizando o cilindro de abertura com 39,5 bar, é que esta pressão, segundo informação 'VOITH', existe uma compressão tal que estas nas arestas das palhetas, garante o fechamento das mesmas, mesmo que estas estiverem sujeita a queda máxima (H=115m).

4.6.6- Montagem do Mancal Escora-

6.1-Montagem da parede externa da cuba de óleo apoiando-a sobre calços de madeira sobre a cobertura do poço da turbina;

6.2-Montagem da tampa superior da tubulação anelar, fixando-a ao cone suporte com 192 parafusos Allem;

6.3-Montagem dos 12 esborrifadores de óleo, fixando cada um deles a tampa superior da tubulação anelar através de 4 parafusos;

6.4-Fixação do anel rotativo(espelho) ao cabeçote de escora(no hal de montagem do moxotó) através de 24 parafusos M42. Fixação da chapa estranguladora de óleo no anel de escora através de 24 parafusos;

- 6.5-Medição da espessura das placas de ajuste do mancal escora: Anel de apoio das sapatas (cone suporte) e a superfície deslizante do anel escora (espelho);
- 6.6-Retirada do conjunto escora/anel rotativo para montagem das sapatas
- 6.7-Colocação de 24 pinos 2 para cada sapata, que impedem o movimento da mesma no sentido radial e circunferencial;
- 6.8- Após usinadas todas as 12 placas de ajuste com espessuras determinadas, estas foram montadas em seus devidos lugares, introduzindo-se sobre os pinos de encaixe das sapatas;
- 6.9-Montagem das 12 chapas suporte das borrachas sobre as placas de ajustes;
- 6.10-Colocação das 77 placas de oscilação (disco borracha) para cada sapata, controlando seu nivelamento com precisão de 0,04mm;
- 6.11-Montagem das 12 sapatas, utilizando para isso dispositivo especial;
- 6.12-Montagem do cabeçote de escora/Anel rotativo apoiado nas sapatas, e chavetando-o ao eixo através de uma chaveta, sendo esta fixada ao eixo e cabeçote através de 2 parafusos;
- 6.13-Montagem da tubulação de injeção;
- 6.14-Levantamento e aparafusamento da parede externa da cuba de óleo ao cone suporte, para a vedação usa-se o ring com diâmetro de 6mm;
- 6.15-União dos 4 segmentos da tampa superior da cuba de óleo. Transporte e montagem da tampa superior fixando-a parede externa da cuba;
- 6.16-União dos 4 segmentos do selo de vapor e fixando-o ao cabeçote com 24 parafusos;
- 6.17- Após o acoplamento eixo/rotor do gerador e abaixamento de todo o conjunto sobre as sapatas do mancal escora, introduziu-se os parafusos de fixação das sapatas 2 para cada. Tendo como finalidade, impedir que as sapatas se desloquem no sentido axial quando no levantamento do hidrôgerador.

4.6.7- Montagem do Estator-

Coloca-se as partes da carcaça, incluindo a proteção do enrolamento BS (contrário ao acionamento). Aparafusa, nivela, centrado-o em relação ao dispositivo de concentricidade da carcaça através do dispositivo de medição.

Ao final do empacotamento das chapas no núcleo, deve ser feito um teste de magnetização.

O transporte da carcaça com o núcleo, através do dispositivo de levantamento que será aparafusado à carcaça com ajuda de ponte rolante, colocado sobre o anel de apoio montado antecipadamente aparafusado o estator com o anel de apoio, bem como as cunhas, alinha horizontalmente o estator com anel de apoio a cota e centraliza-lo com o eixo da turbina. A concretagem será somente feita após o alinhamento do rotor.

O anel de apoio será montado e alinhado com ajuda de fecho de ajustagem pré-montado. Após esse serviço segue-se o processo de soldagem semelhante ao da carcaça.

Colocação do Enrolamento:

É feito de acordo a descrição específica "Instalação das Barras do Enrolamento".

Fixação de barras com massa nas ranhuras do núcleo em hidrogeradores e máquinas especiais de grande potência.

É feito com materiais semicondutores, dispostos de tal modo que seja possível a desmontagem das barras após endurecimento da massa (semicondutora). Para se fazer esta montagem são precisas as seguintes ferramentas: Aparelho nivelador; Nível de bolha de ar (0,1mm/m); Nível de precisão de madeira; Calibrador (0,03-5,0 mm); Fita métrica de aço 25m; Régua curva para controle dos orifícios dos pinos; Mesa de medição a ser instalada no centro da carcaça; Prensa hidráulica (20 a 150 mm de curso); Martelo pneumático com cabeça permutável; Plainado inclusive eletrodos de grafite Máquina de esmerilhamento pneumático (retificadora), inclusive disco de esmerilhamento; Turbo fresadora pneumática, inclusive fresas de metal duro (5 unidades); Conversor de solda elétrica 375 A 220/380/500 V.

Sequência de Operação de Soldagem da Carcaça

1ª - Soldagem das placas auxiliares, perpendiculares sobre cada junta, nos segmentos do anel de pressão, afim de reforçar as juntas divisórias da carcaça do seu lado inferior;

2ª - Solda todas as fechaduras das juntas divisórias da carcaça em to

do o seu valor nas juntas de superfície de contato;

3ª-Soldar as juntas perpendiculares nas proximidades das aberturas para os refrigeradores;

4ª-Aplicar a primeira camada de soldagem nas juntas formadas pelas paredes intermediárias;

5ª-Aplicar a primeira camada nas juntas do anel inferior de pressão quando as soldagens se esfriarem a uns 50°C, aplicar outra camada.

Teste Do Núcleo do Estator-

O teste de curto entre as laminas do pacote, é efetuado por meio de magnetização do núcleo do estator, assim detectam falhas que causam um aquecimento no núcleo do estator, em consequência dos curtos circuitos entre laminas, eventualmente tirantes soltos ou outro componente do estator que não tenha sido apertado.

No teste são usados os seguintes instrumentos: Amperímetro(A); Voltímetro(V) com retificador; Frequencímetro(W); Transformador; Cabos para espira de magnetização; Fios de medição; Instrumento de medição termoeletrônicos para medir a temperatura, a ponte metálica não causará a queima das chapas do núcleo.

Elimina-se as falhas somente depois de desligar a fonte, quando no teste de magnetização do núcleo do estator e da carcaça, verifica-se não existe corpos estranhos, especialmente condutores elétricos, se houver, os retire.

Para não haver a passagem da ponte rolante se após a ligação da fonte de alimentação elétrica ocorrer a formação de faísca no núcleo do estator, imediatamente desligue a fonte e elimine as falhas. Depois de tirar as falhas, ligar novamente e quando decorrido 5 minutos, medir os valores elétricos nos instrumentos, verificar com a mão a existência de diferentes temperaturas em toda a superfície e marcar as temperaturas elevadas, como também controlar se ocorrem ruídos anormais no estator e identifique a sua causa. Tem que ter o teste de longa duração.

