



UNIVERSIDADE FEDERAL

DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO : JOÃO FRAGOSO NETO

MAT. : 7911088 - 5

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB
BRASIL



UNIVERSIDADE FEDERAL

DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO : JOÃO FRAGOSO NETO

MAT. : 7911088 - 5

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO - SUPERVISIONADO

ALUNO: JOÃO FRAGOSO NETO
MAT: 7911088-5
CHEFE DO DEPARTAMENTO: WILLIAMS CAPIM DE MIRANDA
COORDENADOR DO CURSO: MANOEL CORDEIRO DE BARROS
COORDENADOR DE ESTÁGIO: MARCINO DIAS DE O. JÚNIOR
PERÍODO: 1 de Julho a 15 de Agosto de 1982.
EMPRESA: COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF
ENDEREÇO: USINA DE PAULO AFONSO - PAULO AFONSO - BA.



COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que o Sr. JOÃO FRAGOSO NETO, estagiou no acompanhamento das obras da Usina de PA-IV (DOP/DTMU), na parte Mecânica, no período de 01/07 a 10/07/82, totalizando uma carga horária de 56:00 hs. (cinquenta e seis horas).

Paulo Afonso, 05 de agosto de 1982

EVARISTO JOSÉ BRAGA CAVALCANTI

ENGº CHEFE DO DEPARTAMENTO DE OBRAS
DE PAULO AFONSO

VISTO:

JOSÉ RENATO HIRÉS DE ALMEIDA

ENGº CHEFE DA DTMU

RECIFE-PE - Ed. André Falcão - Rua Elphego Jorge de Souza, 333 - Bomfim - PAULO AFONSO-BA -
Usina de Paulo Afonso - SALVADOR-BA - Av. Viana Filho s/n - Estrada Pau da Lima - JOÃO
PESSOA-PB - Av. Getúlio Vargas, 277 - RIO DE JANEIRO-RJ - Rua Visconde de Inhaúma, 134 -
8º andar - NATAL-RN - Av. Duque de Caxias, 76 - 2º andar - SÃO PAULO-SP - Rua Margarete
Torres, 467 - Vila Maria - FORTALEZA-CE - Av. Perimetral s/n - Mondubim - MACEIÓ-AL - Rua
do Comércio, 181 - 8º andar - TERESINA-PI - Rua Eliseu Martins, 1811 - ARAÇAJU-SE - Rua
João Pessoa, 320 - 4º andar - SÃO LUIS-MA - Alto do Sacaven. END. TELEG. "CHESFO"

981 3713

gráfica.chesf

EMPRESA
DO SISTEMA
ELETROBRÁS





DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que
o Sr.(a) JOÃO FRAGOSO NETO
estudante de engenharia Mecânica, estagiou
na Gerência de Operação de Paulo Afonso- GOP, da
Diretoria de Operação, no período de 15.07.82
a 14.08.82

Recife, 01 de setembro de 1982

CLOVES MARQUES DA SILVA
Engº Chefe da Divisão de
Desenvolvimento de Pessoal.



AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Engenharia Mecânica do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade que me concedeu para a realização' desse estágio.

Aos professores Francisco José Simões e Marcino Dias de Oliveira Júnior, pelas orientações fornecidas durante a elaboração deste trabalho.

O meu agradecimento especial aos Engenheiros Evaristo José Braga Cavalcanti e José Sarmento Sobrinho, pelo esforço e confiança que em mim depositaram.

Pelos conhecimentos adquiridos durante o decorrer de todo o Estágio, aos Engenheiros: Luiz Carlos Coutinho, Flávio Ataíde, Alberto Vilenisio e Rogério Bittencurt.

Aos meus colegas estagiários, pela solidariedade dispensada no decorrer do estágio.

Aos meus pais e minha esposa, que a cada dia me dão apoio, incentivo e votos de confiança na minha carreira.

A Deus, por ter me permitido realizar este estágio com paz, saúde e muito sucesso.

ÍNDICE

	Pag.
. INTRODUÇÃO	01
. HISTÓRICO	03
. DESENVOLVIMENTO	
1 - GENERALIDADES SOBRE TURBINAS	08
1.1 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO	
1.1.1 - TURBINA	
1.2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES E INSTRUÇÃO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA.	
1.2.1 - MANCAL GUIA	08
1.2.2 - ROTOR	13
1.2.3 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO CENTRALIZADA	16
1.2.4 - EIXO E FLANGES DE ACOPLAMENTO	19
1.2.5 - MECANISMO DISTRIBUIDOR	21
1.2.6 - PRÉ-DISTRIBUIDOR	29
1.2.7 - CAIXA ESPIRAL	31
2 - GENERALIDADES SOBRE GERADOR	35
2.1 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO	
2.1.1 - GERADOR	
2.2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES E INSTRUÇÃO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA.	
2.2.1 - SISTEMA DE RESFRIAMENTO DO AR	35
2.2.2 - ROTOR/ESTATOR/EIXO.	39
2.2.3 - SISTEMA DE LEVANTAMENTO E FRENAGEM	43
2.2.4 - MANCAIS COMBINADO GUIA E ESCORA	47
3 - GENERALIDADES SOBRE REGULADOR DE VELOCIDADE	53
3.1 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO	

3.1.1 - REGULADOR DE VELOCIDADE	
3.2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES E INSTRUÇÃO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA.	
3.2.1 - CABEÇA DO REGULADOR ATUADOR	53
3.2.2 - MECANISMO DE RECOMANDO	55
3.2.3 - AMORTECEDOR HIDRÁULICO	58
3.2.4 - SISTEMA HIDRÁULICO	59
4 - INSTRUÇÕES DE TESTES E MEDIÇÕES	66
4.1 - ITM - 001	66
4.2 - ITM - 002	67
4.3 - ITM - 003	68
4.4 - ITM - 004	69
4.5 - ITM - 005	69
4.6 - ITM - 006	70
4.7 - ITM - 007	71
4.8 - ITM - 008	72
5 - INSTRUÇÃO DE MANUTENÇÃO	74
5.1 - IM - 001	74
5.2 - IM - 002	79
6 - CONCLUSÃO	84
7 - ANEXOS	85
8 - BIBLIOGRAFIA	86

INTRODUÇÃO

Devido a necessidade de aprimoramentos dos conhecimentos técnicos e como também facilitar o relacionamento do estagiário junto com as atividades da empresa, a CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco), através dos seus órgãos, desempenhou importante ação no que diz respeito à cooperação mútua Empresa/Universidade.

Este relatório tenta exprimir de uma maneira clara e objetiva o complexo sistema (operação/manutenção) das máquinas da Usina de Paulo Afonso I, fornecendo detalhes técnicos e procedimentos na área em que o estágio realizou-se.

Quanto a estrutura programada do estágio, ela abrangeu diversas atividades, visto que o trabalho seria executado em diferentes áreas, isto é, acompanhando as paradas de alguma das máquinas de todas as usinas, o que nos proporcionou uma visão global de como funcionam as máquinas e a manutenção nelas empregada. Entre, estas destaca-se com interesse fundamental a máquina 01 da Usina de Paulo Afonso I, a qual nos serviu como base para estudos, levando-nos a reunir de forma condensada os concluintes básicos gerais de um aproveitamento Hidroelétrico e os planos de trabalho nela desenvolvido pelo SOMM (Serviço de Manutenção Mecânica), e demais órgãos do GOP (Gerência Regional de Operação de Paulo Afonso).

A Metodologia se processou basicamente por três formas: por estudo dirigido, exposição oral e acompanhamento das atividades. No que se refere ao estudo dirigido, bastante material didático foi exposto, sendo portanto os manuais de manutenção e as guias de inspeção os mais utilizados; através destes acompanhamos todo o desenrolar do estágio.

Quanto a exposição oral, esta foi orientada pelos engenheiros a quem nós acompanhamos em todo o decorrer do trabalho.

No que diz respeito ao acompanhamento das ativ
idades, já frisei anteriormente que fora executada em diferen
tes áreas, sendo por tanto o trabalho efetuado principalmente
em partes da Turbina e Gerador, ficando ao Regulador de Velo
cidade devido a sua complexidade apenas uma orientação de co
mo o mesmo funciona.

Criada inicialmente para aproveitar os recursos hidráulicos da Cachoeira de Paulo Afonso, no local do mesmo nome, na confluência dos Estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco, em pleno sertão nordestino a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF assumiu, aos poucos, a responsabilidade da execução da política eletro-energética do Governo Federal numa área de mais de 1,5 milhões de Km², atendendo a cerca de 35 milhões de brasileiros e ao surto de desenvolvimento que se implanta no Nordeste.

Para servir a uma área geográfica de tais dimensões, a Companhia instalou mais de 11 mil quilômetros de linhas de de transmissão, cortando caatingas e passando ao lado de grandes cidades, onde entrega a energia que se transformará em Progresso e bem estar, fruto do trabalho de mais de 11 mil empregados, em vários pontos da Região.

HISTÓRICO:

O complexo hidrelétrico constituído pelas usinas de Paulo Afonso I, II e III é uma das principais fontes responsáveis pelo suprimento da energia elétrica requerida pelo proceso de desenvolvimento sócio-econômico do Nordeste.

Somando uma capacidade de 1.524.000 KW, essas usinas representaram em 1980 o percentual de 36% da potência total instalada do Sistema CHESF.

A história das usinas de Paulo Afonso confunde-se com a história da própria CHESF, de vez que a criação da Empresa, em 15.03.48, teve como finalidade imediata a construção da primeira usina, aproveitando o potencial hidráulico disponível nas proximidades da cachoeira.

Ainda no ano de 1948, tão logo consitituída a Companhia foram iniciadas as obras do acampamento e implementados os planos e os estudos técnicos, como também o projeto para construção de usina a fio d'água, hoje denominada Paulo Afonso I, constatando de uma barragem de concreto com comprimento total de 4.215m, sistema extravasor com capacidade

de de descarga de $22.000\text{m}^3/\text{seg}$, e casa de máquinas subterrânea com potência de $3 \times 60.000 \text{ KW}$.

As obras da barragem e da casa de máquinas tiveram início efetivo em março de 1949, por execução direta da CHESF, e cinco anos e meios 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 da engenharia nacional.

As duas primeiras unidades geradoras de Paulo Afonso I entraram em operação ainda no final daquele ano de 1954, passando a produzir energia para o abastecimento das duas principais cidades da região -- Recife e Salvador. A inauguração oficial 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 a entrada em funcionamento de 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 de PA I, a barragem de Paulo Afonso fora projetada de modo a permitir a ampliação do aproveitamento em condições econômicas extremamente favoráveis, através da construção de mais de duas tomadas d'água e respectivas casas de máquinas, que viriam a ser chamadas de Paulo Afonso II e III.

A usina de Paulo Afonso 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 ainda no exercício de 1955, e as suas duas primeiras máquinas entraram em funcionamento no final de 1961, seguindo-se as demais até o ano de 1967, quando entrou em serviço a sexta e última unidade.

Já a terceira usina, Paulo Afonso III, teve o seu projeto

aprimorado, avançando-se a tomada d'água em relação às duas outras e obtendo-se com isso um melhor rendimento de altura de queda. Essa usina foi iniciada em 1967 e concluída em 1974. A sua potência total é de 864.000 KW, constituída de quatro unidades de 216.000 KW cada uma, duas entraram em operação em 1971, e as outras duas em 1974.

Devido a necessidade da energia elétrica ao suprimento da região, a CHESF executa um crescente programa de obras, do qual faz parte o Projeto Moxotó. No passado, o aproveitamento de Moxotó constituía apenas uma potencialidade oferecida pelo rio São Francisco, que hoje se torna realidade e passa a responder por importante parcela da capacidade energética da Região. A elevação do nível d'água no reservatório entre Paulo Afonso e Itaparica, numa distância de 20 quilômetros, determinou o enchimento de vales rebeirinhos, oferecendo apreciáveis benefícios regionais.

O aproveitamento de Moxotó consta de uma barragem de terra e enrocamento, formando um reservatório de regularização plurisemanal do rio, com volume de 1,2 bilhões de metros cúbicos, e de uma casa de máquinas com quatro unidades geradoras de 110 KW cada uma, perfazendo o total de 440 KW.

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 Paulo Afonso 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 a água necessária ao acionamento da Usina de Paulo Afonso IV e que se situa a jusante.

Após longo período de estudos e reconhecimentos, 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 de PA I, II e III. Em abril de 1977 entrava em funcionamento a primeira unidade geradora de Moxotó, seguindo-se as demais até o mês de dezembro do mesmo ano, quando a quarta e última unidade completava o potencial da usina.

Entre as usinas que a CHESF constrói na presente década, Paulo Afonso IV é a maior em potência instalada. Quando concluída, PA IV terá 2,46 milhões de quiloawatts, permitindo o aproveitamento da água oriunda da Barragem de Moxotó. A obra conta ainda com um reservatório de compensação de 16 quilômetros quadrados, circundado de diques de enrocamento, um vertedouro com capacidade de descarga de 10.000 metros cúbicos de água por segundo e sua barragem principal tem uma altura máxima de 35 metros. As máquinas estão sendo instaladas numa caverna com 210 metros extensão por 54 metros de altura.

Pequenos aproveitamentos energéticos existentes no Nordeste foram utilizados pela Companhia. Dessa forma, a CHESF tem integrado ao seu sistema de geração hidráulica as usinas de Funil, com capacidade de 30 mil KW; Pedra, com capacidade de 23 mil KW; Bananeiras, com a capacidade de 9 mil KW; Araras, com capacidade de 4 mil KW; e Coremas, com capacidade de 3.520 KW.

