



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

**Manutenção no
Centro de Produção de Eletricidade do Pego**

Relatório de Estágio

Rui Manuel Gomes Nunes

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Tomar / outubro /2021



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Rui Manuel Gomes Nunes

**Manutenção no
Centro de Produção de Eletricidade do Pego**

Relatório de Estágio

Orientado por:

Ana C. V. Vieira – Instituto Politécnico de Tomar

Eng.º Nuno Albuquerque – Chefe do Departamento de Manutenção na PEGOP

Relatório de Estágio

Apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar

para cumprimento dos requisitos necessários

à obtenção do grau de Mestre

em Engenharia Eletrotécnica

À família

RESUMO

Este documento tem como finalidade descrever o estágio realizado no Centro de Produção de Eletricidade do Pego, na área da Manutenção. O âmbito do estágio consistiu, no seu essencial, no acompanhamento do departamento de manutenção da Pegop Energia, Empresa responsável pela operação e Manutenção do Centro de Produção de Energia do Pego.

Ao longo do relatório será feita uma breve descrição sobre centrais térmicas, uma pequena apresentação sobre a PEGOP e os seus serviços bem como a metodologia de manutenção aplicada na Central a Carvão e na Central de Ciclo Combinado.

Serão ainda apresentadas algumas obras-tipo de sistemas e equipamentos de acordo com o plano de manutenção da Central de Ciclo Combinado a Gás Natural.

Por último será feita uma breve conclusão sobre o estágio e comentários finais sobre o trabalho desenvolvido.

Palavras-chave: Central, Ciclo Combinado, Estágio, Plano de manutenção, manutenção de instalações técnicas.

ABSTRACT

The purpose of this report is to describe the internship carried out in the Maintenance area at the Pego Electricity Production Center.

The scope of the internship essentially consisted of monitoring the maintenance department of Pegop Energia, the company responsible for the maintenance and operation of the Pego Energy Production Center.

Throughout the report, a brief description of the constitution and operation of thermal power plants is made. A short presentation is made about PEGOP and its services, as well as the maintenance methodology applied at the Coal Power Plant and at the Combined Cycle Power Plant.

Some standardized documents to support maintenance work for systems and equipment will also be presented in accordance with the maintenance plan of the Combined Cycle Natural Gas Plant.

Finally, there will be a brief conclusion about the internship and final remarks on the work developed.

Keywords: Plant, Combined Cycle, Internship, Maintenance plan, maintenance of technical installations.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu orientador do Instituto Politécnico de Tomar, Doutora Ana Vieira, pela ajuda dada na realização deste relatório.

Quero agradecer ao Chefe de Departamento de Manutenção, Engenheiro Nuno Albuquerque, pela absoluta disponibilidade e abertura para discutir comigo os vários aspetos da Engenharia Eletrotécnica, pela sua incansável dedicação em explicar-me as soluções para as diversas situações, bem como em incentivar o meu sentido crítico para procurar soluções para problemas hipotéticos;

Aos restantes colaboradores da Pegop Energia Elétrica SA pela sua disponibilidade em colaborar sempre que lhes foi solicitado.

A todos aqui expresso o meu sentido agradecimento.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XV
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XVII
LISTA DE SÍMBOLOS	XXI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos do Estágio	1
1.2. Estratégias de Manutenção	2
2. GRUPO TRUSTENERGY	1
2.1. Estrutura acionista.....	1
2.2. As subsidiárias	3
2.3. Operação e Manutenção.....	5
3. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO.....	7
3.1. Manutenção técnica pela PEGOP	8
3.2. Codificação KKS	11
3.3. Maximo	13
3.3.1. Gestão de Trabalhos.....	15
3.3.2. Gestão de Inventários.....	16
3.3.3. Gestão de Recursos	17
3.3.4. Gestão de Serviços	18
3.3.5. Gestão de Contratos	18