1º-Teste antes da colocação no enrolamento estatório, teste alta tensão 2,0 KV/60 Hz/1 min.

a) Todos os condutores auxiliares com auxílio de outros ligados contra blindagem;

b) A blindagem e todos os condutores com auxílio de outros ligados aos eletrodos externos;

2º- Após o teste conforme item 1º acima:

-Fazer medição das resistências elétricas de acordo com as curvas F15 com uma fonte de medição de impedância;

3º- Após o teste de tensão de todo enrolamento, medir conforme item 2:

Teste Final da Máquina

Teste de alta tensão em todas as condições com auxílio de outros ligados contra o enrolamento e a carcaça com 1,5 Kv/60 Hz/1min.

4º- Conforme Teste do item 3:

-Medição das resistências conforme item 2.

4.6.8 -Montagem do Rotor-

Põe o cubo deste e nívela, coloca os braços no cubo do mesmo 8 unidades, alinhar as furações das metades do tensor com auxílio de um pino e aparafusar os tirantes dos tensores auxiliares. Apóia as partes externas dos braços na viga frontal. Aprumar e centrar pela furação do cubo do rotor o dispositivo de controle circular, conforme o desenho do cubo do rotor. Soldar as costuras entre o cubo do rotor e os braços conforme instrução de solda. Solda as tampas triangulares entre braços, conforme desenho. Após os serviços de solda, trava as porcas dos tensores com solda e proteger através de aplicação de tinta antiferugem.

8.1- Empilhamento das chapas da coroa do rotor: Empilha as chapas

de acordo com o esquema de empilhamento (obedecer a posição e dimensionamento da abertura (janela) do meio da coroa. Levantar o cubo com chapas do rotor através do dispositivo de levantamento e colocar sobre novos cavaletes de montagem mais alto. Aquecer as chapas da coroa com os bornes de aquecimento fornecidos conjuntamente com os cabos de distribuição. Observar instruções de empilhamento das chapas do rotor e desenhos (observar a temperatura de aquecimento, tolerância da medição de altura e torque de aperto dos parafusos).

8.2-Montagem dos Pólos-

Utiliza para a montagem dos mesmos o dispositivo de levantamento.

Introduzir os pólos nas ranhuras de rabo de andorinha da coroa da coroa. Como são quatro tipos de pólos, observar a posição correta conforme desenho rotor completo.

São posto no rotor os ventiladores com angulo de 15° para não causar perda de potência da máquina. O anel de freio é fixado no cubo do rotor com 8 parafusos de segurança. O alinhamento do anel de freio é feita com chapas de compensação.

Aquece e monta a quente caúbre, o isolamento térmico introduz-se tiras de amianto entre as travessas de extremidades e a culatra do rotor para evitar que o calor possa passar deste para o cubo. Evitar qualquer correnteza de ar unilateral, porque menos rápida a contração de algumas partes, pode ter como consequência, uma deformação do rotor.

8.3- Tipos de Fixação Conforme Tipo do Pólo:

Os pólos tipo pente são fixados com parafusos axiais, enquanto os pólos tipos oblongos são ligados com chavetas tipo rabo de andorinha, cabeça de martelo dupla.

8.4-Verificação dos Pólos-

Assoprar os pólos com ar comprimido seco (máx: 4atm) e observar se existem corpos estranhos ou detritos.

Inspeccionar especialmente todo o enrolamento polar, comprovando

se existe ponte entre enrolamento ou se as p^{er}as de refrigera^ção est^ão danificadas.

Aten^ção: Afim de evitar danos, nunca colocar os p^olos sobre os enrolamentos. N^ão levantar nunca o p^olo pela extremidade do segment^o dos enrolamentos amortecedores.

4.6.9 - Montagem dos Demais Acess^orios do Gerador

9.1- Montagem do trocador de Calor e Tubula^ções;

9.2- Montagem dos Macacos de Frenagem e Levantamento;

9.3 - Montagem do Anel dutor de Ar, Cobertura do Poço e Prote^ção do enrolamento, com aquecimento de parada;

9.4 - Montagem do rotor completo com o eixo da turbina;

9.5 - Montagem do prolongamento de eixo e do anel coletor sobre o cubo do rotor e aparafusa;

9.6- Montagem da Estrela Suporte Superior:

Conectar a parte central da cruzeta de guia (superior) com os bra^ços por meio de fechos tensores auxiliares (atentar para a marca^ção de cada bra^ço para a montagem no lugar correto). Montar o elast^omero e pressionar-lo.

Abaixar a cruzeta de guia na carca^ça;

9.7- Montagem do anel dutor de Ar superior;

9.8- Montagem do mancal guia superior. Antes de instalar a cruzeta superior, colocar o recipiente de ^oleo de duas partes no prolongamento de eixo, aparafusar e apoiar-lo sobre o flange inferior de prolongamento de eixo (prever os apoios provis^orios). Montar o trocador de ^oleo do mancal no recipiente de ^oleo. Ap^os instala^ção da cruzeta guia superior, i^çar o recipiente de ^oleo com os trocadores, aparafusando-o a cruzeta. Embutir elementos ajust^áveis para os segmentos do mancal ajustando-os com o elemento de ajuste.

Montar os instrumentos de supervisonamento, montar a vedação a vedação inferior entre o recipiente de óleo e eixo. Colocar óleo e colocar e aparafusar a tampa interior do reservatório de óleo.

9.9- Montagem das Escovas e Ligação para Excitação-

Colocar o suporte das escovas e aparafusar os cabos de excitação ao longo do braço da cruzeta guia até conexão no housing (caixa) de concreto.

9.10 -Montagem dos Cabos de Supervisão e das Conexões Elétricas

Auxiliares:

Os cabos de supervisão serão colocados nos conduites, conforme desenho e conectados no armário de bornes terminais.

9.11- Montagem da Cobertura Superior-

Após término dos trabalhos restantes na parte superior do gerador (colocação de tubulações de água de refrigeração para mancal guia e para óleo, para seu tratamento). Monta-se os segmentos de cobertura e aparafusa a blindagem do anel coletor.

Após a colocação de conexão para as saídas principais, saída de ponto estrela e cabos de excitação, monta grade de proteção dentro do housing (caixa) do gerador.

4.7-Instrução de Montagem e Soldagem para Caixa Espiral e

Pré- Distribuidor:

4.7.1-Processo de Solda Utilizado-

O processo utilizado será o do arco elétrico com eletrodos e processo de soldagem metálica com atmosfera protetora (MAG), conforme DIN 8560 ou norma equivalente, de forma que ficará garantida a qualidade dos serviços de solda conforme DIN 8563 ou norma equivalente.