O sistema atual completa-se com as usinas termelétricas localizadas em Salvador, Recife e São Luiz. Estas usinas devido ao seu custo operacional, foram planejadas para funcionar como reserva do sistema, entrando em operação, apenas, no caso de emergência.

DADOS TÉCNICOS:

	<u>CASA DE MÁQUINAS</u>	<u>TURBINAS</u>	<u>GERADORES</u>
PA I	Tipo: Subterrâneo Comprimento: 60 m Largura: 15 m Altura : 31 m	Tipo: Francis Nº de Unid: 3 Queda Nom. : 84m Veloc. Nom: 200 rpm	Potência Unit: 60 MW Tensão: 13,8 KV Fator de Pot: 0,98 Frequência (Hz): 60
PA II	Tipo: Subterrâneo Comprimento: 104 m Largura: 18 m Altura: 37m	Tipo: Francis Nº de Unid: 6 Queda Nom. 82m Veloc. Nom: 200rpm	Potência Unit: 75 e 85 MW Tensão: 13,8 KV Fator de Pot: 0,95 Frequência (Hz): 60
PA III	Tipo: Subterrâneo Comprimento : 127 m Largura: 18,5 m Altura: 46,5 m	Tipo: Francis Nº de Unid: 4 Queda Nom: 82,5m Veloc. Nom: 138 rpm	Potência Unit: 216 MW Tensão: 13,8 KV Fator de Pot: 0,90 Frequência (Hz): 60
MDXOTÓ	Tipo: Ext. abrigada. Comprimento: 126m Largura: 22,90 m Altura: 30,0 m	Tipo: Kaplan Nº de Unid: 4 Queda Nom: 21 m Veloc. Nom: 80rpm	Potência Unit: 110 MW Tensão: 13,8 KV Fator de Pot: 0,90 Frequência (Hz): 60
PA IV	Tipo: Subterrâneo Comprimento: 210m Largura : 24,20m Altura: 54,70 m	Tipo: Francis Nº de Unid: 6 Queda Nom: 112,5m Veloc. Nom: 120 rpm	Potência Unit: 410 MW Tensão: 18 KV Fator de Pot: 0,90 Frequência (Hz): 60

DESENVOLVIMENTO1. GENERALIDADES SOBRE TURBINAS.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO1.1.1 - TURBINA.

Origem: Canadá

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited

Tipo/modêlo: Francis de eixo vertical.

Quantidade: 3

Potência nominal : 83.000 HP (62 MW)

Queda nominal: 81 m

Rendimento nominal: 91%

Rotação nominal : 200 rpm

Velocidade específica: 237 rpm

Velocidade de disparo: 380 rpm para uma queda de 84,7 m

Vazão máxima: 97,5 m³/seg.

Direção de rotação: Sentido horário: vista de cima

Nível Normal do canal de fuga: 147,00m

Nível Normal do reservatório : 230m

RENDIMENTO	POTÊNCIA
95%	83.000 HP (62 MW)
94%	66.000 HP (50 MW)
93,5%	62.000 HP (46 MW)
87%	41.500 HP (31 MW)

1.2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES E INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO MECÂNICA.1.2.1 - MANCAL GUIA

Origem: Canadá

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited

Tipo modêlo: Mancal auto-lubrificado, em três^a seções

de aço fundido, com material antifricção de Babbit, preso rigidamente.

Diâmetro interno: 952,5 mm

Altura: 530 mm

Espessura do Babbit: 3/8"

Tipo de óleo: Regal Oil PC

Quantidade de óleo: 180 litros

Sistema de resfriamento do mancal:

Tipo/modêlo: resfriamento por água, através de um conjunto de 6 espiras de tubos-de cobre, colocada no interior da caixa do mancal.

I - LOCALIZAÇÃO

Na parte média do eixo da turbina, logo acima da caixa de vedação do eixo, e na parte interna do aro de regulação.

II - FUNÇÃO.

II.1 - Guiar o eixo da turbina, garantindo sua verticalidade.

II.2 - Absorver os esforços radiais das massas girantes do Hidrogerador, transmitindo-os à ponte suporte do mancal.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Selecionar as ferramentas, equipamentos de segurança e materiais necessários à manutenção.

III.2 - Solicitar do órgão de manutenção elétrica a instalação de luminárias e pontos de luz necessários a execução do serviço.

Utilizar tensão de 12 ou 24V, e certificar-se

que as instalações satisfazem as exigências do serviço.

III.3 - Solicitar autorização ao órgão de operação para iniciar o trabalho.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Turbina parada

IV.2 - Comportas de adução e sucção fechadas.

IV.3 - Tubos de adução e sucção drenados.

IV.4 - Válvulas para esvaziamento dos tubos de adução e sucção abertas.

IV.5 - Bombas de esgotamento funcionando em "automático"

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Fechar os registros dos circuitos d'água de resfriamento do mancal e água de bloqueio do selo de vedação.

V.2 - Drenar o óleo da caixa do mancal, utilizando-se de filtro prensa.

V.3 - Retirar cuidadosamente, os termômetros e entregá-los ao órgão de manutenção elétrica para aferição.

V.4 - Desaparafusar e levantar com auxílio de talhas de corrente, a tampa superior da caixa do mancal, e escorá-la convenientemente, com cepos de madeira. Na parte superior da tampa existem 6 furos roscados, de $\varnothing = 7/8"$, para colocação de olhais.

V.5 - Medir as folgas do mancal, seguindo instruções da ITM-001

V.6 - Marcar posição do mancal em relação a ponte suporte para então colocar os olhais (seis furos de $\varnothing = 1"$), e levantar o mancal bem nivelado, tomando o

máximo cuidado para não danificar o revestimento de Babbit.

Em seguida, escorar o mancal com cepos de madeira.

- V.7 - Metal patente ("Babbit"): Verificar quanto a fixação, desgaste, riscos, impregnação de limalhas e obstruções dos rasgos e furos de lubrificação. Toda parte que apresentar incrustações e risco deve ser limpa com rasquete.
- V.8 - Verificar a superfície de apoio do eixo quanto a riscos e oxidação. Caso seja necessário, limpar o eixo com lixa d'água ~~600~~ 600 e óleo. Pode-se também usar uma pedra de afiar de granulometria finíssima.
- V.9 - Retirar as seis serpentinas para resfriamento do mancal.
- V.10 - Arriar cuidadosamente, o mancal, e após constatar sua centragem em relação ao eixo da turbina, apertar as porcas dos parafusos de fixação.
- V.11 - Limpar a parte interna da caixa do mancal. A limpeza deverá ser feita com tecido de algodão. Deve-se tomar cuidado para não deixar nenhum pedaço de tecido no interior da caixa do mancal.
- V.12 - Colocar os termômetros, tomando cuidado para não danificá-los.
- V.13 - Verificar as condições da caixa do mancal quanto ao estado da pintura de proteção. Caso seja necessário retocar a pintura.
- V.14 - Sistema de lubrificação e resfriamento.
 - V.14.1 - Verificar existência de furos nas serpentinas de resfriamento e caso necessário, soldá-los seguindo instruções específicas.
 - V.14.2 - Limpar, internamente, com uma solução de

REMOX-P e água (proporção 1:20), os tubos para passagem de água. A solução deverá permanecer no interior dos tubos durante pelo menos uma hora.

V.14.3 - Montar as serpentinas de resfriamento na caixa do mancal.

V.14.4 - Verificar todas as tubulações dos circuitos d'água e óleo quanto a deformação, estanqueidade, obstrução interna e fixação.

V.15 - Colocar os termômetros sobre a caixa do mancal.

V.16 - Colocar o óleo do mancal através do filtro prensa em seguida, retirar amostra (um litro) para análise de laboratório.

V.17 - Após a manutenção, retirar todo material, ferramentas e equipamentos do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior da caixa do mancal, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

V.18 - Caso tenha desmontado o mancal, durante a partida da máquina, controlar a elevação da temperatura no mancal.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual: itens V.1 a V.6; V.11 a V.17.

VI.2 - Quinquenal: todos os itens

VII - FERRAMENTAS E INSTRUMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chaves soquete de 2" e 1.7/16"

VII.2 - Chaves de estria de 1.7/16"; 3/4"; 2"; 3/8" x 7/8"

VII.3 - Chaves de fenda de 60 x 3" e 175 x 10".

VII.4 - Estropos de vários diâmetros e comprimentos.

VII.5 - Marretas de 500g e 1000g.

VII.6 - Olhais de 1" e 7/8".

VII.7 - Martelo de bola.

VII.8 - Calibrador de folgas.

VII.9 - Filtro prensa.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

VIII.2 - Tecidos de algodão.

VIII.3 - Papel para filtro prensa.

VIII.4 - Álcool

VIII.5 - Adesivo 3M

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1.

IX.2 - Mestre mecânico - 1

IX.3 - Mecânico - 2.

IX.4 - Ajudante de mecânico - 2.

IX.5 - Lubrificador de usina - 1.

IX.6 - Encanador mecânico - 1.

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - Manutenção anual: 90 homens/hora.

X.2 - Manutenção quinquenal: 110 homens/hora.

1.2.2 - ROTOR.

Origem: Canadá

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited.

Tipo modelo: Francis simples de eixo vertical, formado de uma peça única de aço fundido.

Dimensões: Diâmetro maior - 3372mm

Diâmetro menor - 2946mm

Altura: 1700 mm.

Pêso: 25 toneladas.

Nº de pás: 15

Material: Aço fundido e hipo eutetóide.

Área recoberta com eletrodo inoxidável: 4065 cm² por pá.

Espessura final do revestimento inoxidável: 1/8".

I - LOCALIZAÇÃO.

Na região situada logo após a saída d'água das palhetas diretoras, no espaço compreendido entre o arco de saída e a tampa da turbina, e acoplado ao eixo da turbina.

II - FUNÇÃO.

Converter as energias de velocidade e pressão de água em trabalho mecânico no eixo.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme os itens III.1, III.2 e III.3 do assunto anterior.

VI - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme os itens IV.1, IV.2, IV.3, IV.4 e IV.5 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTO PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Abrir a janela para inspeção do rotor, retirando os 24 parafusos para seu fechamento. Em seguida montar a plataforma para inspeção do rotor, seguindo instruções para tal fim.

V.2 - Abrir a janela para inspeção da caixa espiral, retirando os 20 parafusos para seu fechamento. Tendo o livre acesso ao conduto aguardar o total escoamento da água.

V.3 - Verificar existência de regiões cavitadas no rotor seguindo instruções da ITM - 002. Dependem

do da extensão das regiões cavitadas, proceder os reparos conforme I.M. 001.

- V.4 - Verificar a existência de trincas nas pás do rotor, seguindo instruções da ITM - 003. Constatando-se a presença de trincas, proceder, imediatamente, os reparos conforme IM - 002.
- V.5 - Após a manutenção, retirar todo material do interior da caixa espiral, desmontar a aplatada para inspeção do rotor, fechar as janelas para inspeção do rotor e da caixa espiral, tomando muito cuidado com as juntas de borracha, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

- VI.1 - Semestral: V.1; V.4 e V.5.
- VI.2 - Anual: Todos os itens.

VII - FERRAMENTAS E INSTRUMENTOS NECESSÁRIOS.

- VII.1 - Chaves de estria de 1.1/4" e 1".
- VII.2 - Chaves de soquete de 1.1/4" e 1", com catraca.
- VII.3 - Estilete de aço.
- VII.4 - Régua milimetrada.
- VII.5 - Alavanca de aço.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

- VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.
- VIII.2 - Tecido de algodão.
- VIII.3 - Estopa branca.
- VIII.4 - Líquido penetrante.

IX - EQUIPE PREVISTA.

- IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1
- IX.2 - Contra mestre mecânico - 1
- IX.3 - Ajudante de mecânico - 2

X - TEMPO PREVISTO.

- X.1 - Manutenção semestral : 8 homens/hora.
- X.2 - Manutenção anual: 10 homens/hora.

1.2.3 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO CENTRALIZADA.

Origem: Brasil

Fabricante: Eximport Indústria e Comércio S/A.

Tipo/modêlo: Sistema progressivo de linha simples, formado por uma bomba automática de acionamento elétrico, distribuidores hidráulicos, painel de comandos, controlador ("timer"), tubos e conexões.

Frequência de lubrificação: mancais em contato com água - 20 minutos.
mancais sem contato com água 24 horas.

Tempo de lubrificação: 1 minuto,

Capacidade do reservatório da graxa: 30 quilos.

Tipo de graxa: Grease EP - 2.

Características do motor elétrico: 1 HP; 220/380 e 440; 60 Hz.

Características da bomba: bomba de pistão, modêlo ASG, vazão $0,8\text{cm}^2$ por um impulso e pressão de 211 kg/cm^2 .

I - LOCALIZAÇÃO.

Pogo da turbina

II - FUNÇÃO.

Lubrificar, automaticamente, todos os mancais e articulações do distribuidor: palhetas diretoras, aro de regulação e servomotores.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Turbina parada.

V - MOTOR ELÉTRICO.

V.1 - Retirar o manômetro para aferição seguindo instruções da ITM - 004.

V.2 - Motor elétrico.

V.2.1 - Desmontar e verificar condições do eixo e rolamentos quanto ao desgaste.

Caso necessário substituir os rolamentos.

V.3 - Acoplamento.

V.3.1 - Desmontar e verificar quanto ao desgaste

V.3.1 - Verificar condições de alinhamento dos acoplamentos.

V.4 - Bomba de graxa.