3.3.6. Gestão de Ativos	19
3.4. As instalações e os seus equipamentos	20
3.4.1. Central Termoelétrica a Carvão do Pego	21
3.4.2. Equipamentos da Central Termoelétrica do Pego.....	24
3.4.3. Central de Ciclo Combinado a gás natural do pego.....	32
3.4.1. Equipamentos da CCGT do pego	33
4. ENERGIA E SISTEMAS DE POTÊNCIA	43
4.1. Descrição geral	43
4.2. Diagrama unifilar simplificado (<i>SingleLineDiagram</i>)	43
4.3. Gerador SGEN5 - 2000H	45
4.3.1. Estator Laminado	46
4.3.2. Rotor	46
4.3.3. Excitação.....	47
4.4. Transformadores 400/20kV, 505 MVA (x0BAT01).....	48
4.5. Disjuntor do Gerador	52
4.6. Barramento isolado (IPB– Isolated phase bus).....	55
4.6.1. Vantagens de utilização	55
4.6.2. Terra do barramento.....	57
4.6.3. Dispositivo de terra e curto-circuito	59
4.6.4. Dispositivo de terra temporário	59
4.6.5. Cubículo redutor de pressão	60
4.7. Subestação - Aparelhagem de alta tensão.....	60
4.7.1. Aparelhagem e Equipamentos	63
4.7.2. Disjuntor SF6 de 400 kV	65
4.8. Aparelhagem de Alta Tensão	66
4.9. Aparelhagem de Baixa Tensão	68
5. GRANDE MANUTENÇÃO DO GRUPO 4	71
5.1. Manutenção do quadro de média tensão 40BBE.....	72
5.2. Manutenção no Barramento isolado 20 kV	74
5.3. Manutenção do Transformador Principal 40BAT	77
5.4. Manutenção do motor de 6 kV 40PAC10AP001	84
5.5. Manutenção do motor de 6 kV 40LAC12AP001	91
6. CONCLUSÕES.....	97

REFERÊNCIAS	99
ANEXO 1 – OBRA TIPO – EG0147	101
ANEXO 2 – OBRA TIPO – EG0085	103
ANEXO 3 – OBRA TIPO – EG0085	105
ANEXO 4 – OBRA TIPO – EG1018	107
ANEXO 5 – OBRA TIPO – E0009	111
ANEXO 6 – OBRA TIPO – E0001	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Acionista [4].	2
Figura 2 – Empresas do projeto TrustEnergy [4].	6
Figura 3 – Organograma hierárquico da PEGOP.	9
Figura 4 – Exemplo da aplicação do KKS até ao componente (adaptado de [9]).	12
Figura 5 – KKS do Equipamento em chapa rebitada (Fonte própria).	12
Figura 6 – KKS do Equipamento em chapa plástica (Fonte própria).	12
Figura 7 – Relação entre EAM e APM [11].	14
Figura 8 – Ecrã de entrada da Plataforma Máximo Pegop-CCGT.	15
Figura 9 – Menu de seleção de funcionalidades ativas no Maximo.	15
Figura 10 – Informação parcial de uma Autorização de trabalho para Manutenção Corretiva.	16
Figura 11 – Listagem de alguns artigos em armazém.	17
Figura 12 – PAC: Pedido de aquisição e compra com indicação de requisição e ordem.	18
Figura 13 – Acompanhamento e controlo de obra.	19
Figura 14 – Gestão contratos.	19
Figura 15 – Gestão de Ativos.	20
Figura 16 – Localização Centro Produção de Energia do Pego [5].	21
Figura 17 – Funcionamento da Central Termoelétrica do Pego. [5].	23
Figura 18 – Representação estrutural da Caldeira: a) esquema funcional; b) informações técnicas.	26

Figura 19 – Moinhos de Carvão: a) Esquema simplificado; b) Detalhe do processo de moagem.	27
Figura 20 – Queimador: Representação esquemática de funcionamento.	28
Figura 21 – Precipitadores Electroestáticos.	30
Figura 22 – Grupo Gerador: Turbinas 1) a Vapor de Alta pressão; 2) a Vapor de Média pressão; 3) a Vapor de Baixa pressão. 4) Alternador.	31
Figura 23 – Alternador (Fonte própria).	32
Figura 24 – Ecrã da interface de controlo do grupo 3 da CCGT.	34
Figura 25 – Turbina a gás: Modelo SOLIDWORKS® [16].	35
Figura 26 – Camara de combustão da Turbina a Gás.	36
Figura 27 – Turbina a vapor [16].	37
Figura 28 – Aspeto geral da Turbina a Vapor: 1) Turbina de Alta pressão H30-25-25-TPL; 2) Turbina de Média Pressão IL30-1x12,5-M3; 3) Turbina de Baixa pressão IL30-1x12,5-M3.	37
Figura 29 – O gerador THDF refrigerado a hidrogénio.	38
Figura 30 – Caldeira de recuperação de calor (Fonte própria).	39
Figura 31 – Representação esquemática da Caldeira horizontal da Figura 30 [16]	40
Figura 32 – Condensador.	41
Figura 33 - Torres de Refrigeração	42
Figura 34 – Torre de refrigeração de circulação forçada.	42
Figura 35 – Diagrama unifilar simplificado (SingleLineDiagram).	44
Figura 36 – Gerador SGEN5	45
Figura 37 – Rotor do Gerador.	47
Figura 38 – Excitação.	48
Figura 39 – Transformadora estrela-triângulo 3 fases.	48
Figura 40 – Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA (Figura 41).	50