Processo de Solda-

Para as costuras de solda de junção das partes do pré-distribuidor adotar o processo de soldagem metálica com gás de proteção ativo(MAG).

Materiais de Deposição e dados de Solda-

Para as soldas com eletrodo devem ser usados eletrodos K1IXs ou eletrodos apropriados para o material T1StE36.

Para as soldas no processo MAG, usar arame de solda conforme AWS E 70-56 com diâmetro de 1,2mm. O gás de proteção é o CO₂.

Devem ser empregados bicos estreitos refrigerados a água, com diâmetro externo de no máximo 14 mm.

: posição de solda	: Amperagem:	: Voltagem:	Veloc média arame m/min	: Veloc solda cm/min	: Cons.do gás: l/min
:horizontal:	240/260:	32-34 :	11-13	: 16-24:	14 :
Vertical:	160-180:	23-25:	5-6	: 10-14 :	14-16 :
:Sobre- cabeça	: 120-140 :	19-21 :	3-4	: 8-12 :	14-16 :

Largura das camadas :máximo 20mm

Espessura das camadas : 4-6 mm

4.7.2- Instruções Para Solda-

Os flancos das costuras de solda devem estar secas e isentos de sujeira (p.ex. óleo, graxa etc). Locais enferrujados e com carepas devem ser esmerilhados.

Eletrodos de varetas com envoltório devem ser pré-secados conforme as prescrições do fabricante dos eletrodos e usados para soldar saindo de pequenas estufas (p.ex. 5 a 7 kg). Com temperatura de 100 a 150°C. Os eletrodos devem ser armazenados em câmaras secas e quentes. Para o armazenamento do arame para solda com gás de proteção devem igualmente ser observadas as prescrições do fabricante. Rolos já iniciados e restos de rolos devem também ser armazenados absolutamente secos. Durante a soldagem por processo MAG a ventilação e a exaustão devem ser feitas de forma que no local de solda não haja corrente de ar.

Pré aquecimento das partes a serem soldadas (secar). A temperatura de pré-aquecimento deve ser 80°C para espessuras de costura até 30mm e pelo menos 100°C para espessuras de costura acima de 30mm. A temperatura de pré-aquecimento é a temperatura da peça no início do serviço de solda propriamente dito e durante todo o processo de solda. A peça não pode ficar abaixo desta temperatura. Deve-se considerar em ambos os lados, próximo da costura de solda, uma largura quatro vezes a espessura da chapa chamada de zona, porém no mínimo 100mm.

Se a solda for interrompida e o material de enchimento de solda tiver esfriado bastante, ao reiniciar a solda deve-se aumentar a temperatura de pré-aquecimento em aproximadamente 50 graus acima da temperatura de pré-aquecimento necessária, em face às elevadas tensões internas que passivelmente surgem pelo esfriamento intermediário. Depois de uma das camadas de solda pode-se voltar a temperatura normal.

No caso de soldas de canto e de soldas auxiliares na monta

gem, é necessário em todo caso um pré-aquecimento a pelo menos 150°C , e também deve ser previsto um pré-aquecimento para a soldagem de seções transversais diferentes. O pré-aquecimento deve ser feito com chamas fracas e neutras, igualmente distribuídas, isto é, de acordo com o sentido da costura, mediante tubos queimadores de gás propano.

Para aplicação de cordões de solda, deve ser empregado a técnica de camadas múltiplas, isto é, o soldador deve executar na medida do possível cordões finos, para que os cordões individuais esfriem sob condições favoráveis a boa textura e boas características de tenacidade. A constituição da costura de solda deve começar sempre nos flancos, para que a zona de transição seja influenciada favoravelmente pelo calor do cordão de solda seguinte. Isto é especialmente importante nas camadas de cobertura, visto que aqui entalhes de penetração de queimar pode causar picos indesejáveis da tensão na zona de transição. Caso se forme entalhes de penetração de queima mais intensos, os mesmos devem ser esmerilhados limpos. O esmerilhamento deve ser feito, na medida do possível com calor da solda. Não é permitido rejuntar os entalhes de penetração de queima com cordões finos.

Quando os entalhes forem maiores, deverão ser esmerilhados em forma de depressão, a qual deverá ser pré-aquecida a pelo menos 150°C e depois resoldada. Um pré-aquecimento deste tipo é estritamente necessário, quando o enchimento de solda incluir a zona de transição endurecida. Quando a abóboda de um cordão de solda for excessivamente, devido a condições desfavoráveis de solda, deverá ser esmerilhada.

Caso a limpeza de raiz seja executada eletricamente, deve-se posteriormente esmerilhar 1,5-2mm em virtude do perigo de carbonização. O mesmo vale também, quando a limpeza de raiz for executada por outros motivos.

A resoldagem também deve ser feita sob pré-aquecimento. A temperatura de pré-aquecimento deve ser continuamente controlada, por ex. com termômetro de contato ou de sensor, ou com termoelementos. Os chamfrões das juntas de separação do pré-distribuidor, deve ser ajustados com exatidão na fábrica. Não deverá ser necessária qualquer correção por intermédio de chamas ou cunhas.

Caso haja formação de poros na soldagem por processo MAG, deve procurar imediatamente as causas, as quais podem ser: pouca pressão do gás, entupimentos dos bicos, falhas do material base, saída livre do arame comprida demais, corrente de ar muito forte (velocidade do ar deve ser menor que 0,7m/seg). As falhas deverão ser corrigidas.

Não são permitidas costuras de solda em sentido descendente (de cima para baixo).

Durante o teste com o líquido penetrante (temperatura máxima da peça 50°C), é proibido soldar nas proximidades desta região.

O tempo de penetração do líquido deve ser pelo menos 20 min. Solda de reparo somente podem ser executadas depois que os locais esmerilhados que continham falhas, tiverem sido liberados pela supervisão de solda, sob a observância de todas as condições aqui mencionadas.

Na soldagem são feitos testes de raio x e ultra som. A produtividade e a qualidade de soldas depende muito da manutenção e conservação das máquinas de solda. Iguamente deverá ser garantido o comprimento de todas as condições mencionadas aqui.

Solda de canto, solda auxiliares de montagem e outras soldas devem ser executadas sempre na técnica de camadas múltiplas com pré-aquecimento. A fim de minimizar as tensões internas e evitar com segurança trincas por baixo das costuras, somente se deve soldar os ferros de montagem na peça nas faces longitudinais, com uma defasagem de meio comprimento entre si.