V.4.1 - Desmontar, limpar e inspecionar condições dos pistões e articulações quanto a desgaste, fixação e folgas.

V.5 - Reservatório de graxa.

V.5.1 - Retirar toda graxa, limpar a parte interna e verificar condições do recipiente quanto a fixação, deformação e desgaste.

V.5.2 - Limpar os filtros de graxa, substituindo-os caso necessário.

V.6 - Distribuidores de graxa.

V.6.1 - Verificar quanto a deformação, fixação e vazamentos.

V.7 - Tubulações, conexões e flexíveis.

V.7.1 - Verificar quanto ao desgaste, fixação, vazamento e deformação.

V.8 - Montar todos equipamentos seguindo a ordem inversa da desmontagem, abastecer o reservatório de graxa, lubrificar os mancais do motor elétrico, e em seguida acionar o dispositivo (moto-bomba), de lubrificação, verificando a saída de graxa em todos os graxeiros.

V.9 - Após a manutenção retirar todo material e ferramentas usadas, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS NECESSÁRIAS.

VII.1 - Chaves de bôca de 1.1/8"; 1.1/16" e 13/16".

VII.2 - Chaves de bôca e estria de 7/8" ; 3/4" 9/16".

VII.3 - Chaves "ALLEN" de 3/8"; 1/4"; 3/16"; e 1/8".

VII.4 - Chaves de soquete 5/8".

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Tecido de algodão.

VIII.2 - Óleo diesel.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Mecânico - 1

IX.2 - Lubrificador de usina - 1

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 08 homens/hora.

1.2.4 - EIXO E FLANGES DE ACOPLAMENTO.

Origem: Canadá

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited.

Tipo/modêlo: Eixo de aço forjado com furo cen
tral, dotado de flanges integralmen
te forjadas em suas extremidades.

Dimensões: diâmetro interno - 152,4 mm

diâmetro externo - 787,4 mm.

diâmetro dos flanges - 1359 mm.

Comprimento - 2471 mm.

Acoplamento: a ligação do eixo da turbina com
o eixo do gerador é feita através
de um encaixe macho/fêmea e por 16
parafusos e porcas de aço inoxidá
vel.

I - LOCALIZAÇÃO.

No poço da turbina, entre o rotor da turbina ,
e a parte inferior do eixo do gerador.

II - FUNÇÃO.

Transmitir o torque do rotor da turbina para o rotor do gerador.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme item III.1 do assunto anterior.

III.2 - Medir a oscilação do eixo, seguindo instruções da ITM - 005.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme os itens IV.1; IV.2; IV.3 e IV.4 do assunto mancal guia.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Retirar as capas de cobertura do acoplamento dos eixos da turbina e gerador, e inspecionar condições dos parafusos e porcas quanto ao aperto, deformação e frenagem.

V.2 - Verificar condições do eixo quanto a oxidação, limpando as regiões oxidadas com lixa d'água.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Relógios comparadores de base magnética.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Tecido de algodão.

VIII.2 - Óleo SAE-90.

VIII.3 - Estopa branca.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1

IX.2 - Contra-mestre mecânico - 1

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 08 homens hora.

1.2.5 - MECANISMO DISTRIBUIDOR.

Origem : Canadá

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited.

Tipo: Mecanismo distribuidor externo.

1.2.5.1 - ARO DE SAÍDA.

Tipo/modêlo: Construido em aço fundido em cinco seções, preso ao anel base por meio de parafuso, e dotado de um anel de desgaste na região próxima ao rotor da turbina.

Dimensões: diâmetro externo - 4128,5 mm
diâmetro interno - 3492,5 mm
altura - 217,5 mm.

1.2.5.2 - PALHETAS DIRETORAS.

Tipo/modêlo: Aletas inteiriças de aço fundido dotadas de lubas de aço inoxidável nas partes superior e infe

rior das hastes nos locais de a
poio dos mancais,

Mancais das aletas: As aletas possuem mancais em bronze, sendo um mancal guia na haste inferior (re
gião do aro de saída), e dois mancais guia e um es
cora, este para compensar' o empuxo vertical.

Ângulo máximo de giro da aleta em torno de seu eixo: 32º.

Número de aletas: 20

Altura da aleta: 799 mm

Abertura máxima da aleta: 284 mm

1.2.5.3 - TAMPA DA TURBINA.

Tipo/modêlo : Construída em aço, bi-partida , com flanges para fixação ao pré
distribuidor por parafusos, e do inte
rior, para fixação da ponte supor
te do mancal guia.

Dimensões: diâmetro interno - 1730 mm

diâmetro externo - 4337 mm,

altura - 610 mm.

1.2.5.4 - MANIVELAS E BIELETES.

Tipo/modêlo: manivelas das aletas ajustáveis em aço fundido e bieletas em aço fun
dido.

Características dos pinos de cisalhamento:

Material - bronze

Diâmetro - 50 mm

Comprimento - 129 mm.

Furo roscado para remoção - Ø
3/4" x 1.1/4".

Características das manivelas das aletas ajustáveis: dotados de um batente que limita o curso máximo da aleta ajustável, quando ocorrer a quebra de um pino de cisalhamento.

Características dos bieletes: dotadas de pino cilíndricos, excêntricos, que permitem pequenos ajustes das aletas ajustáveis de forma que suas superfícies de contato se assentem.

1.2.5.5 - ARO DE REGULAÇÃO.

Tipo/modêlo: construído em aço fundido e apoiado sobre a tampa da turbina.. É dotado de 6 setores de bronze, para garantir uma boa superfície de deslizamento no sentido radial com a caixa do mancal. Seu anel inferior é polido nas partes internas e inferior, para propiciar um deslizamento perfeito com as sapatas de guia e apoio (em bronze). Fixadas na tampa da turbina.

Dimensões: diâmetro interno - 1930 mm
diâmetro externo - 2515 mm.
Altura: 996,7 mm.

1.2.5.6 - SERVOMOTORES DO DISTRIBUIDOR.

Tipo/modêlo: Servomotor hidráulico de dupla ação, com haste e dotado de válvula para amortecimento do curso final do pistão.

Curso do pistão: 300 mm.

Diâmetro do pistão: 584,2 mm.
Pressão de trabalho: 21 kg/cm²,
Quantidade : 2,

I - LOCALIZAÇÃO.

I.1 - ARO DE SAÍDA.

No espaço compreendido entre o pré-distribuidor e o aro de desgaste inferior do rotor da turbina.

I.2 - PALHETAS DIRETORAS.

No espaço compreendido entre o aro de saída e a tampa da turbina, na região de saída d'água das pás do pré-distribuidor.

I.3 - TAMPA DA TURBINA.

No poço da turbina, entre o anel superior do pré-distribuidor e a ponte suporte do mancal guia.

I.4 - MANIVELAS E BIELETES.

No poço da turbina no espaço compreendido entre o aro de regulação e as hastes superiores das palhetas diretoras.

I.5 - ARO DE REGULAÇÃO.

No poço da turbina, ao redor da caixa do mancal guia.

I.6 - SERVOMOTORES:

No poço da turbina, chumbados ao concreto.

II - FUNÇÃO.

II.1 - ARO DE SAÍDA.

Suportar os mancais inferiores das palhetas diretoras.

II,2 - PALHETAS DIRETORAS.

II,2.1 - Dirigir o fluxo d'água para o rotor da turbina.

II,2.2 - Regular a vazão d'água, interrompendo-a quando necessário.

II,3 - TAMPA DA TURBINA.

II,3.1 - Suportar os mancais superiores das palhetas diretoras.

II,3.2 - Funcionar como selo na região na região superior do rotor da turbina.

II,4 - MANIVELAS E BIELETES.

II,4.1 - Transmitir o movimento do aro de regulação para as palhetas diretoras.

II,5 - ARO DE REGULAÇÃO.

II,5.1 - Transformar o movimento retilíneo dos servomotores, em movimento circular, abrindo e fechando as palhetas diretoras.

II,6 - SERVOMOTORES.

II,6.1 - Suprir a força necessária para operar as palhetas diretoras.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme os ítems IV.1, IV.2 e IV.3^o do as

sunto referente ao mancal guia.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO,

V.1 - Abrir a janela para inspeção da caixa espiral, retirando os 20 parafusos para o seu fechamento. Em seguida, colocar uma escada que permita o acesso ao conduto forçado, e aguardar o escoamento total da água.

V.2 - Aro de saída:

V.2.1 - Verificar condições da superfície do aro de saída, onde deslizam as palhetas diretoras, quanto ao desgaste, oxidação e arranhões. Em seguida, verificar o aro de desgaste, quanto a fixação e desgaste.

V.3 - Palhetas diretoras:

V.3.1 - Verificar a existência de folgas anormais nos mancais das palhetas diretoras.

V.3.2 - Verificar as condições das palhetas diretoras quanto a desgaste, deformação, corrosão e trinca.

V.4 - Tampa da turbina:

V.4.1 - Verificar condições da superfície da tampa da turbina, onde deslizam as palhetas diretoras, quanto ao desgaste, oxidação e arranhões.

V.4.2 - Verificar condições das sapatas de bronze de escora, e guia do aro de regulação quanto a fixação e desgaste.

V.5 - Manivelas e Bieletes:

V.5.1 - Verificar se existe algum pino de cisalhamento rompido. Caso isso aconteça, substituí-lo conforme instrução abaixo:

- a. Abrir o distribuidor cerca de 10%
- b. Retirar o parafuso (Tipo "ALLEN") para travamento do pino do cizalhamento.
- c. Com auxílio de macaco retirar os pedaços do pino de cizalhamento.
- d. Através de macaco, deslocar as alavancas até que os furos para alojamento do pino de cisalhamento coincidam.
- e. Introduzir um novo pino de cizalhamento, e em seguida, frena-lo com o parafuso "ALLEN".

V.5.2 - Verificar condições das alavancas das palhetas diretoras, alavancas de cizalhamento e bielas, quanto a deformação, desgaste, oxidação e folgas anormais nas buchas.

V.6 - Aro de regulação:

V.6.1 - Verificar condições dos aneis superiores para gilado do aro de regulação, quanto a fixação e desgaste, substituído-os caso necessário.

V.6.2 - Verificar condições dos pinos para articulação do aro de regulação aos servomotores, quanto a fixação, desgaste das buchas e folgas anormais.

V.7 - Servomotores:

V.7.1 - Verificar condições dos parafusos e porcas para fixação dos servomotores no concreto.

V.7.2 - Verificar condições de estanquidade das válvulas para dreragem de óleo dos servomotores.

V.8 - Após a manutenção retirar todo o material e ferramentas usadas, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual com excessão dos ítems V.3,2 e V.5.1.

VI.2 - Quinquenal todos os ítems.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTO NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chaves de boca de 2,5/16"; 7/8"; 9/16" e 1/2".

VII.2 - Chave de estria de 1,7/16".

VII.3 - Chave de soquete de 1,7/16"

VII.4 - Chaves "ALLEN" de 3/8" e 5/16".

VII.5 - Chaves de grifo de 10" e 14"

VII.6 - Macaco "buda"

VII.7 - Olhais de 7/8" e 3/4".

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

VIII.2 - Lixa ~~≠~~ 380.

VIII.3 - Graxa

VIII.4 - Tecido de algodão

VIII.5 - Estopa

VIII.6 - Óleo diesel

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxilio engenharia - 1

IX.2 - Contra-mestre mecânico - 1

IX.3 - Mecânica - 2

IX.4 - Ajudante de mecânico - 2

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - Manutenção anual - 110 homens/hora.

X.2 - Manutenção quinquenal - 130 homens/hora.

1.2.6 - PRÉ-DISTRIBUIDOR.

Origem: Canadá

Fabricante : Dominion Engineering Works Limited.

Tipo/modêlo: Constituído por seis seções de aço fundido, e dotado de flange para acoplamento por pa-fuso. As aletas fixas são integralmente fun-didas as coroas superior e inferior e supe-rior do anel.

Números de aletas: 20

Diâmetro externo das aletas fixas: 5282 mm.

Diâmetro interno das aletas fixas: 4293 mm.

I - LOCALIZAÇÃO.

Na saída da caixa espiral, embutido no concreto da casa de máquinas.

II - FUNÇÕES.

II.1 - Transmitir os esforços e vibrações da máquina à estrutura de concreto.

II.2 - Direcionar o fluxo d'água proveniente da caixa es-piral.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA A MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme os ítems IV.1 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTO PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Vide V.1 do assunto anterior.

- V.2 - Verificar condições da região de junção do pré-distribuidor à caixa espiral quanto ao estado dos rebites, corrosão, deformação e condições da pintura de proteção.
- V.3 - Verificar condições das pás do pré-distribuidor quanto a deformação, corrosão, trinca e condições da pintura de proteção.
- V.4 - Inspeção de trincas nas pás do pré-distribuidor: primeiramente, deve-se se limpar cuidadosamente todas as pás removendo a tinta nas regiões de junção das pás com os anéis superior e inferior. Em seguida fazer uma inspeção visual em toda extensão das pás, e utilizar líquido penetrante nas regiões de junção das pás.
- V.5 - Janela de inspeção.
 - V.5.1 - Verificar as condições da junta de borracha quanto ao desgaste amassamento e ruptura, e substituir caso necessário.
 - V.5.2 - Verificar condições da estrutura quanto a trinca, deformação, corrosão e condições da pintura de proteção.
 - V.5.3 - Limpar os parafusos, verificando o estado dos fios das roscas, deformação, desgaste e corrosão.
 - V.5.4 - Verificar condições da dobradiça da janela quanto a desgaste deformação, fixação e corrosão.
- V.6 - Após a manutenção, retirar todo o material do interior da caixa espiral, fechar a janela de inspeção, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS NECESSÁRIAS.