Figura 41 – Dados técnicos Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA [17].....	51
Figura 42 – Comutador de tomadas do Transformador [17]	51
Figura 43 – Disjuntor Gerador [15].....	52
Figura 44 – Esquema do Disjuntor do Gerador [15]	53
Figura 45 – Interior do Disjuntor/Seccionador [15].	54
Figura 46 – Operação Local e Indicação [17]	54
Figura 47 – Barramento isolado IPB– <i>Isolated phase bus</i>	56
Figura 48 – Detalhes de construção do barramento.	57
Figura 49 – Esquemático do sistema de isolamento e terra da conduta do barramento.	58
Figura 50 – Dispositivo de terra e curto-circuito.....	59
Figura 51 – Dispositivo de terra temporário barramento	60
Figura 52 – Cubículo redutor de pressão e esquema pneumático.	61
Figura 53 – Subestação - Aparelhagem de alta tensão.	62
Figura 54 – Esquema unifilar da Subestação.....	63
Figura 55 – Seccionador de linha; transformador de corrente e Seccionador de Terra (Fonte própria).	65
Figura 56 – Disjuntor SF6 de 400 kV (Fonte própria).	66
Figura 57 – Aparelhagem de Alta Tensão.	67
Figura 58 – Compartimentos da aparelhagem de alta tensão.	67
Figura 59 – Extração disjuntor de Alta Tensão.	68
Figura 60 – Aparelhagem de Baixa Tensão.....	69
Figura 61 – Constituição quadro BT.	69
Figura 62 – Disjuntores amovíveis de baixa tensão.	70
Figura 63 – Obra G202003153 (número de Obra Máximo): Inspeção e controlo de pontos quentes.	72

Figura 64 – Obra G202003152 (Número de Obra Máximo) a ser realizada na cela do disjuntor motorizado de 6 kV, de chegada do transformador 40BBT01.	74
Figura 65 – Obra G202003119 (Número de Obra Máximo): Revisão barras blindadas.....	75
Figura 66 – Interior das condutas 40BAA (Fonte própria).	76
Figura 67 – Estado geral e limpeza suportes e reparação fuga junto ao Alternador (Fonte própria).....	76
Figura 68 – Vedação com <i>polyglass</i> e silicone e colocação de etiquetas termo sensíveis (Fonte própria).	77
Figura 69 - Obra G202003117(Número de Obra Máximo): Revisão Transformador principal.	78
Figura 70 – Ventiladores beneficiados (Fonte própria).	82
Figura 71 – Trabalhos no ruptor (Fonte própria).	83
Figura 72 – Sílica-gel Transformador (Fonte própria).....	83
Figura 73 – Obra G202100313: Revisão geral motor 6 kV 40PAC11AP001.	85
Figura 74 – Desmontagem e movimentação do motor (Fonte própria).	88
Figura 75 – Aspetos durante a beneficiação do motor (Fonte própria).....	89
Figura 76 – Remontagem após beneficiação do motor.	90
Figura 77 – Inspeção no local sem desmontagem do motor 40LAC12AP001.	92
Figura 78 – Inspeção ao motor sem desmontagem.	93
Figura 79 – Verificações do estado geral das chumaceiras do motor (Fonte Própria).....	94
Figura 80 – Verificações e ensaios elétricos do motor (Fonte própria).	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura do KKS	11
Tabela 2 – Designação KKS dos equipamentos alvo de estudo durante o estágio.	13
Tabela 3 – Especificações da Caldeira.	25
Tabela 4 – Especificações moinhos de carvão.	26
Tabela 5 – Especificações do Queimador.....	28
Tabela 6 – Especificações Percipitadores Eletrostáticos	30
Tabela 7 – Especificações técnicas de turbinas a vapor.	31
Tabela 8 – Especificações do Alternador	32
Tabela 9 – Características do Alternador Siemens SGen5.	38
Tabela 10 – Sistemas Tensões na Central Elétrica.	45
Tabela 11 - Chapa de Características Gerador	46
Tabela 12 – Descrição tipo de arrefecimento do transformador [17].....	49
Tabela 13 - Especificações Técnicas Barramento isolado.....	58
Tabela 14 – Tabela de obras a realizar no Quadro MT 40BBE.	73
Tabela 15 – Tabela de obras a realizar no Barramento isolado 400/20 kV.....	74
Tabela 16 – Tabela de obras a realizar no Transformador Principal 40BAT.....	77
Tabela 17 - Tabela de obras a realizar no motor 40PAC10AP001.	84
Tabela 18 – Tabela de obras a realizar no motor 40LAC12AP001	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	<i>Artificial Intelligence</i> – Inteligência Artificial
AIP	<i>Asset Investment Planning</i> – Planeamento e Investimento em ativos
AP	Alta Pressão
APM	<i>Asset Performance Management</i> - Gestão de desempenho de ativos
AT	Autorização Trabalho
ATEX	Norma sobre atmosferas explosivas
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BP	Baixa Pressão
CCGT	<i>Combined Cycle Gas Turbine</i> – Central de Ciclo Combinado a Gás Natural
CEN	Comité Europeu de Normalização
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management Systems</i> - Sistemas Computadorizados de Gestão da Manutenção
CT	Comissão Técnica
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i> – Instituto Alemão para Normatização.
EAM	<i>Enterprise Asset Management</i> - Gestão de Ativos empresariais
IGV	<i>Inlet Gate Vents</i> – Alhetas de entrada
IoT	<i>Internet of Things</i> – Internet das Coisas
IPB	<i>Isolated phase Bus</i> - Barras Blindadas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> – Organização Internacional para Padronização
KKS	<i>Kraftwerk Kennzeichnen-System</i> – Sistema de Codificação para Centrais térmicas
M2E	Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – com Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial
MP	Média pressão
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> – Tempo Médio Entre em Avarias
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i> – Tempo Médio de Reparação
OLTC	<i>On Load Tap Changer</i> – Comutador de potência em carga
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Pedido de Abastecimento e Compra
PCM	Planeamento e Controlo de Manutenção
PMP	Plano de Manutenção Preventiva

RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> – manutenção centrada na fiabilidade
REN	Redes Energéticas Nacionais
RPM	Rotações Por Minuto
SCR	<i>Selective catalytic reduction</i> – Redução catalítica seletiva –
SF6	Hexafluoreto de Enxofre
SFC	<i>Static Frequency converter</i> – Conversor Estático de Frequência
TG	Turbina a gás
TI	Transformador de intensidade/corrente
TP5 e TP8	Manuais da Siemens para a manutenção de sistemas/equipamentos
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> – Manutenção Produtiva Total
TT	Transformador de tensão
TV	Turbina de Vapor

Abreviaturas da codificação KKS (dos termos germânicos traduzidos para português):

ACA	Equipamentos de 400kV
BAT	Transformador do gerador e respetivo sistema de ventilação
BBA	Distribuição a média tensão
BBT	Transformador de média tensão
BJA	Distribuição a baixa tensão
BJT	Transformador de baixa tensão
BRU	Inversor
BUA	Distribuição em corrente contínua
CHA	Quadros dos sistemas de proteção do gerador ou transformador
CYE	Sistema de alarme de incêndio
EKC	Sistema de aquecimento
EKT	Sistema de pré-aquecimento de gás
LAC	Bombas de alimentação de água para a caldeira
LBA	Tubagem do circuito de alimentação de água para a caldeira (exceto bombas)
LBG	Tubagem do sistema auxiliar de vapor
LCA	Tubagem do sistema de condensados (exceto bombas)
LCB	Bombas do circuito de condensados
MAA	Circuito de alta pressão de vapor
MAB	Circuito de média pressão de vapor
MAC	Circuito de baixa pressão de vapor
MAG	Condensador

MAK	Sistema de transmissão (embraiagem) entre turbinas e gerador
MBA	Turbina a gás natural
MKA	Gerador principal
MKC	Sistema de excitação do gerador
PAB	circuito de água de arrefecimento
PUR	Sistema de proteção catódica
QLA	Sistema de alimentação de água
QLB	Sistema de vapor
QUA	Sistema de amostragem da água de alimentação (LAX)
QUB	Sistema de amostragem do vapor (LBx)
SAM	Sistema de ventilação
SCA	Sistema de gerador de ar comprimido
SGA	Circuito de água da rede de incêndio
SGE	Circuito de sprinkler's da rede de incêndio
UMC	Edifício da turbina a vapor e turbina a gás natural (sistema de veio único)

LISTA DE SÍMBOLOS

Ω	Ohm
L	Indutância
C	Capacitância

1. INTRODUÇÃO

Este relatório surge no âmbito da unidade curricular de Estágio do Mestrado Engenharia Eletrotécnica da Escola Superior de Tecnologia de Tomar (ESTT) do Instituto Politécnico de Tomar (IPT).