A remoção de peças auxiliares de montagem ou outras partes de conexão deve ser vista utilizando esmerilhamento especial ou seja (esmerilhar com um pouco de aquecimento). Se em casos excepcionais tiverem que ser feitos oxi-cortes, deverá ser feito pré-aquecimento e o corte deverá executado relativamente afastado da peça propriamente dita. As partes restantes e regiões e regiões de solda deverão em seguida ser removidas por esmerilhamento com um pouco de aquecimento. Remoção de peças na pancada só são admissíveis, quando for evitado, que as costuras de solda sejam arrancadas do material base que está suportando a peça. Em seguida deve-se examinar estas regiões com pó magnético.

Solda auxiliares e de ponteamto também devem ser executadas

no processo MAG(caso seja este o processo de solda).Basicamente a solda de ponteamto deverá ter um comprimento de pelo menos 100mm.Devem ser soldadas pelo menos 3(três) camadas.Antes de completar a solda,a região de ponteamto deverá ser esmerilhada e testada quanto a trincas.

A temperatura das camadas intermediárias(material de solda) para aços normalizados,não devem em geral ultrapassar 220° a 250° C,no caso de seções transversais grandes recomenda-se não interromper o processo de solda.Uma vez que,com aumento do limite de escoamento as tensões internas também aumentam,facilmente pode ocorrer trincas na limpeza da raiz.Por esta razão não devem ser usados rebolos,que tenham tendência de incandescer provocando trincas por altos aquecimentos locais.Se apesar disto houver trincas,a limpeza de raiz deverá ser feita eletricamente com pré-aquecimento,ocasião em que a região com trincas deve ser limpa com maior intensidade.De qualquer forma deve atentar para que as trincas sejam seguramente removidas.Caso haja o perigo de que a trinca aumente pela limpeza de raiz,a mesma deve ser removida somente por esmerilhamento.

Não é permitido testar o arco elétrico nem provocar ignições na peça a ser soldada fora da costura de solda.Pontos de ignição provocados casualmente(decorrente por ex.devido ao cabo de solda esta danificado,porta-eletrodo mal isolado ou serviço inadequado ao testar com pó magnetico),deverão ser esmerilhados e examinados quanto a trincas.

Nas soldas de reparo devem ser observados as mesmas instruções das soldas de acabamento.

No oxi-corte devem ser observados basicamente as regras de técnica correspondente assim como as mesmas condições adotadas para soldar.

4.7.3 -Montagem

Generalidades-

Para os serviços de solda deverão ser montados andaimes suficientemente dimensionados e seguros, por dentro e por fora da caixa espiral, para o pessoal da montagem e teste. Deve-se evitar a fixação direta dos andaimes nas chapas da caixa espiral. Caso não possa ser evitada uma fixação por soldagem, esta somente pode ser executada depois de consultar o supervisor de montagem e sob estrita observância dos cuidados.

4.7.4 -Montagem do Pré - Distribuidor-

Assentar o pré-distribuidor sobre as bases de apoio. Montar e alinhar o pré -distribuidor no poço da turbina.

O ponteamto das juntas de separação AC respectivamente BD deve ser executado simultaneamente. Extensão do ponteamto 100mm, com 3 camadas. Soldar sempre duas juntas com dois soldadores em cada junta (um em cima o outro embaixo).

Deve ser conseguido um aperfeiçoamento da situação da textura das camadas depositadas por aplicação de uma outra camada, a qual em seguida será lixada novamente. Deve ser tomar cuidado para que a última camada depositada não entre em contato com o material base.

Devem ser evitados cordões de solda com comprimento abaixo de 50 mm.

Teste Para as Costuras de Solda

1º-Processo de líquido penetrante em 100% da solda, depois da limpeza da raiz;

2º-Processo do líquido penetrante ou teste de magnoflux em 100% de costuras prontas; 100% de teste de raio x ou através de

isótopos;100% teste de ultra-som.

Controlar o posicionamento do pré-distribuidor e alinhamento conforme o meio das travessas do pré-distribuidor, tensionar os tirantes de ancoragem.

Controlar novamente o posicionamento e riscar os eixos de centro da turbina e da casa de máquina.

Reforçar o pré-distribuidor no diâmetro, sem pré tensão considerável, conforme a indicação do supervisor de montagem.

4.7.5-Montagem Das Virolas da Caixa Espiral-

- Preparação das virolas no local de pré-montagem.
- Agrupar as virolas;
- Limpar os cantos de solda;
- Soldar as costuras longitudinais;
- A camada de raiz limpa deve ser testada em 100% com líquido penetrante;
- Limpar os lados frontais incompletos, esmerilhar, testar e re-soldar;
- Radiografar 100% das costuras de soldas prontas;
- Reparar pontos com falhas e testar novamente;
- Reforçar as virolas para montagem no pré-distribuidor conforme indicação do supervisor. Soldar os suportes para os apoios.

4.7.6 -Montagem das Virolas da Caixa Espiral no Pré-Distribuidor-

A ordem de montagem é a partir da bequilha contra o sentido da corrente de água. Soldagem das virolas, primeiramente a costura circunferencial, depois a costura longitudinal, após ponteadas 2-3 virolas no pré-distribuidor. Também na sequência avançar com ponteamento de 2-3 virolas. Nestas condições após a soldagem das costuras

circunferenciais e longitudinais de cada 2 (duas) virolas, nas duas virolas seguintes somente se deve soldar as costuras circunferenciais e as duas costuras longitudinais devem ficar ponteadas.

As costuras longitudinais ponteadas das virolas no pré-distribuidor somente serão soldadas todas as costuras circunferenciais na caixa espiral sequência de solda.

1-Montagem das Virolas Pequenas nº 25, 24 , 23 e sequência de Solda-

-Introduzir as virolas uma após a outra até a virola de ajuste;

-Pontear as virolas;

-Soldar as virolas. Primeiro a costura circunferencial da virola 26/25, em seguida a costura longitudinal da virola 25, etc;

-Executar a sequência de solda conforme desenho;

-Soldar três camadas (uma camada de solda definitiva depois da outra, conforme plano de sequência de soldagem);

-Limpar a raiz, lixar e testar. Soldar o lado da limpeza de raiz até haver uma leve contração angular contrária;

-A seguir soldar definitivamente o lado da limpeza de raiz, executar as soldas em trechos de no máximo 300mm. Soldar simultaneamente em cima e embaixo. Soldar as seções parciais das camadas individuais com sobreposição.

-Testar 100% com raio x as costuras de solda longitudinais e circunferenciais. Consertar falhas e testar novamente. Oxidocar o sobremetal de ajuste e preparar o canto de solda.

, -Instalar e ajustar as hastes tubulares de compressão e tensionar os tirantes da caixa espiral.