VII.1 - Chave de estria de 1.1/4".

VII.2 - Chave de soquete de 1.1/4", com catraca.

VII.3 - Alavanca de aço.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpada elétrica de 12 ou 24V.

VIII.2 - Tecido de algodão

VIII.3 - Estopa branca.

VIII.4 - Líquido penetrante.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Mestre mecânico - 1

IX.2 - Ajudante de mecânico - 2.

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 08 homens/hora.

1.2.7 - CAIXA ESPIRAL.

Origem: Canadá

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited

Tipo/modêlo: Espiral de seção circular, composta de chapas de aço (Virolas) unidas por meio de parafusos, rebites e solda elétrica.

Material das chapas: Aço ASTM A 285-46, Grau C.

Espessura das chapas: Máximo = $1. \frac{1}{4}$ " (entrada da caixa espiral).

mínimo = 5/8" (parte final da caixa espiral).

Pressão do trabalho: 8 kg/cm².

Pressão máxima: 12 kg/cm².

Diâmetro de entrada: 3658 mm.

I - LOCALIZAÇÃO.

Entre o conduto forçado e o pré-distribuidor, embutido no concreto da casa das máquinas.

II - FUNÇÃO.

Conduzir a água através do pré-distribuidor, de forma a manter constante a velocidade da água na entrada do rotor da turbina.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o ítem IV.1 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTO PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Proceder conforme o ítem V.1 do assunto anterior.

V.2 - Revestimento metálico:

V.2.1 - Verificar, visualmente, o revestimento metálico quanto a trinca, deformação, fixação no concreto, corrosão e condições da pintura de proteção.

V.2.2 - Verificar quanto a infiltração de água. Caso seja constatado ponto de infiltração de água verificar se existe um vazio na estru

tura de concreto junto ao ponto. A localização, bem como a verificação do tamanho da área é feita por martelamento da superfície interna de revestimento metálico. Para enchimento do vazio, abre-se, dois furos, um inferior para injeção de cimento, e outro superior para aeração. Feito isso, os dois furos devem ser fechados com solda elétrica, e em seguida esmerilhados.

V.3 - Janela de inspeção.

V.3.1 - Proceder conforme os ítems V.5.1, V.5.2 , V.5.3, V.5.4. do assunto anterior.

V.4 - Após a manutenção, retirar todo o material do interior da caixa espiral, fechar a porta de inspeção, tomando muito cuidado com a junta de borracha, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

V.5 - Quando do enchimento do tubo de adução, verificar a existência de vazamento d'água através da janela de inspeção.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS NECESSÁRIAS.

VII.1 - Chave de estria de 1.1/4"

VII.2 - Chave soquete de 1.1/4", com catraca.

VII.3 - Chave de impacto, com acionamento pneumático.

VII.4 - Alavanca de aço.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

- VIII.2 - Tintas
- VIII.3 - Cimento

IX - EQUIPE PREVISTA.

- IX.1 - Contra-mestre mecânico - 1
- IX.2 - Ajudante mecânico - 2

X - TEMPO PREVISTO.

- X.1 - 06 homens/hora.

2. GENERALIDADES SOBRE GERADOR.

2.1 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO.

2.1.1 - GERADOR.

Origem: Estados Unidos.

Fabricante: Westinghouse Eletric Corporation.

Tipo/modêlo: Gerador Sincrono de eixo vertical

Quantidade: 03

Tipo de construção: Fechada.

Capacidade nominal: 61225 KVA

Potência nominal: 60000 KW.

Fator de potência : 0,98

Tensão nominal: 2560 A.

Velocidade nominal: 200 rpm.

Número de fase: 03

Ligação : estrela.

Frequência: 60 Hz.

Número de polos: 36.

Direção de rotação: Sentido horário, visto de cima.

Regime de funcionamento: contínuo.

Pêso total: 450 toneladas.

2.2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES E INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO MECÂNICA.

2.2.1 - SISTEMA DE RESFRIAMENTO DO AR.

Origem: Estados Unidos.

Fabricante: Westinghouse Eletric Corporation

Tipo/modêlo: Resfriamento do ar em circuito fechado
por meio de ventiladores axiais e ra
diadores.

Quantidade de água de resfriamento: 1400 gpm.

Pressão da água de resfriamento: 3,5/4,0 kg/cm².

Quantidade total do ar de resfriamento \approx 80 m³/seg.

I - LOCALIZAÇÃO.

Na parte interna do gerador.

II - FUNÇÃO.

Resfriar o ar que circula através do rotor e estator.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Selecionar ferramentas, equipamentos de segurança e materiais necessários a manutenção.

III.2 - Solicitar ao órgão de manutenção elétrica a instalação de luminárias e pontos de luz, necessários à execução do serviço.

Utilizar tensão de 12 ou 24 V, e certificar-se que as instalações satisfazem as exigências dos serviços.

III.3 - Solicitar autorização ao órgão de operação para iniciar o trabalho.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Gerador parado.

IV.2 - Comporta de adução fechada.

IV.3 - Tubo de adução drenado.

IV.4 - Válvula para esvaziamento do tubo de adução, aberta.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Fechar o registro para o circuito d'água de resfriamento.

V.2 - Radiadores:

V.2.1 - Desconectar os flanges das tubulações

de entrada e saída d'água, tomando cuidado em drenar previamente toda a água do interior dos radiadores.

V.2.2 - Retirar as chapas do piso do gerador, onde deverão ser sacados os radiadores.

V.2.3 - Prender o radiador por meio de estropo pelo gancho da ponte rolante casa de máquinas, e tensionar os cabos' de aço.

V.2.4 - Soltar os parafusos para fixação do radiador à carcaça do estator, e suspender o radiador com a ponte rolante até o piso do gerador, tomando o cuidado para não danificá-lo.

V.2.5 - Retirar as tampas superior e inferior dos radiadores, verificando suas superfícies interna quanto a corrosão desgaste.

V.2.6 - Limpar internamente os tubos, passando-se uma escova de nylon de seção circular e água pressurizada.

V.2.7 - Limpar as aletas dos tubos com água pressurizada, tendo o cuidado de pulverizá-las, previamente com VARSOL.

V.2.8 - Verificar as condições da estrutura metálica dos radiadores quanto a trinca, deformação e corrosão.

V.2.9 - Para montagem dos radiadores, seguir a operação inversamente da desmontagem.

V.3 - Ventiladores:

V.3.1 - Verificar condições das pás dos ventiladores quanto a trinca, deforma

ção, fixação e corrosão.

V.4 - Circuito d'água de resfriamento:

V.4.1 - Desmontar, limpar e inspecionar o medidor de vazão d'água.

V.4.2 - Verificar as condições de todas as tubulações quanto a deformação, estanqueidade, obstrução interna e fixação.

V.4.3 - Desmontar, inspecionar, limpar e montar todos os registros do circuito d'água.

V.5 - Após a manutenção, retirar todo o material ferramentas e equipamentos do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do gerador, e devolver o equipamento ao órgão de operação após encher os tubos e radiadores com água, e constatar que não existe nenhum vazamento.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chaves de estria 1.1/16" X 1.1/8" e 1.1/4" x 1/16"

VII.2 - Chaves de boca de 1.1/4" X 1.1/8" e 1.1/8" X 1/16".

VII.3 - Chaves de soquete de 1.1/8", 1.1/4".

VII.4 - Chaves de grifo de 14", 18" e 24"

VII.5 - Estropos

VII.6 - Manilhas

VII.7 - Escova de aço.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

- VIII.2 - Borracha lonada em lençol de 1/8" de espessura.
- VIII.3 - Papelão hidráulico de 1/8" de espessura.
- VIII.4 - Lixas grãos ~~#~~ 80 e ~~#~~ 100.
- VIII.5 - Estopa branca
- VIII.6 - Escova de nylon.

IX - EQUIPE PREVISTA.

- IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1
- IX.2 - Contra-mestre mecânico - 1
- IX.3 - Encanador mecânico - 1
- IX.4 - Mecânico - 1
- IX.5 - Ajudante de mecânico - 2

X - TEMPO PREVISTO.

- X.1 - Anual: 60 homens/hora.

2.2.2 - ROTOR/ESTATOR/EIXO.

Origem: Estados Unidos.

Fabricante: Westinghouse Electric Corporation.

2.2.2.1 - ROTOR.

Tipo/modêlo: rotor tipo "Umbrella".

Pêso: 200 toneladas.

Diâmetro externo: 6900mm.

2.2.2.2 - ESTATOR.

Tipo/modêlo: armadura em chapas de aço soldadas em várias seções e providas, de abertura para colocação dos radiadores.

Dimensões: diâmetro interno - 7100 mm (2).

diâmetro externo - 8687 mm.

pêso: 100 toneladas.

2.2.2.3 - EIXO E FLANGES DE ACOPLAMENTO.

Tipo/modêlo: Eixo de aço forjado, dotado de flanges integralmente forjados em suas extremidades.

Dimensões: diâmetro do eixo - 1762 mm.
diâmetro do flange para acoplamento com o eixo da turbina - 1359 mm.
comprimento: 3769 mm.
pêso: 23 toneladas.

I - LOCALIZAÇÃO.

I.1 - ROTOR.

Localizado entre os mancais combinados guia/escora e a excitatriz principal.

I.2 - ESTATOR.

Em volta do rotor.

I.3 - EIXO.

Acima do eixo da turbina.

II - FUNÇÃO.

Transformar a energia mecânica da turbina em energia elétrica no gerador.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme os itens III.1, III.2 e III.3 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme os itens IV.1, IV.2, IV.3 e IV.4. do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Rotor.

V.1.1 - Verificar condições da aranha do rotor quanto a trincas e deformação.

V.1.2 - Verificar as folgas do entreferro seguindo instruções da ITM (006).

V.2 - Estator.

V.2.1 - Verificar condições da estrutura metálica do estator quanto a trinca, deformação e corrosão.

V.2.2 - Verificar o aperto dos pacotes de chapas do estator, quanto ao uso da ferramenta para este trabalho usa-se o torquímetro.

V.2.3 - Retirar as capas de cobertura, e inspecionar condições dos parafusos e porcas das emendas da carcaça do estator, quanto ao aperto deformação e frenagem.

V.2.4 - Verificar os chumbadores do estator quanto a fixação ao concreto e ao estator.

V.3 - Eixo.

V.3.1 - Verificar as condições do eixo quan

to a oxidação, limpando as regiões oxidadas com lixa d'água.

V.3.2 - Retirar as capas de cobertura do acoplamento dos eixos da turbina e gerador, e inspecionar condições dos parafusos e porcas quanto ao aperto, deformação e frenagem.

V.4 - Após a manutenção, retirar todo material, ferramentas e equipamentos do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do gerador, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Torquímetro.

VII.2 - Chaves de estria 1.1/16" X 1.1/8" e 1.1/4" X 1.1/16".

VII.3 - Chaves de boca de 1.1/4" X 1.1/8" e 1.1/8" X 1.1/16".

VII.4 - Calibrador de folgas.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

VIII.2 - Estopa branca.

VIII.3 - Tecido de algodão.

VIII.4 - Lixa d'água.

IX - EQUIPE PREVISTA.

- IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1
- IX.2 - Contra-mestre mecânico - 1
- IX.3 - Ajudante de mecânico - 1
- IX.4 - Mecânicos - 2.

X - TEMPO PREVISTO.

- X.1 - 86 homens/hora.

2.2.3 - SISTEMA DE LEVANTAMENTO E FRENAGEM.

Origem: Estados Unidos

Fabricante: Westinghouse Electric Corporation

Tipo/modêlo: macacos independentes para suspensão e frenagem.

Número de macacos para suspensão e freios: 06

Frenagem a partir de: 50 rpm.

Tempo de frenagem a partir dos freios: 5 min.

→ Meio de frenagem: ar comprimido

Pressão do ar comprimido: 7 kg/cm².

→ Meio de suspensão: Óleo sob pressão.

→ Pressão do óleo de suspensão : 2000 lb.

→ Altura máxima de suspensão: 9,5 mm.

2.2.3.1 - BOMBA DE SUSPENSÃO.

Tipo/modêlo: bomba de pistão a óleo com acionamento manual, através de alavanca.

Tipo de óleo : Regal PC.

Quantidade de óleo: 28 litros.

2.2.3.2 - PISTA DE FREIO.

Tipo/modêlo: construção de aço em vários segmentos e presa à

parte inferior da aranha
do rotor do gerador.

Dimensões: diâmetro interno - 4127,5mm
diâmetro externo - 4558 mm.

I - LOCALIZAÇÃO.

Na parte inferior do rotor do gerador, e no piso das turbinas.

II - FUNÇÃO.

- II.1 - Parar o hidrogerador.
- II.2 - Levantar as massas girantes do hidrogerador.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 - do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o ítem IV.1 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Macacos de levantamentos e frenagem.

V.1.1 - Retirar os macacos do local, e em seguida desmontá-lo verificando os pistões e camisas quanto a desgaste, arranhões, ovalização e substituir as gaxetas, caso necessário.

V.1.2 - Verificar as condições do conjunto,

quanto a trinca, deformação e corrosão.

V.1.3 - Verificar as lonas de freio quanto a fixação.

V.1.4 - Verificar a espessura útil das lonas de freio, seguindo instruções da ITM - 007.

V.1.5 - Verificar condições de estanqueidade dos macacos.

V.1.6 - Quando efetuar a montagem dos macacos, certificar-se que os mesmos estão presos rigidamente a estrutura do concreto.