O estágio decorreu em Abrantes na empresa PEGOP– Energia Elétrica, S.A, responsável pela operação e manutenção do Centro de Produção de Eletricidade do Pego (CPEP). O estágio decorreu de novembro de 2020 a agosto de 2021, teve a duração de 1458 horas no total e como objetivos a integração no departamento de manutenção, acompanhando e executando tarefas de diversa natureza, com maior enfoque na preparação e execução de manutenção geral dos sistemas de transmissão de potência do grupo 4 do CPEP.

1.1. Objetivos do Estágio

O estágio teve como principais objetivos:

- Estudar e compreender o funcionamento tanto da Central a Carvão como da Central de Ciclo Combinado;
- Estudar, analisar e compreender a documentação da Siemens sobre operação e manutenção da Central de Ciclo Combinado;
- Estudar e compreender os requisitos de operação e manutenção de todos os equipamentos e componentes que foram instalados, com base nos manuais dos fabricantes;
- Colaborar na criação de obras tipo para a realização de manutenção preventiva, a partir da documentação referida anteriormente;
- Aprofundar os conhecimentos sobre os sistemas de transferência de energia, e respetivos equipamentos, da Central de Ciclo Combinado;
- Cooperar na manutenção de diversos equipamentos: Gerador SGEN5-2000H; Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA; Seccionadores/disjuntores dos geradores ABB HECS 130 XL; Celas de 6kV; Celas de 400V; Barras blindadas;

- Acompanhar e apoiar trabalhos de manutenção preventiva sistemática ao Grupo 4, durante a paragem programada das 25000 horas.

1.2. Estratégias de Manutenção

Os equipamentos, máquinas, sistemas e instalações têm vindo a evoluir e a modificar-se ao longo dos tempos, tornando-se cada vez mais sofisticados, exigindo uma melhoria contínua nos processos de manutenção e um trabalho mais rigoroso da parte do gestor de manutenção. Apesar da evolução nos equipamentos e instalações, as necessidades de manutenção continuam a ser semelhantes. Por este motivo, e compreendendo a manutenção como um conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão que permitem regular o normal funcionamento desses mesmos equipamentos, pode-se dividir em três grandes estratégias [1] [2] [3]:

- Manutenção Corretiva, também conhecida como manutenção reativa ou “funcionar até avariar”;
- Manutenção preventiva sistemática, que é manutenção regular efetuada de acordo com calendários definidos, independentemente da condição do equipamento;
- Manutenção preventiva condicionada ou preventiva preditiva, ou seja, a manutenção com base na condição, que se baseia na constante monitorização do equipamento em funcionamento e na previsão de avarias.

Manutenção Corretiva

Quando um equipamento avaria, tem de ser reparado (ou substituído!). É este o pressuposto da manutenção corretiva, também chamada manutenção reativa. Por outras palavras, é a atividade técnica executada depois da ocorrência de uma avaria e tem como objetivo restaurar o ativo para uma condição em que pode funcionar como pretendido, quer pela sua reparação ou por substituição.

Manutenção Corretiva e Manutenção de Emergência

Não se deve, contudo, confundir a manutenção corretiva com a manutenção de emergência, que ocorrem em diferentes fases de uma avaria. Enquanto a manutenção corretiva é efetuada numa altura em que determinado dano físico ou perturbação no funcionamento normal do equipamento é notória (ou seja, uma falha funcional); já a manutenção emergencial ocorre após uma falha total do equipamento, que requeira manutenção urgente (e tem, por norma, custos mais elevados).

Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva

Mesmo tendo em conta os potenciais desperdícios da manutenção preventiva, esses gastos tendem a ser muito menores do que a reparação do ativo apenas quando já existe uma falha funcional. As estratégias focadas na manutenção preventiva representam uma poupança em relação à manutenção corretiva. Algumas estimativas apontam para poupanças entre 40% a 60% anualmente quando a manutenção preventiva é o foco.