2-Montagem das Virolas nº 22 até 17-

Sequência de trabalho e de solda conforme descrição acima, soldar primeiro as costuras circunferenciais e a seguir as costuras longitudinais, somente pontear, as costuras longitudinais das virolas nº 22, 19 e 18.

3-Montagem das Virolas nº 16 até 11-

Idem nº 1. Soldar primeiro as costuras circunferenciais e a seguir as longitudinais, somente pontear as costuras longitudinais das virolas nº 15, 14, 11.

4-Montagem das Virolas do nº 10 até 5-

Idem nº 1.

Soldar primeiro as costuras circunferenciais e a seguir as longitudinais, somente pontear, as costuras longitudinais das virolas nº 10, 7, 6.

5-Montagem das Virolas nº 4 e 3-

Não oxi-cortar o sobremetal da virola de ajuste. Este sobremetal de ajuste somente pode ser oxi-cortado depois de executado o teste de pressão e ter removida a calota esférica.

Sequência de solda, idem nº 1.

Verificar as hastes de compressão e esticar os tirantes de tração antes que seja feita a concretagem até a cota 130,7, para o teste de pressão;

Os tirantes devem receber um revestimento com uma massa protetora que permita deslizamento no concreto;

A tubulação de água de fuga deve estar pronta até a cota 131,835;

Para a concretagem da caixa espiral, devem ser estritamente observadas as instruções constantes;

Dever ser levadas em considerações eventuais tubulações a serem concretadas, por ex. para tubo de sucção, regulador, gerador, tu_

bulação para medição de pressão e pressão diferencial;

Montar e soldar as tubulações a serem concretadas. Além disso deve-se na medida do possível montar as tubulações de pressão afim de que estas possam ser submetidas ao teste de pressão junto com a caixa espiral.

4.7.7 - Teste de Pressão-

O teste de pressão é efetuado com uma pressão de 21 bar, mas a de trabalho corresponde a 11 bar.

Preparar o anel para o teste;

Executar a solda das duas partes do anel;

Montar e soldar a calota esférica no local de pré-montagem;

Fazer teste por amostragem das costuras de solda por raio x ou ultrassom;

Montar e soldar a calota esférica com a caixa espiral;

Montar e vedar o anel de pressão. Fechar todas as aberturas na caixa espiral;

Colocar pelo menos 2(dois) manômetros aferidos, as conexões de pressão de água e a válvula de segurança de vácuo;

Antes de encher a caixa espiral, soltar os tirantes no pré-distribuidor e nas virolas;

Encher a caixa espiral, desarear perfeitamente e fazer teste de pressão conforme instruções. Testar quanto a estanqueidade e esvaziamento da caixa espiral(deixar entrar ar);

Remover os testes de pressão;

Testar 100% com ultrassom as costuras de solda nas juntas do do pré-distribuidor;

Oxi-cortar o sobremetal na virola de ajuste.

- C O N C L U S Ã O -

Durante o estágio supervisionado, tive a oportunidade de conhecer o funcionamento de um hidrogenador de energia elétrica. Como também acompanhar as várias etapas de montagem do mesmo, onde foi explicado as funções dos componentes.

Além dos conhecimentos teóricos ligados a obra, tive a possibilidade de conviver com pessoas ligadas a obras, desde de engenheiros, técnicos até os mais humildes serventes.

A grande vantagem do aluno que realiza estágio, é que quando o mesmo passa para a vida profissional ele já tem um certo conhecimento de como será o campo profissional.

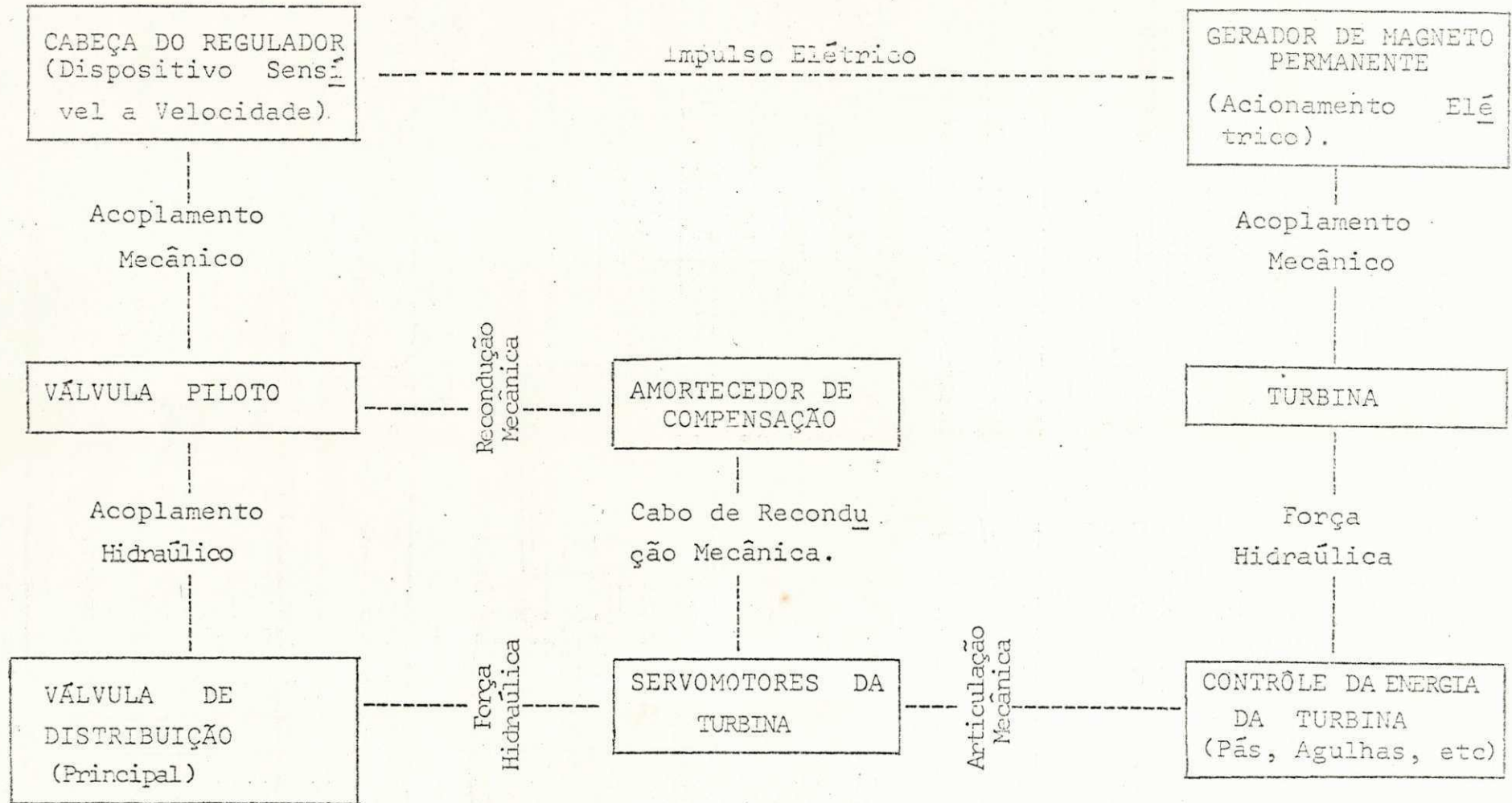
Acredito que o meu curso não estaria completo sem que tivesse feito o estágio supervisionado, pois ele nos dá uma visão global da realidade profissional.