V.2 - Pista de frenagem.

V.2.1 - Verificar quanto a sua fixação ao rotor.

V.2.2 - Verificar quanto a arranhões, ondulações, desgaste e desnível nas emendas.

V.3 - Circuito de ar comprimido e óleo.

V.3.1 - Verificar condições de todas as tubulações quanto a deformação, estanqueidade, obstrução interna e fixação.

V.3.2 - Desmontar, inspecionar, limpar e montar todos os registros dos circuitos de ar comprimido e óleo.

V.4 - Bomba manual de levantamento.

V.4.1 - Filtrar o óleo com filtro prensa.

V.4.2 - Limpar o reservatório de óleo.

V.4.3 - Verificar condições dos pinos, alavancas e articulações quanto a trinca, deformação, desgaste e fixação.

V.5 - Após a manutenção retirar todo material, ferramentas e equipamentos do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do gerador, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chave de palmatoria e estria de 1.1/8", 1.1/16", 1", 7/8", 3/4", 1.7/16".

VII.2 - Chaves de soquete de 13/16" e 15/16".

VII.3 - Chaves de grifo de 14".

VII.4 - Olhais.

VII.5 - Chave de fenda.

VII.6 - Alicates.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

VIII.2 - Tecido de algodão.

VIII.3 - Gaxeta para macacos.

VIII.4 - Varsol.

VIII.5 - Óleo diesel.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1.

- IX.2 - Contra mestre mecânico - 1
- IX.3 - Mecânico - 1
- IX.4 - Ajudante de mecânico - 2
- IX.5 - Lubrificador de usina.- 2.

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 60 homens/hora

2.2. 4 - MANCAIS COMBINADO GUIA E ESCORA.

Origem: Estados Unidos

Fabricante: Westinghouse Electric Corporation

Tipo/modêlo; Mancal de escora tipo KINGSBURY e
mancal guia tipo segmentado auto-lu
brificados e resfriados a água.

2.2.4.1 - MANCAL GUIA.

Número de sapatas: 18

Dimensões da sapata: Altura - 174 mm

Largura - 237 mm

Espessura - 76 mm

Espessura de metal patente: 10 mm

Peso de cada sapata: 28 kg.

Folga do mancal: 0,012" a 0,014".

2.2.4.2 - MANCAL DE ESCORA. (casual) serve de suporte
para as partes rotativas.

Número de sapatas : 12

Dimensões da sapata: diâmetro externo-
1829 mm.

diâmetro interno-
1060 mm.

espessura - 102mm

Espessura de metal patente: 10 mm.

Peso de cada sapata: 93 kg.

I - LOCALIZAÇÃO.

Na parte inferior do rotor do gerador.

II - FUNÇÃO.

MANCAL GUIA

Tem a finalidade de guiar o eixo do gerador, garantindo sua estabilidade e verticalidade.

MANCAL ESCORA.

Tem a finalidade de absorver a carga vertical total das massas girantes do conjunto turbina gerador, bem como o empuxo hidráulico da turbina.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o ítem IV.1 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Deve-se fechar os registros do circuito d'água.

V.2 - Drena-se o óleo da caixa dos mancais, utilizando-se um filtro prensa.

V.3 - Mancal guia.

V.3.1 - Desaparafusar e retirar a tampa superior.

rior da caixa dos mancais.

- V.3.2 - Verificar as condições dos anéis de bronze do selo da caixa dos mancais, quanto a desgaste e desalinhamento.
- V.3.3 - Retirar, cuidadosamente, os termômetros e entregá-los ao órgão de manutenção elétrica para aferição.
- V.3.4 - Medir as folgas do mancal, seguindo instruções da ITM - 008.
- V.3.5 - Pressionar 04 sapatas defasadas de 90° contra o eixo do gerador, e em seguida soltar as chapas para prender as sapatas, removendo as mesmas através de olhais. Marcar a posição das sapatas, para que elas não sejam montadas em lugar errado.
- V.3.6 - Verificar as condições do metal patente (Babít), quanto a fixação, desgaste, risco e impregnação de limas. Toda parte que apresentar-se com impregnações ou riscos, deve ser limpa com rasquete. Nunca usar material abrasivo para limpeza do metal patente.
- V.3.7 - Verificar a superfície de apoio do eixo quanto a riscos e oxidação. Caso necessário, limpar o eixo com uma pedra de afiar de granulometria finíssima.
- V.3.8 - Antes de montar as sapatas, passar óleo no eixo, e proceder de maneira inversa à operação de desmontagem.
- V.3.9 - Após a montagem de todas as sapatas,

ajustar as folgas, e montar cuidadosamente, os termômetros.

V.4 - Mancal de escora.

V.4.1 - Inicialmente deve-se arriar a mesa do mancal de escora, seguindo instruções específica.

V.4.2 - Retirar, cuidadosamente, os termômetros e entregá-los ao órgão de manutenção elétrica, para aferição.

V.4.3 - Verificar condições do metal patente, conforme o ítem V.3.6.

V.4.4 - Limpar a parte interna da caixa dos mancais fazendo uso de tecido de algodão.

V.4.5 - Montar, cuidadosamente, os termômetros.

V.5 - Sistema de resfriamento e lubrificação.

V.5.1 - Retirar, cuidadosamente, o termômetro de óleo da caixa dos mancais, e entregá-los ao órgão de manutenção elétrica, para aferição.

V.5.2 - Após a mesa do mancal de escora ter sido arriada, verificar a existência de furo nas serpentinas de resfriamento, e caso ocorra algum furo, deve-se soldar seguindo instrução específica.

V.5.3 - Deve-se verificar toda as tubulações quanto a deformação, estanqueidade, obstrução interna e fixação.

V.5.4 - Desmontar, inspecionar, limpar e montar todos os registros do circuito d'água.

V.5.5 - Desmontar, inspecionar e montar o in
dicador de nível de óleo.

V.5.6 - Montar o termômetro de óleo.

V.6 - Montar as tampas superior e inferior da cai
xa dos mancais, substituindo suas juntas, e
verificar a concentricidade da tampa superior
em relação ao eixo do gerador.

V.7 - Colocar o óleo dos mancais através do filtro
prensa e verificar a existência de vazamento
de óleo através da tampa inferior da caixa dos
mancais.

Retirar amostras de óleo (um litro) para aná
lise de laboratório.

V.8 - Após a manutenção retirar todo o material, fer
ramentas e equipamentos do local de trabalho,
certificando-se que não tenha deixado nada no
interior da caixa dos mancais, e devolver o
equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chave de boca de 2.3/8".

VII.2 - Chave de soquete de 1.7/16", 1.1/4" e 7/8"

VII.3 - Chave de boca e estria de 2", 1.7/16" e 7/8"

VII.4 - Estropos

VII.5 - Calibrador de folgas

VII.6 - Talha de 1 tonelada.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Lâmpadas elétricas de 12 ou 24V.

VIII.2 - Álcool

VIII.3 - Varsol

VIII.4 - Lixa grão ~~80~~ 80 e 100.

VIII.5 - Pincel

VIII.6 - Tecido de algodão.

VIII.7 - Óleo regal PC.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1

IX.2 - Contra-mestre mecânico -1

IX.3 - Mecânicos - 2.

IX.4 - Encanador mecânico - 1

IX.5 - Lubrificador de usina - 2

IX.6 - Ajudante mecânico - 2.

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 90 homens/hora.

3. GENERALIDADES SOBRE REGULADOR DE VELOCIDADE.

3.1 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO.

3.1.1 - REGULADOR DE VELOCIDADE.

Origem: Estados Unidos

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo: Regulador mecânico/hidráulico, tipo atuador gabinete.

3.2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES.

Obs: O diagrama em bloco e a figura 02 anexas, representam o esquema funcional do regulador de velocidade.

3.2.1 - CABEÇA DO REGULADOR-ATUADOR.

Origem: Estados Unidos

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo: Cabeça governadora composta de pêndulos centrífugos, acionada por motor elétrico de indução, que gira a uma velocidade diretamente proporcional à velocidade da turbina.

I - LOCALIZAÇÃO.

Na parte interna do painel do regulador de velocidade.

II - FUNÇÃO.

Detectar variações de velocidade do hidrogerador, corrigindo-a, de modo e permitir o funcionamento da máquina na velocidade nominal.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto manual combinado guia/escora.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o ítem IV.1 do assunto man
cal combinado guia/escora.

V - PROCEDIMENTO PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Retirar a cabeça governadora, cuidadosamente e em seguida levá-la para uma bancada, onde a mes
ma deverá ser totalmente desmontada.

V.2 - Limpar os blocos deslizadores, hastes dos pêndu
los e a bucha da parte inferior, verificando se os mesmos apresentam algum desgaste. Caso is
so aconteça, substituir as peças gastas.

V.3 - Desmontar os rolamentos, limpá-los e substituí-
los, caso necessário.

V.4 - Tomar o máximo cuidado, quando recolocar as bu
chas no dispositivo operador da cabeça do regu
lador e na cabeça deste, deste, certificando-se de que elas estão corretamente assentadas den
tro dos seus cilindros. A cabeça do regulador quando unida ao dispositivo operador, deve cor
rer de fato dentro de 0,003", leitura total no indicador.

V.5 - Após a montagem final da governadora, certifi
car-se que todas as peças estão corretamente montadas, e se os ajustes são iguais aos encon
trados antes da desmontagem.

V.6 - Após a manutenção, retirar todo o material e ferramentas do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do painel do regulador, aplicar 03 gotas de óleo Regal B no cabeçote, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chave de fenda.

VII.2 - Alicates Universal.

VII.3 - Chave "ALLEN".

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Tecido de algodão

VIII.2 - Óleo Diesel.

VIII.3 - Óleo Regal B.

VIII.4 - Graxa para rolamento.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1

IX.2 - Contra mestre mecânico - 1

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 02 homens/hora.

3.2.2 - MECANISMO DE RECOMANDO.

Origem: Estados Unidos

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo : Mecanismo formado por cabos de aço pa
ra avião, tubos de aço sem costura ex
tra pesado, roldanas e contrapeso.

I - LOCALIZAÇÃO.

No espaço compreendido entre o painel do regulador de
velocidade e os servomotores da turbina.

II - FUNÇÃO.

Transmitir o movimento do aro de regulação à válvula principal do regulador, movimentando-a em sentido o posto ao aro de regulação.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREQUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o ítem IV.1 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTO PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Cabos de aço:

V.1.1 - Verificar os cabos de aço quanto a deformação, números de fios rompidos, amassamento, e fixação de suas extremidades.

V.1.2 - Verificar se os cabos de aço estão correndo centrado nos gornes das roldanas.

V.2 - Contra-peso.

V.2.1 - Verificar o contra-peso quanto à fixação.

V.3 - Roldanas.

V.3.1 - Verificar quanto a folgas nos mancais, trincas, deformação e desgaste dos gornes.

V.3.2 - Lubrificar os mancais.

V.4 - Pinos e articulações.

V.4.1 - Verificar quanto à fixação, desgaste e deformação.

V.5 - Após a manutenção, retirar todo o material e ferramentas do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do painel do regulador de velocidade, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chaves de boca de 7/8", 9/16" e 3/4".

VII.2 - Alicates

VII.3 - Chave de grifo de 18".

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Tecido de algodão.

VIII.2 - Graxa para rolamento.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1

IX.2 - Contra-mestre mecânico - 1

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 02 homens/hora.

3.2.3 - AMORTECEDOR HIDRAÚLICO.

Origem: Estados Unidos

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo: Amortecedor formado por dois pistões, um maior ligado mecanicamente ao servomotores, e um menor que atua sobre a válvula principal, bem como uma válvula de agulha para estrangulamento.

Tipo de óleo: Óleo para transformador com viscosidade de 70 SSU a 37,8°C e um ponto de fluidez de - 34°C.

I - LOCALIZAÇÃO.

Na parte interna do painel do regulador de velocidade.

II - FUNÇÃO.

Impedir oscilações na velocidade da turbina.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o ítem III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o ítem IV.1 do assunto anterior.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Verificar as articulações dos pistões quanto a fixação.

V.2 - Verificar condições de estanqueidade.

V.3 - Drenar o óleo, substituindo-o. Para tal deve-se empurrar o pistão menor do amortecedor para

baixo. O reservatório de óleo deve ficar cheio até sua parte média. Tomar cuidado para não modificar os ajustes do amortecedor.

V.4 - Após a manutenção, retirar todo o material e ferramentas do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do painel do regulador, e devolver o equipamento ao órgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chave de fenda.

VII.2 - Alicates universal.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

VIII.1 - Tecido de algodão.

VIII.2 - Óleo para amortecedor hidráulico.

IX - EQUIPE PREVISTA.

IX.1 - Mestre mecânico - 1

X - TEMPO PREVISTO.

X.1 - 01 homem/hora.

3.2.4 - SISTEMA HIDRÁULICO.

Origem : Estados Unidos

Pressão de trabalho: 21 kg/cm²

Tipo de óleo: Regal B.

Quantidade de óleo: 2400 litros.

3.2.4.1 - MOTO - BOMBA DE ÓLEO.

a) Motor da bomba de óleo.

Fabricante: Westinghouse Eletric Corporation.

Tipo/modêlo: Motor de indução, trifásico.

Potência: 50 HP.

Rotação: 700 rpm.

Tensão: 440 V.

Frequência: 60 ciclos.

b) Bomba de óleo.

Fabricante: Dominion Engineering Works Limited.

Tipo/modêlo: Bomba de engrenagens.

Capacidade : 150 gpm.

Rotação: 700 rpm.

Pressão: 21 kg/cm².

Número de dentes das engrenagens: 15.

3.2.4.2 - VÁLVULA PILOTO.

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo: Válvula de 03 vias, para acionamento da válvula principal.

Tipo de acionamento: Automático.

Diâmetro das tubulações: 3/8".

3.2.4.3 - VÁLVULA PRINCIPAL.

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo: Válvula de 04 vias, acionada pelo conjunto válvula piloto/servomotor auxiliar.

Tipo de acionamento: Manual e automático.

Diâmetro das tubulações: 4".

3.2.4.4 - VÁLVULA DE REVERSÃO.

Fabricante: Woodward Governor Company.

Tipo/modêlo: Válvula de 3 vias com acionamento piloto.

Diâmetro das tubulações: 3.1/2".

I - LOCALIZAÇÃO.

O sistema hidráulico está localizado na parte internna do painel do regulador de velocidade e no piso das turbinas.

II - FUNÇÃO.

II.1 - MOTO-BOMBA DE ÓLEO.

Suprir o óleo necessário para a movimentação' dos servo-motores

II.2 - VÁLVULA PILOTO.

Comandar o movimento da válvula principal.

II.3 - VÁLVULA PRINCIPAL.

Direcionar o fluxo de óleo proveniente da bomba de óleo para os servo-motores e/ou para o tanque de reservatório de óleo.

II.4 - VÁLVULA DE REVERSÃO.

Direcionar o fluxo do óleo proveniente da moto-bomba de óleo.

III - PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.

III.1 - Proceder conforme o íten III.1 do assunto anterior.

IV - CONDIÇÕES QUE A MÁQUINA DEVERÁ SER ENTREGUE PARA A MANUTENÇÃO.

IV.1 - Proceder conforme o íten IV.1 do assunto anterior.

rior.

V - PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO.

V.1 - Antes de iniciar o trabalho, despressurizar todos os circuitos hidráulicos. Somente, após a constatação de que todas as tubulações, válvulas, etc; estão desprussurizadas, é que deve-se iniciar o trabalho.

V.2 - Reservatório de óleo.

V.2.1 - Drenar o óleo utilizando-se um filtro presa.

V.2.2 - Limpar, internamente, o reservatório utilizando tecido de algodão limpo e solvente.

V.2.3 - Verificar condições da estrutura metálica quanto a trinca, deformação e corrosão.

V.3 - Moto-bomba de óleo.

V.3.1 - Desmontar o motor elétrico, verificando as condições dos rolamentos, e entregá-lo ao órgão de manutenção elétrica, para inspeção. Caso necessário, substituir os rolamentos.

V.3.2 - Desmontar, inspecionar, limpar e montar a bomba de óleo, verificando condições das engrenagens, eixos e buchas quanto a desgaste e folgas anormais, substituindo- os caso necessário. Quando da montagem da bomba, substituir as juntas das tampas laterais, e verificar condições da gaxeta do eixo motor.

V.3.3 - Desmontar, inspecionar, limpar e montar o acoplamento moto-bomba, substituindo as peças que for necessárias.

V.4 - Válvulas piloto e principal.

V.4.1 - Verificar condições do pistão e bucha da válvula piloto quanto a riscos ou arranhões profundos, retificando-os caso necessário, com uma pedra de afiar de grãos finíssimos. A bucha e o pistão devem ser cuidadosamente lavados em solvente limpo, secados com jato de ar e untados com óleo antes de serem montados.

V.4.2 - Desmontar os elementos filtrantes do filtro duplo da válvula piloto e limpá-los com solventes limpo, secando-os com jato de ar de baixa pressão. Caso os elementos filtrantes encontrem-se danificados substituí-los.

V.4.3 - Verificar condições dos pistões da válvula principal quanto a riscos ou arranhões. Caso constate-se a existência, retificar fazendo-se uso de uma pedra de afiar de grãos finíssimos. Verificar se as sedes dos pistões encontram-se gastas. Caso isso aconteça, retificá-las num torno mecânico.

V.5 - Válvula de reversão.

V.5.1 - Desmontar, inspecionar e limpar a válvula de reversão, verificando se alguma peça apresenta desgaste. As peças gastas devem ser substituídas, e todas as manchas de ferrugem e impurezas, devem ser removidas por meio de uma lixa d'água # 400 e pano de polir. As peças devem ser muito bem limpa com solvente, secadas com jato de ar e untadas com óleo antes de montar.

V.5.2 - Desmontar o filtro da válvula de reversão e limpar o elemento filtrante com solvente limpo, e em seguida secã-los com jato de ar. Caso o elemento filtrante encontre-se danificado, substitui-lo.

V.6 - Tubulações.

V.6.1 - Verificar condições de todas as tubulações quanto a deformação, estanqueidade, obstrução interna e fixação.

V.7 - Registros.

V.7.1 - Desmontar, inspecionar, limpar e montar todos os registros.

V.8 - Após a montagem final , certificar-se que todas as peças estão corretamente montadas e se os ajustes são iguais aos encontrados antes da desmontagem. Em seguida pressurizar todos os circuitos hidráulicos, e observar a existência de vazamentos de óleo. Caso isso aconteça, corrigir imediatamente.

V.9 - Após a manutenção retirar todo o material e ferramentas do local de trabalho, certificando-se que não tenha deixado nada no interior do painel do regulador, e devolver o equipamento ao ôrgão de operação.

VI - PERIODICIDADE.

VI.1 - Anual.

VII - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS.

VII.1 - Chaves de boca e estria de 5/8", 3/4" 1.1/4", 1.1/16", 13/16" e 7/8".

VII.2 - Chaves ALLEN de 7/32" e 1/4".

- VII.3 - Alicates Universal
- VII.4 - Chave de fenda de 7"
- VII.5 - Paquímetro.

VIII - MATERIAL NECESSÁRIO.

- VIII.1 - Tecido de algodão.
- VIII.2 - Solvente.
- VIII.3 - Pedra de afiar de granulometria finíssima.
- VIII.4 - Óleo Regal B.

IX - EQUIPE PREVISTA.

- IX.1 - Auxiliar de engenharia - 1
- IX.2 - Mestre mecânico - 1
- IX.3 - Mecânico - 1
- IX.4 - Ajudante mecânico - 1
- IX.5 - Lubrificador de usina - 2

X - TEMPO PREVISTO.

- X.1 - 60 homens/hora.

INSTRUÇÕES DE TESTE E MEDIÇÃO

ITM - 001

VERIFICAÇÃO DAS FOLGAS DO MANCAL GUIA.

I. DESCRIÇÃO.

O mancal guia é do tipo auto-lubrificado, construído em 3 seções de aço fundido, com materiais anti-fricção de "babit" e preso rigidamente ao seu suporte.

II. CONDIÇÃO PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Adutor vazio.

III. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO.

III.1 - Retirar a tampa de cobertura da caixa do mancal.

III.2 - Usando-se um calibrador de lâminas, fazer quatro leituras defasadas de 90°.

IV. VALOR ESPERADO.

IV.1 - Folga do Mancal: varia de 0,165mm a 0,266mm.

V. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

V.1 - Anual.

VERIFICAÇÃO DE CAVITAÇÃO NO ROTOR DA TURBINA.

I. DESCRIÇÃO.

O rotor é de aço fundido e possui 15 pás fundidas. Essas pás são protegidas nas partes perigosas, na saída do rotor, por uma solda sobreposta de eletrodos especiais.

II. CONDIÇÕES PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Adutor vazio.

II.2 - Comportas de sucção fechadas.

II.3 - Tubo de sucção drenado.

II.4 - Plataforma para inspeção do rotor, montada.

III. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO.

III.1 - Para se medir as áreas cavitadas, deve-se fazer uso de uma trena milimétrica, escala e estilete de aço.

III.2 - Delimita-se a área cavitada e, em seguida toma-se os valores do comprimento e largura, procurando enquadrá-la em uma figura geométrica plana (quadrado, retângulo, triângulo etc).

III.3 - Para se determinar a profundidade máxima das crateras, introduz-se o estilete na cavidade de maior profundidade, mantendo-se o mesmo encostado em uma régua, formando um ângulo de 90° com a mesma. Quando a cavidade da maior profundidade não é facilmente perceptível, a medida é tomada em vários pontos da região afetada, a fim de determiná-la.

IV. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

IV.1 - Semestral.

ITM - 003

VERIFICAÇÃO DE TRINCAS NO ROTOR DA TURBINA.

I. DESCRIÇÃO.

O rotor é aço fundido e possui 15 pás fundidas. Essas pás são protegidas nas partes perigosas, na saída do rotor, por uma solda sobreposta de eletrodos de aço inoxidável.

II. CONDIÇÕES PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Proceder conforme os itens II.1, II.2, II.3 e II.4 do assunto anterior.

III. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO.

III.1 - Inspeccionar, visualmente, as regiões das pás ou da coroa que apresentam trincas, anotando o local das mesmas, bem como o seu comprimento, na Folha de Registro de teste e medição.

IV. OBSERVAÇÃO.

IV.1 - Pode-se também fazer uso de líquido penetrante ou aparelho de ultra-som para determinação de trincas.

V. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

V.1 - Semestral.

ITM - 004

VERIFICAÇÃO DO MANÔMETRO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO CENTRALIZADA.

I. DESCRIÇÃO.

A lubrificação de todas as partes móveis do distribuidor, é feita por meio de uma moto-bomba, comandada manualmente ou automaticamente (em regime de serviço intermitente), distribuidores de graxa e tubulações.

II. TESTE E/OU MEDIÇÃO.

II.1 - Aferir o manômetro.

II.1.1 - Condição para teste.

- Moto-bomba desligada.

II.1.2 - Procedimento para teste.

- Retirar o manômetro e fazer sua aferição com uma bomba para aferição de manômetro.

III. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DO TESTE.

III.1 - Anual.

ITM - 005

VERIFICAÇÃO DA OSCILAÇÃO DO EIXO DA TURBINA.

I. DESCRIÇÃO.

O eixo da turbina é de aço forjado com furo central, e dotado de flanges integralmente forjados em suas extremidades.

II. CONDIÇÃO PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Turbina em funcionamento.

III. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO.

III.1 - Instalar dois relógios comparadores de base magnética na tampa da turbina. Os relógios deverão estar defasados de 90°, e devidamente aferidos.

III.2 - Deve-se fazer leituras dos relógios para diversos regimes de carregamento do gerador, com prioridade para a carga máxima.

IV. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

IV.1 - Anual.

ITM - 006

VERIFICAÇÃO DAS FOLGAS DO ENTREFERRO DO GERADOR.

I. DESCRIÇÃO.

No gerador, existe entre o rotor e o estator uma folga de aproximadamente 5mm, que serve para a formação do campo magnético.

II. CONDIÇÃO PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Gerador parado.

III. PROCEDIMENTO PARA MEDIÇÃO.

III.1 - Com ferramentas apropriadas, fazer medições em todos os polos em duas posições: extremidade superior e extremidade inferior.

III.2 - Determinar o valor médio das leituras superiores e inferiores.

IV. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

IV.1 - Anual.

ITM - 007

VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA ÚTIL DA LONAS DE FREIO.

I. DESCRIÇÃO.

Para a parada do hidrogerador, utiliza-se seis macacos hidráulicos que são acionados por ar comprimido. Para o levantamento das massas girantes, os macacos são alimentados com óleo sob pressão, através de uma bomba manual.

II. CONDIÇÃO PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Hidrogerador parado, com as travas da turbina aplicadas.

III. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO.

III.1 - Medir a espessura útil das lonas de freios em 3 pontos distintos, ou seja nas duas extremidades e na parte média.

IV. OBSERVAÇÃO.

IV.1 - O instrumento usado para medir é o paquímetro.

V. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

V.1 - Anual.

VERIFICAÇÃO DAS FOLGAS DO MANCAL GUIA.

I. DESCRIÇÃO.

O gerador possui um mancal combinado guia/escora, auto-lubrificado e auto-bombeante, localizado abaixo do seu rotor.

O mancal guia é formado de 20 sapatas, com ajustagem individual.

II. CONDIÇÃO PARA MEDIÇÃO.

II.1 - Máquina parada.

III. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO.

OBS: A Figura 01 Anexa apresenta o procedimento abaixo descrito.

III.1 - Retirar o óleo dos mancais combinado guia/escora.

III.2 - Soltar os parafusos (11) e levantar a tampa (10), tendo o cuidado de retirar os termômetros (12).

III.3 - Retirar as travas (5) e (6) soltando os parafusos (4).

III.4 - Soltar a porca (1).

III.5 - Montar o relógio comparador com base magnética (13) conforme mostra o desenho.

III.6 - Pressionar a haste do relógio comparador contra o parafuso de ajuste do mancal guia (7), e em seguida zerar o relógio comparador.

III.7 - Por meio de uma chave encaixada na ponta quadrada (2) do parafuso de ajuste, pressionar o para

fuso contra a sapata do mancal (8) até que a mesma se encoste no eixo (9). Antes dessa operação deve-se colocar um pouco de óleo entre a sapata do mancal (8) e o eixo (9).

III.8 - A leitura do relógio comparador é o valor da folga radial do mancal guia, que varia entre 0,20 a 0,25mm.

III.9 - Caso a folga esteja fora do padrão, deve-se zerar o relógio comparador (13) e soltar o parafuso (7) até um valor igual ao da folga do mancal.

III.10 - Para travamento do parafuso de ajuste do mancal (7), deve-se proceder de maneira inversa.

IV. FREQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA MEDIÇÃO.

IV.1 - Anual.