-B I B L I O G R A F I A -

- Descrição Geral sobre a Usina PA-IV
- Manual de Montagem Dos Hidrogeradores -Voith
- Instruções de Montagem e Soldagem Para Caixa Espiral
e Pré-Distribuidor-

- A N E X O S -

DIAGRAMA EM BLOCO DE UM ATUADOR E SISTEMA DE CONTRÔLE DA TURBINA



705 - Pedro

Francisco

281 1608-

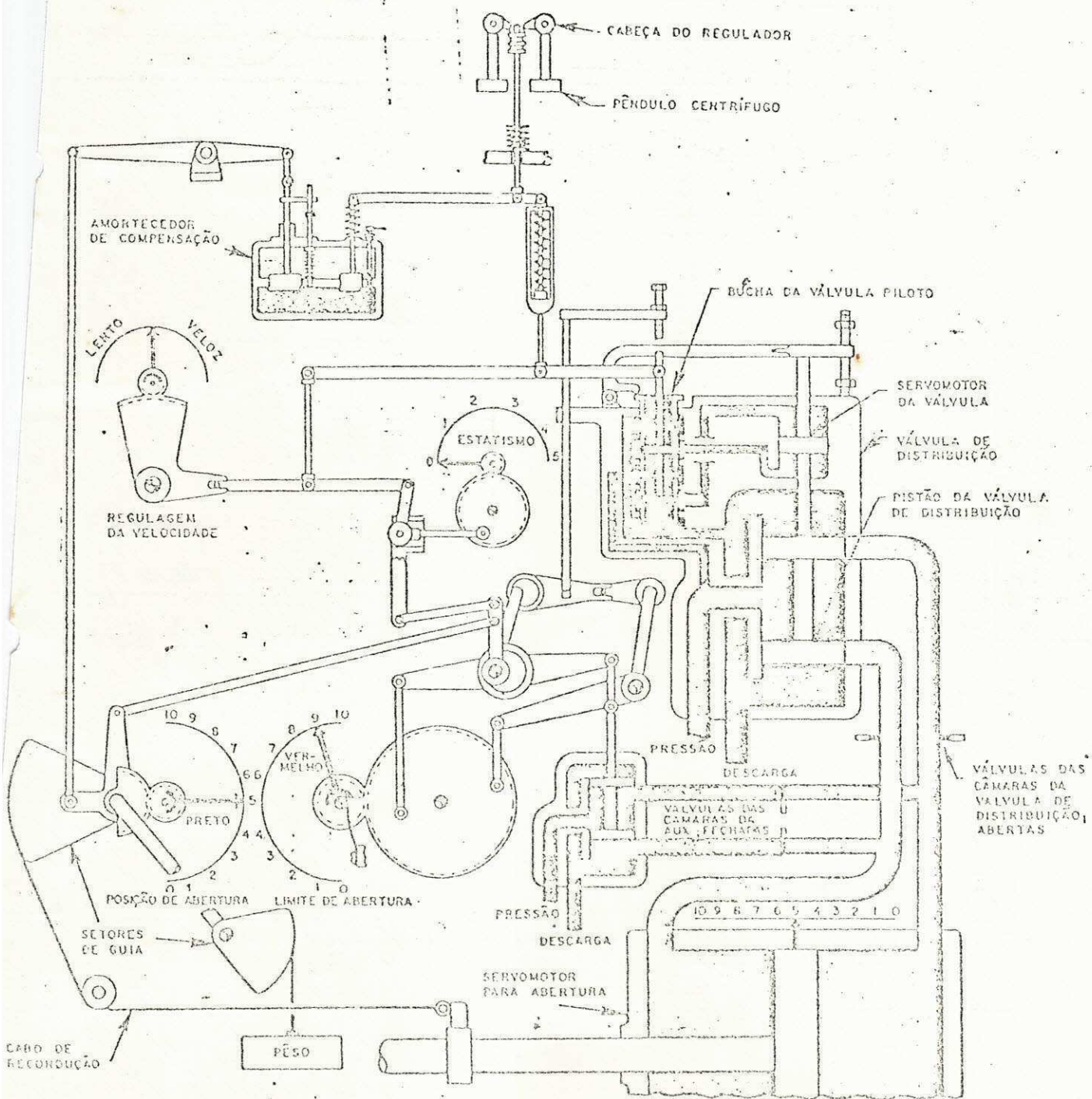


Figura 02

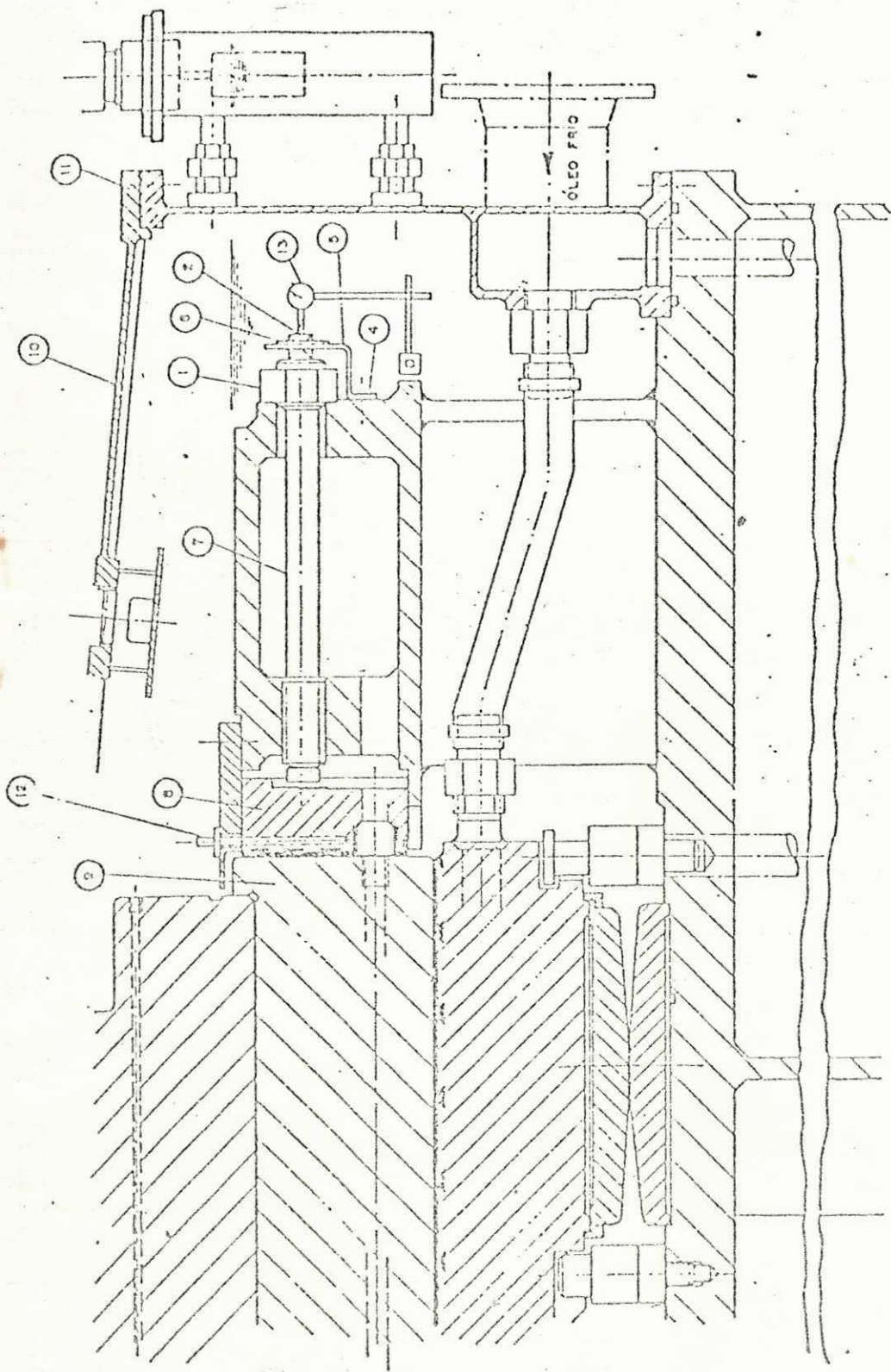
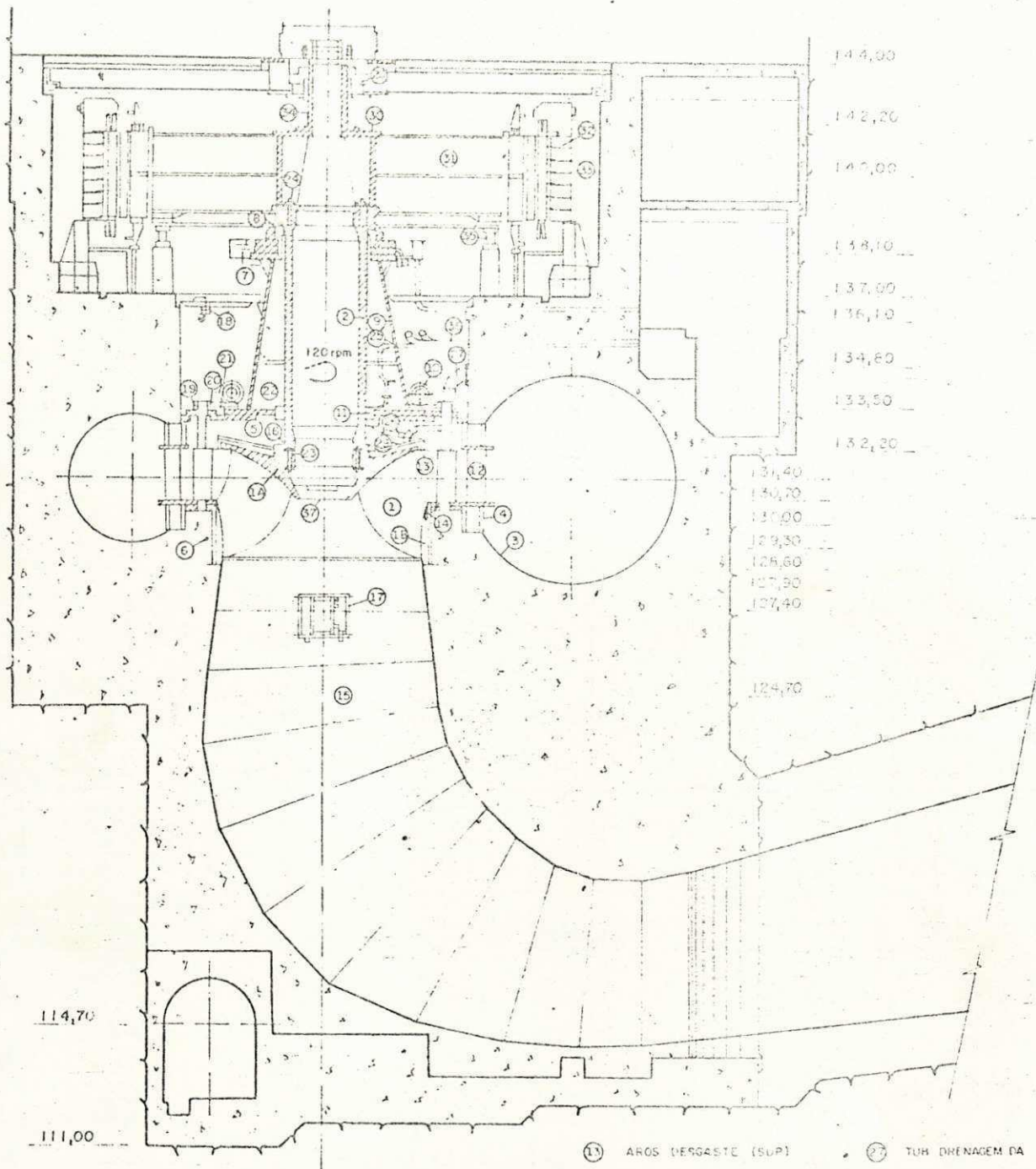


Figura 01

907 000013	OBSERVAÇÕES	PROJETADO DESENHADO VERIFICADO VISTO APROVADO	COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO USINA III MANCAL GUIA DO GERADOR
		12/11/70 12/11/70	00.701.0010