INSTRUÇÃO DE MANUTENÇÃO

IM - 001

ASSUNTO:

REPARO DAS ÁREAS CAVITADAS EM ROTORES DE TURBINAS FRANCIS.

I. INTRODUÇÃO:

Esta Instrução de Manutenção descreve os métodos e processos utilizados no reparo das áreas cavitadas dos rotores das Turbinas FRANCIS.

II. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO:

- II.1 - Levantamento das áreas atingidas pela cavitação.
- II.2 - Delimitação das áreas a serem enchidas.
- II.3 - Remoção e limpeza das áreas cavitadas.
- II.4 - Enchimento das áreas cavitadas.
- II.5 - Desbaste, controle do perfil das pás, retoques e polimento.
- II.6 - Teste de trincas.

III. LEVANTAMENTO DAS ÁREAS ATINGIDAS PELA CAVITAÇÃO.

A extensão do dano superficial é quem determinará a necessidade de reparos nas áreas cavitadas.

É, normalmente antieconômico reparo de áreas cavitadas, cuja profundidade não ultrapasse 3 a 4,5 mm.

Por outro lado, deve-se começar o reparo, antes que as áreas cavitadas atinjam o metal base.

Deve-se anotar na FRTM (Folha de Registro de Teste e Medição), as áreas que serão recuperadas.

De posse dessa anotação, pode-se determinar, aproximadamente, a quantidade de material a ser removido, sendo de grande utilidade um levantamento criterioso, pois o mes

mo fornecerá subsídios para o controle do método de reparos, tais como : rendimento dos eletrodos utilizados; quantidade de eletrodo gastos por KG de material retirado etc.

Deve-se fazer pelo menos duas inspeções anuais nos rotores das turbinas.

IV . DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM ENCHIDAS.

Nas regiões de revestimento inoxidável, as áreas a serem removidas restringem-se, unicamente, aquelas onde existem crateras, enquanto, que na região de transição inoxidável /aço fundido, deve-se ultrapassar pelo menos cerca de 25 mm além das áreas danificadas.

V. REMOÇÃO E LIMPEZA DAS ÁREAS CAVITADAS.

Existem vários processos para remoção das áreas cavitadas, cada qual apresentando uma série de vantagens e desvantagens, sendo que o mais rápido e econômico é aquele que faz uso do arco AR/CARBONO.

Outro processo é o que consta de cinzelamento e/ou esmerilhamento das áreas. Este é o processo mais indicado, porém apresenta o inconveniente de ser muito lento e dispendioso.

Na remoção das áreas cavitadas, deve-se deixar sempre as bordas das áreas a serem reparadas formando um ângulo de 90º com a superfície original. As bordas em forma de cunha devem ser evitadas, pois as mesmas tendem a falhar sob os efeitos da cavitação e da erosão.

V.1 - REMOÇÃO DAS ÁREAS CAVITADAS COM ARCO AR/CARBONO.

Utiliza-se eletrodos de carvão cobreado com bitolas variando de 1/8" a 3/8".

Deve-se remover sempre áreas pequenas, e novas áreas são removidas à proporção que as primeiras forem sendo cheias. É imperioso o cuidado com a temperatura

tura do material do rotor, devendo-se evitar uma alta concentração de calor numa mesma área.

Antes da soldagem as áreas devem ser limpas. Para tal faz-se uso de jato de areia, que é o processo mais econômico e rápido, apesar de não ser o mais adequado, e da limpeza com reboło abrasivo de tipo, dimensões e granulometria apropriada.

V.2 - REMOÇÃO DAS ÁREAS CAVITADAS POR CINZELAMENTO E/OU ESMERILHAMENTO.

No caso de desgaste ser de pequena intensidade, é mais aconselhável o esmerilhamento para remoção das áreas cavitadas. Quando o desgaste for bastante acentuado deve-se remover, inicialmente, as áreas ca-
vitas com cinzéis de tipos e tamanho apropriados, e em seguida proceder a um desbaste por meio de esmerilhamento.

A escolha de um processo ou outro é função de muitas variáveis, a saber: extensão da área, localização da área, acesso ao local de trabalho, etc.

VI - ENCHIMENTO DAS ÁREAS CAVITADAS.

VI.1 - PROCEDIMENTOS GERAIS.

Todas as áreas são cheias com solda elétrica a arco, com corrente contínua, e eletrodos revestidos.

O enchimento das áreas deve ser feito partindo-se das regiões mais profundas, procurando-se com isso a obtenção de uma superfície regular durante o processo.

O aquecimento localizado deve ser evitado. Isto é feito soldando-se uma área num curto espaço de tempo, e em seguida movendo-se para um ponto dianetralmente oposto, continuando o trabalho.

Os eletrodos devem ser usados com as tensões e in tensidade de corrente, menores possíveis, pois is so implicará em uma solda perfeita.

Este procedimento minimizará os efeitos do aquecime nto localizado e distorção. Isso implica dizer também, que deve-se usar o eletrodo com a menor bi tola possível, desde que o rendimento do processo não seja prejudicado.

Caso a profundidade da área a ser reparada ultra -passe a espessura do revestimento inoxidável (maior do que 8mm), deve-se utilizar como almofada um ele trodo de aço doce (eletrodo AWS-E-7018), para tra zer até cerca de 6 a 4,5mm do contorno da superfí cie original. A camada final é feita com eletrodo de aço inoxidável.

VII - DESBASTE, CONTROLE DO PERFIL DAS PÁS, RETOQUES E POLIMENTOS.

O esmerilhamento das áreas soldadas, especialmente até o acabamento desejado, normalmente leva tanto ou mais tem po do que a soldagem sí. Esse tempo pode ser diminuído, consideravelmente, desde que se obtenha solda macia, de bom acabamento e com a quantidade certa de material so breposto, e caso se escolha o abrasivo apropriado.

O desbaste das área soldadas é feito por meio de um abrasivo de granulometria grossa (grão 16,18 ou 20), e deve-se tomar muito cuidado para que o perfil das áreas des bastadas aproxime-se tanto quanto possível do perfil origi nal das pás. Para tal deve-se controlar o formato das pás durante o desbastamento, fazendo-se uso de gabaritos especiais.

Em seguida, faz-se os retoques de solda necessários, uti lizando-se um eletrodo de bitola reduzido ($\varnothing = 2,5\text{mm}$) , dando-se atenção especial aos poros, que devem ser totalme nte removidos com rebolos de ponta, e em seguida cheios

com solda.

Depois do esmerilhamento das áreas reparadas, uma limpeza com uma solução de sulfeto de cobre comercial irá identificar qualquer área da parte inoxidável que foi esmerilhada até o metal base. O aço fundido ficará cobreado e aço inoxidável não. Qualquer área que se apresentar cobreada, deverá ser rebaixada com esmeril, e em seguida cheia com eletrodo de aço inoxidável.

Após os retoques, faz-se o polimento final, por meio de abrasivos de granulometria fina, dando-se especial atenção à maneira de movimento da esmerilhadeira, fazendo-se o polimento num sentido, e logo após em sentido contrário. A superfície final deverá ficar a mais espelhada possível.

VIII - TESTE DE TRINCAS.

O controle das trincas é feito com líquido penetrante. Para aplicação do líquido penetrante, deve-se fazer uma limpeza rigorosa da área a ser testada, através de um solvente de boas qualidades, e em seguida aplicar o líquido penetrante conforme instruções do fabricante. Todas as áreas soldadas devem ser inspecionadas, principalmente aquelas localizadas na junção das pás com a coroa e o cone.

INSTRUÇÃO DE MANUTENÇÃO

IM - 002

ASSUNTO:REPARO DAS ÁREAS TRINCADAS EM ROTORES DE TURBINAS FRANCIS.I. INTRODUÇÃO.

Esta introdução de manutenção descreve os métodos e processos utilizados no reparo das áreas trincadas nos rotores das Turbinas FRANCIS.

II. TRINCAS DURANTE A SOLDAGEM.

As duas áreas sujeitas a trincas durante a soldagem estão na zona afetada pelo calor no metal base e no rebordo da solda.

II.1 - TIPOS DE TRINCAS.

II.1.1 - Trincas no metal base - estas trincas podem ocorrer em duas faixas de temperatura. A faixa de temperatura alta é cerca de 540°C, enquanto que a faixa de temperatura baixa fica próxima de 200°C. Estas trincas podem ser controladas por pré-aquecimento.

II.1.2 - Trincas no rebordo da solda - é o tipo de trinca mais frequentemente encontrado, e o mais difícil de controlar. Como no caso das trincas no metal base, também ocorre em duas faixas de temperatura. As trincas longitudinais, transversais e de crateras, que são trincas de alta temperatura, e ocorrem a temperatura de solidificação da poça do material fundido, quando

a força dútil e a plasticidade do metal são muito baixas. A faixa de temperatura baixa é aquela que vai de 200°C até a temperatura ambiente, e é nessa faixa que ocorre trincas de raiz.

As trincas a baixa temperatura podem ser controladas pelo pré-aquecimento, enquanto as trincas de alta temperatura devem ser controladas mudando-se o contorno do rebordo da solda.

II.2 - IDENTIFICAÇÃO DAS TRINCAS.

A identificação das trincas é feita visualmente, no caso das trincas maiores, e por meio de líquidos penetrantes no caso das trincas menores.

II.3 - REPARO DAS TRINCAS.

a - remover as trincas por meio de esmeril ou rebarbador, até cerca de 12mm à frente da mesma.

As trincas devem ser completamente removidas, e deixadas chanfradas.

b - Pré-aquecer a região a ser soldada até cerca de 100°C (máximo 120°C). Controlar a temperatura com lápis término.

c - É de maior importância que todo óleo, graxa, ferrugem, umidade, poeira e qualquer outro agente contaminador seja removido antes da soldagem.

d - A solda deverá ser por etapas, usando-se cordões descontínuos. Antes de cada etapa de soldagem, pré-aquecer o campo de trabalho.

e - A cada três passes, verificar a existência de

nova trinca, fazendo-se uso do líquido pene
trante.

III. TRINCAS DURANTE O FUNCIONAMENTO DA TURBINA.

Os estudos feitos sobre o aparecimento de trincas em turbinas FRANCIS, indicam que estas se devem, predominantemente, ao fato da existência de vibrações.

As causas mais prováveis da origem do aparecimento de vibrações são as seguintes:

- a - efeito do impulso da pressão das correntes parciais.
- b - falta de rigidez torcional das pás do rotor.
- c - periodicidade da quebra do fluxo devido à cavitação.
- d - vórtice de sucção.

Além das trincas provenientes das vibrações de origens citadas assim, elas podem ser decorrentes de:

- a - concentração de tensões devido a entalhes da forma do rotor.
- b - tensões internas deficientemente aliviadas durante a fundição.

III.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS TRINCAS.

A identificação das trincas deve ser feita por meio de ensaios não destrutivos com a utilização de líquido penetrante ou ensaios com instrumentos de ultra-som.

O líquido penetrante dá indicação visível da descontinuidade nas áreas de fácil acesso.

O ensaio do ultra-som indica a existência de imperfeições de fundição ou soldagem, e trincas nas áreas de difícil acesso, assim como a superfície do acoplamento rotor/eixo.

III.2 - REPARO DAS TRINCAS.

Um controle rigoroso para os reparos das trincas'

nos rotores das turbinas, se faz necessário, para que não ocorra concentração de tensões, falhas e imperfeições na soldagem.

Deve-se proceder da seguinte maneira:

a - Antes de iniciar os serviços, soldar pequenos pinos, confrontando-se aos pares de um lado e de outro da trinca, e dela afastados de uma distância suficiente para permitir a abertura dos chanfros.

Os pinos devem ser de vergalhões de 1/4", de superfície relativamente polida de aço carbono e lixados.

b - Remover as trincas por meio de esmeril ou rebarbadores, até cerca de 12mm à frente da mesma.

As trincas devem ser completamente removidas e deixadas chanfradas.

c - Pré-aquecer o campo adjacente à trinca, com maçarico de chuveiro até cerca de 100°C.

Controlar a temperatura com lápis térmico.

d - Com o campo de trabalho pré-aquecido, medir as distâncias entre pinos.

e - Utilizar eletrodo AWS-E - 7018, lembrando-se que caso se trate de uma região com revestimento inoxidável, os últimos passes deverão ser dados com eletrodo inoxidável.

f - Iniciar a soldagem por etapas, em cordões descontinuos, antes de cada etapa de cada soldagem pré-aquecer o campo de trabalho até cerca de 100°C.

g - Após realizada cada etapa de soldagem verificar as distâncias entre pinos. Para isto foi usado como instrumento de medição um micrômetro.

tros.

Se houver divergência com os valores, aliviar as tensões por martelamento até reaparecer esses valores.

- h - Prosseguir com o processo descrito nos ítems (a) a (g), até encher completamente a cavidade. e a cada 03 passes verificar a existência de novas trincas fazendo-se uso do líquido penetrante.

O método acima descrito só deve ser aplicado nas trincas maiores. As trincas menores devem ser soldados, sem o uso dos pinos de referência, mesmo porque elas não oferecem campo suficiente para instalação dos mesmos.

CONCLUSÃO

Através do estágio supervisionado tive oportunidade de por em prática a maioria dos conhecimentos teóricos adquiridos no decorrer do Curso de Engenharia Mecânica. Por sua vez passei a assimilar conhecimentos que seriam impossíveis de serem ministrados em salda de aula, tais como: Relacionamento com pessoas ligadas a obra, desde o mais alto funcionário ao mais humilde dos serventes. Resolução de problemas aparentemente simples mas de grande valor prático.

A grande vantagem do aluno que realiza um estágio, é que tem oportunidade de uma passagem gradual da condição de estudante para a de profissional. Pois durante o período do referido estágio ele conta com o apoio dos colegas e mesmo dos engenheiros chefe que compreendem a sua condição de inespiciente.

Não me tornarei demasiadamente monótono, tentando enumerar todas as vantagens que nos proporciona este primeiro contacto com a vida profissional, limitando-me apenas a reconhecer que o meu Curso de Engenharia Mecânica jamais estaria completo sem a realização do estágio Supervisionado, o qual além de me abrir novos horizontes me proporcionou uma visão global da realidade profissional.

ANEXOS
=====

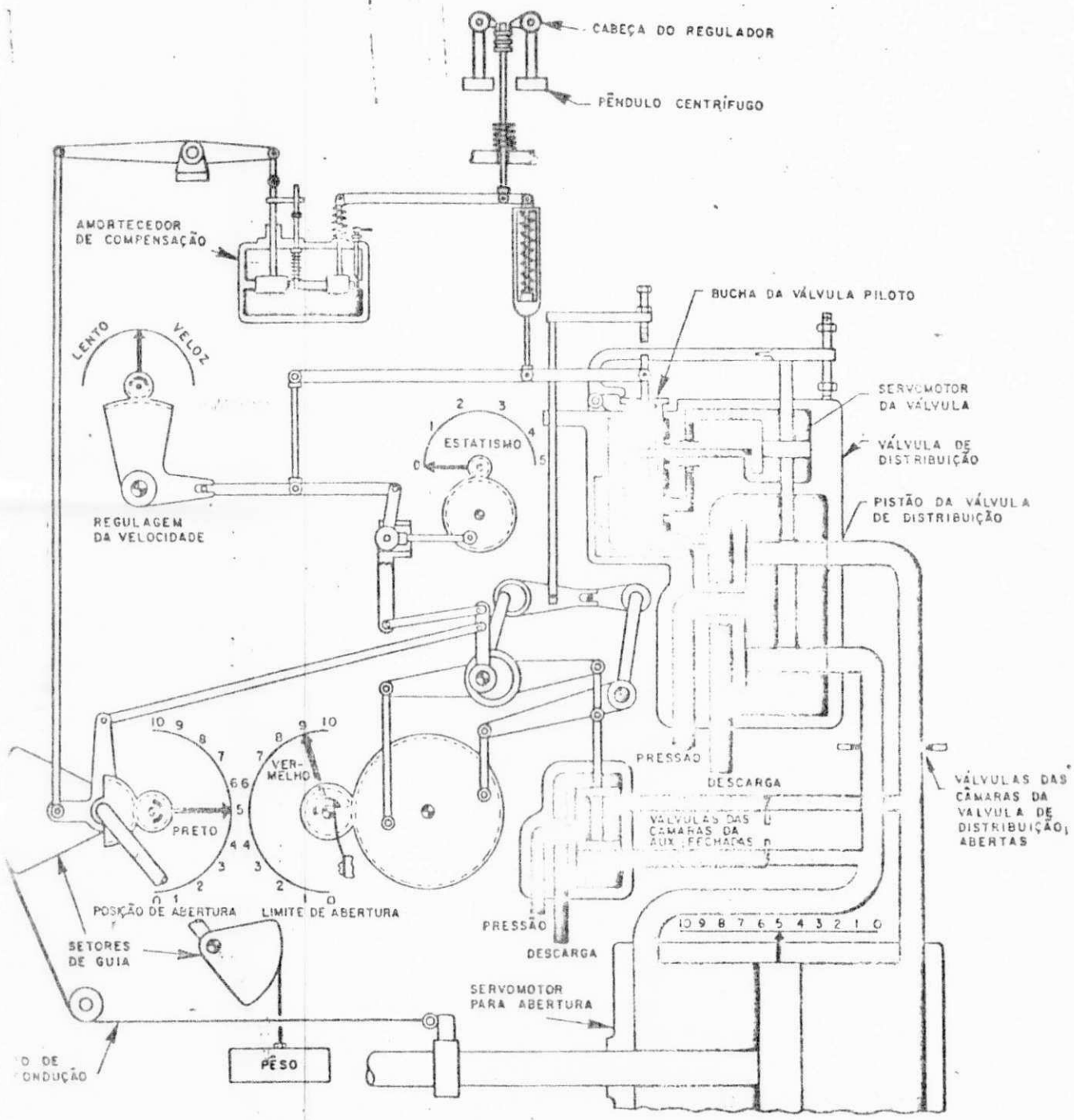


Figura 02

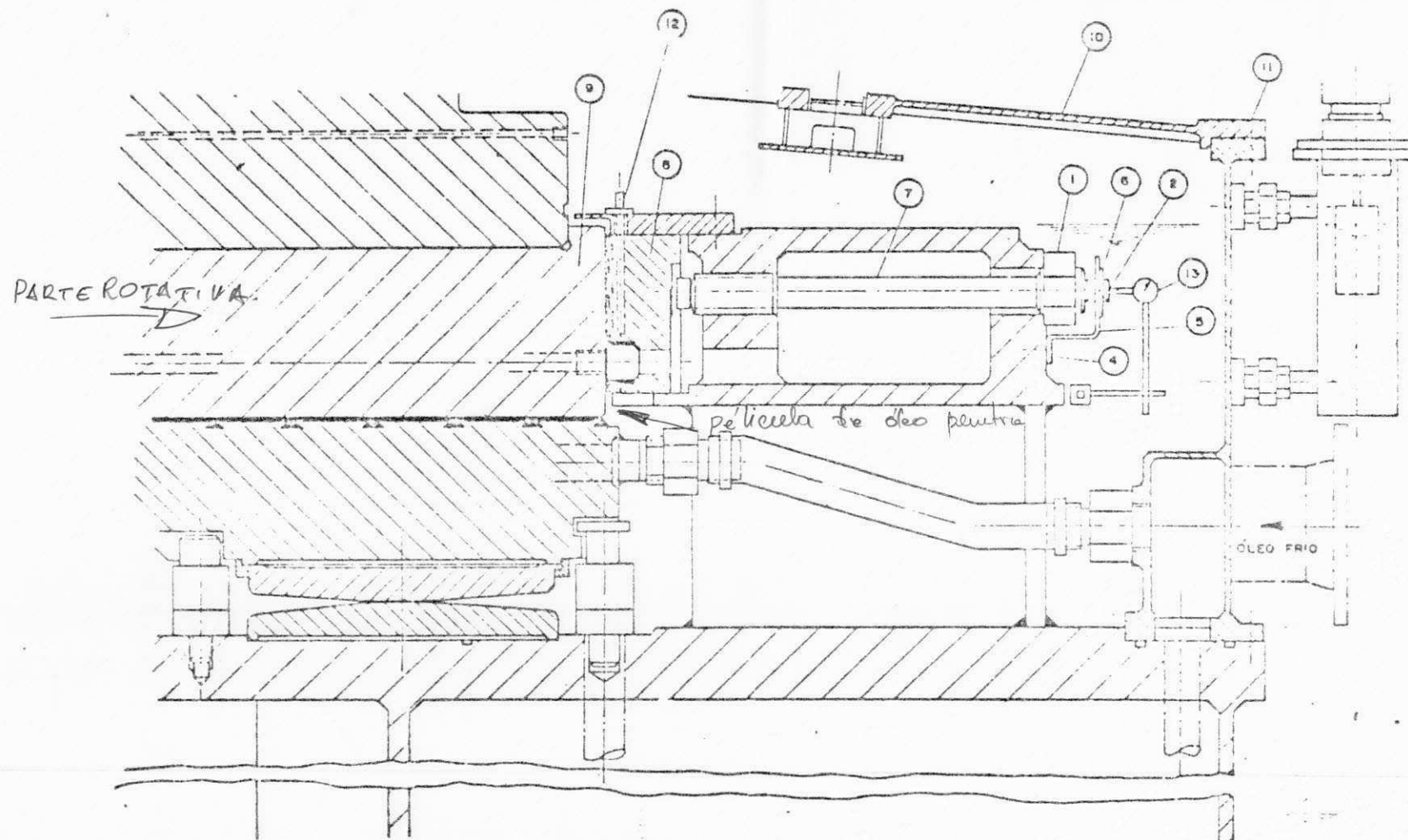
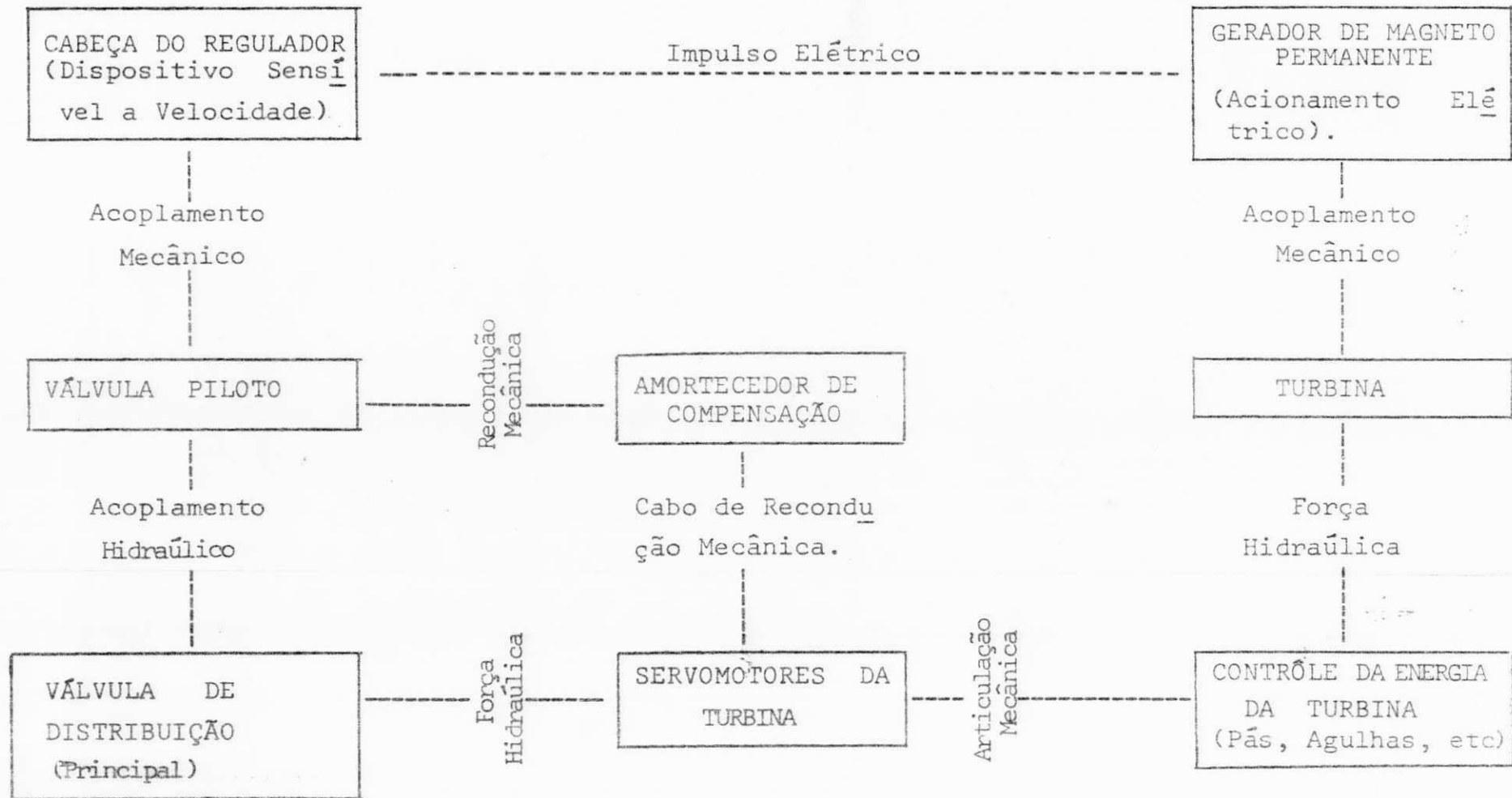


Figura 01

AS 100001

OBSERVAÇÕES -	PROJETADO	COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO
	DESENHADO <i>D. J. M.</i>	USINA III
	VERIFICADO	MANCAL GUIA DO GERADOR
	VITIM <i>V. J. M.</i>	

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



BIBLIOGRAFIA.

GUIAS DE MANUTENÇÃO MECÂNICA - Departamento de Produção de Energia - CHESF.

GUIA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - SIEMENS.

MANUAL DE DADOS TÉCNICOS DA USINA DE PAULO AFONSO I - Departamento de Produção de Energia - CHESF.

EROSÃO DE CAVITAÇÃO EM TURBINAS FRANCIS: DESCRIÇÃO DO FENÔMENO E MEIOS DE MINIMIZÁ-LOS - BUREAU OF RECLAMATION - Welding Repair to hydraulic equipment.

WILLIAM J. RHEINGANS - Cavitation in hydraulic turbines.

O. BURGHERR e A. WERNER - Repair Welding of turbine runner.

REPARO DAS ÁREAS TRINCADAS EM ROTORES DE TURBINAS FRANCIS - BUREAU OF RECLAMATION - Welding Repair to hydraulic equipment.

L. R. MALIK e M. L. CHAWLA - Cracking Of Hidro-Turbine Runner Blade.

ROBERTO SARMENTO - Trincas em Turbinas FRANCIS: Seu controle, correção e Equipamentos utilizados.