USINA PAULO AFONSO - IV
 CONJUNTO TURBINA / GERADOR
 - CORTE -

SITUAÇÃO ESQUEMÁTICA SALA DE MÁQUINAS



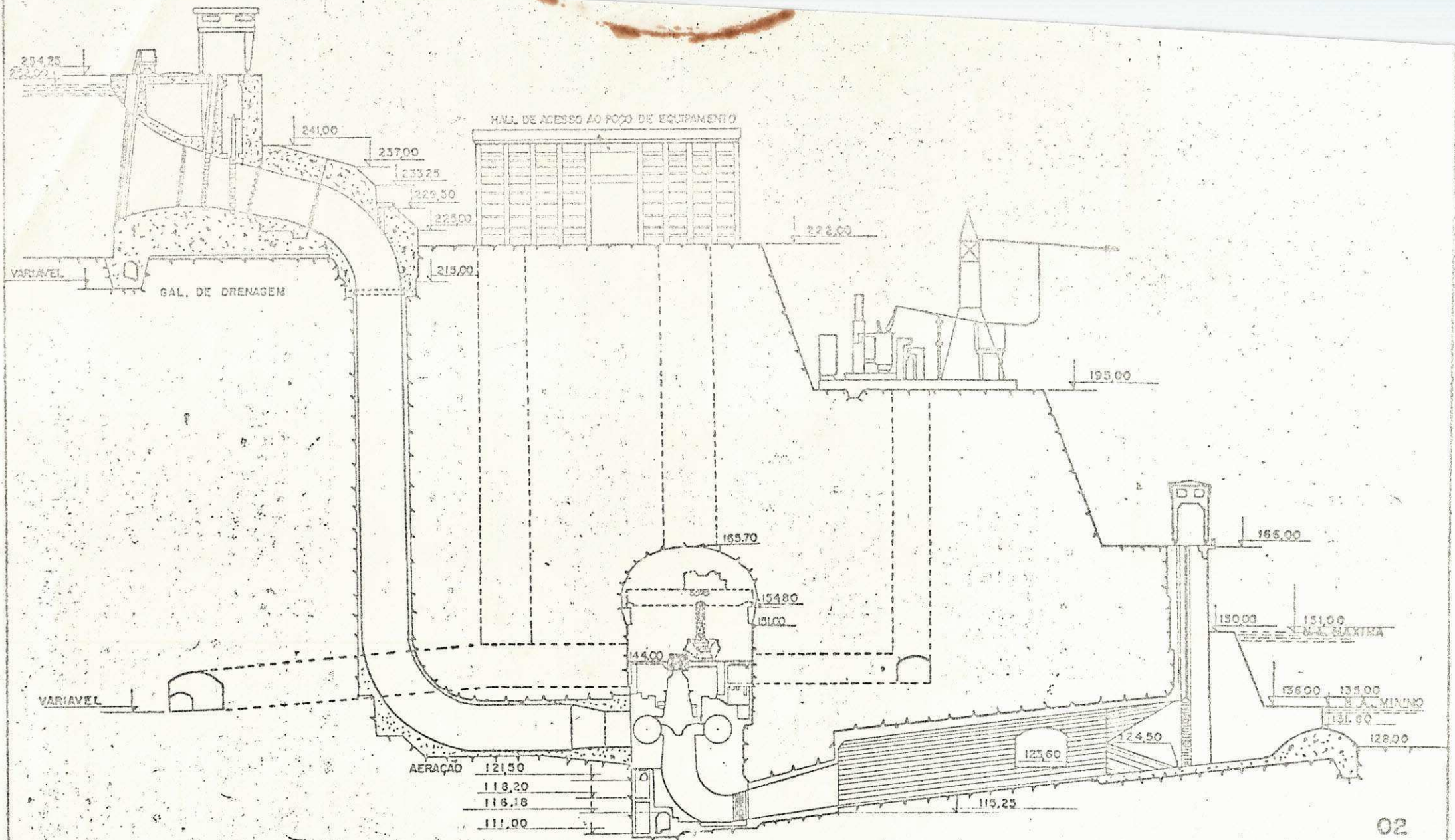
CARACTERÍSTICAS DA TURBINA

QUEDA ÚTIL ——— H: 112,5m.
 VAZÃO ——— Q: 385 m³/s
 ROTAÇÃO ——— r: 120 rpm
 POTÊNCIA ——— p: 403 Mw
 PÊSO DO ROTOR ——— 136,100 t.
 PÊSO DA TAMPA ——— 89 t.
 PÊSO DO EIXO ——— 75,800 t.

- ① PA DO ROTOR
- ② CUBO DO ROTOR
- ③ CORÇA DO ROTOR
- ④ EIXO DA TURBINA
- ⑤ CAIXA ESPIRAL
- ⑥ PRÉ-DISTRIBUIDOR
- ⑦ TAMPA DA TURBINA
- ⑧ ANO DE SAÍDA
- ⑨ SAPATA DO MANCAL
- ⑩ BLOCO DE ESCORA
- ⑪ CONE-SUPORTE
- ⑫ SERVO-MOTOR
- ⑬ MANCAL DE GUIA
- ⑭ PALHETA DIRLTORA

- ⑮ AROS DESGASTE (SUP)
- ⑯ AROS DESGASTE (INF)
- ⑰ TUBO DE SUÇÃO
- ⑱ VEDAÇÃO DO EIXO
- ⑲ ACESSO AO BEV. DO TB DE SUC.
- ⑳ MONOVIA CIRCULAR
- ㉑ ALAVANCA INTERNA
- ㉒ ALAVANCA EXTERNA
- ㉓ BIELLA
- ㉔ ANO DE REGULÇÃO
- ㉕ TIRANTE ACOPLAMENTO
- ㉖ TIRANTE ACOPLAMENTO
- ㉗ TUB DE ENTRADA DE ÓLEO DO MANCAL GUIA
- ㉘ TUB DE SAÍDA DE ÓLEO DO MANCAL GUIA

- ㉙ TUB DRENAGEM DA TAMPA DA TURBINA
- ㉚ TUB DE SAÍDA DA ÁGUA DE BLOQUEIO
- ㉛ MANCAL DE GUIA DO GERADOR
- ㉜ CUBO DO ROTOR DO GERADOR
- ㉝ ROTOR DO GERADOR
- ㉞ ESTATOR
- ㉟ RADIADOR
- ⓫ PROLONGAMENTO DO EIXO
- ⓬ FREGIO DO GERADOR
- ⓭ TUBULAÇÃO DE SAÍDA DE ÓLEO DO MANCAL DE ESCORA
- ⓮ TAMPA DO ROTOR



02

OBS.	CIA HIDRO ELÉTRICA DO S. FRANCISCO		
	OBRA: USINA P. AFONSO IV	ESC.	DES. Nº
		14-11-60	
	USINA P. AFONSO IV	PROJ.	
	CORTE GERAL	VER. INSTAL.	
	VER. F.		
	VISTO		
	APROV.		