Manutenção Preventiva e Manutenção Centrada na Fiabilidade

Apesar de existir uma certa tendência para confundir a manutenção centrada na fiabilidade (*Reliability Centered Maintenance* - RCM) com simples manutenção preventiva, elas não são a mesma coisa. Em suma, o objetivo da manutenção centrada na fiabilidade é aumentar a disponibilidade dos ativos. Obviamente, isto exige uma grande aposta na manutenção preventiva, mas não só.

Há vários tipos de manutenção que se encaixam numa estratégia centrada na fiabilidade, incluindo manutenção preditiva, da qual nos focaremos abaixo. Portanto, embora a manutenção preventiva e a manutenção centrada na fiabilidade possam coexistir, não se sobrepõem totalmente nem devem ser usadas como sinónimos.

Manutenção Preditiva

De todos os tipos de manutenção, este é o mais recente e aquele que requer maior investimento a nível tecnológico. A meta da manutenção preditiva é prever quando é que uma avaria está a ponto de ocorrer, quando certas condições indesejáveis são detetadas é agendada uma reparação antes da ocorrência no equipamento ocorrer e efetivamente avariar,

eliminando, assim, a necessidade de manutenção corretiva dispendiosa ou manutenção preventiva desnecessária.

A Manutenção Preditiva baseia-se na condição física e operacional dos equipamentos, através da monitorização regular e testes da condição e desempenho dos equipamentos, usando técnicas avançadas como análise de vibração, análise de óleo, acústica, testes de infravermelho, ou imagem térmica.

Manutenção Preditiva e Manutenção Preventiva Sistemática

Apesar do investimento elevado, a manutenção preditiva pode representar grandes poupanças a longo prazo. A manutenção preditiva é mais eficaz a detetar potenciais avarias do que a manutenção preventiva sistemática e é mais incisiva em relação às ações realmente necessárias.

Manutenção Preditiva e Manutenção Baseada na Condição

Muitas fontes definem a manutenção preditiva como a manutenção baseada na condição. Embora seja uma confusão compreensível, afinal de contas a manutenção preditiva também avalia a condição de cada equipamento, é importante fazer esta distinção.

A manutenção baseada na condição foca-se em análises e parâmetros bem-definidos. Por exemplo, se após uma inspeção visual detetarmos algo de anormal, faz-se uma intervenção. Se o *output* do equipamento baixou, então houve uma alteração clara no estado do equipamento e deve-se fazer manutenção. Mas manutenção preditiva vai um pouco mais longe ao tentar detetar as falhas numa fase ainda mais precoce.

2. GRUPO TRUSTENERGY

A TrustEnergy [4] é um grupo empresarial com uma forte presença no sector da energia em Portugal, baseando a sua atividade na produção de eletricidade, de forma segura e eficiente, com o devido respeito pelo ambiente e a um preço competitivo.

Estes objetivos são cumpridos graças à gestão rigorosa de ativos com fiabilidade e desempenho comprovados.

O tal conjunto diversificado de ativos combina os benefícios conjugados das energias renováveis com a flexibilidade e eficiência do gás natural. Apesar da competitividade financeira do carvão, prevê-se que esta fonte de energia deixe de ser utilizada em Portugal a partir de novembro, cumprindo as orientações de descarbonização. Para tal será necessária uma reconversão tecnológica dos dois grupos no Pego.

Com uma capacidade instalada total de cerca de 3000 MW, a TrustEnergy é o segundo maior *player* no sector elétrico nacional e o quarto no segmento eólico [4].

2.1. Estrutura acionista

A TrustEnergy tem como acionistas a Engie e a Marubeni, tal como ilustrado na Figura 1.

Engie

A Engie [4] é um grupo empresarial francês, *player* mundial no sector da energia e um operador especializado em três grandes áreas:

- Eletricidade
- Gás Natural
- Serviços Energéticos

A Engie é o maior produtor independente de energia do mundo, atuando em cerca de 70 países nos 5 continentes, com mais de 140.000 funcionários. O conceito de crescimento responsável está no centro das suas atividades, com vista a dar resposta aos atuais maiores desafios em termos de energia e ambiente: satisfazer a procura de energia, garantindo a

segurança do abastecimento, considerando o necessário combate às alterações climáticas e a utilização otimizada dos recursos.

Em Portugal, as atividades da Engie estão focadas principalmente na produção de energia, com uma participação de 50% da TrustEnergy. Contudo, atua também noutras áreas associadas aos serviços energéticos, através da Cofely e da Climaespaço, e ao ambiente, através da SUEZ.

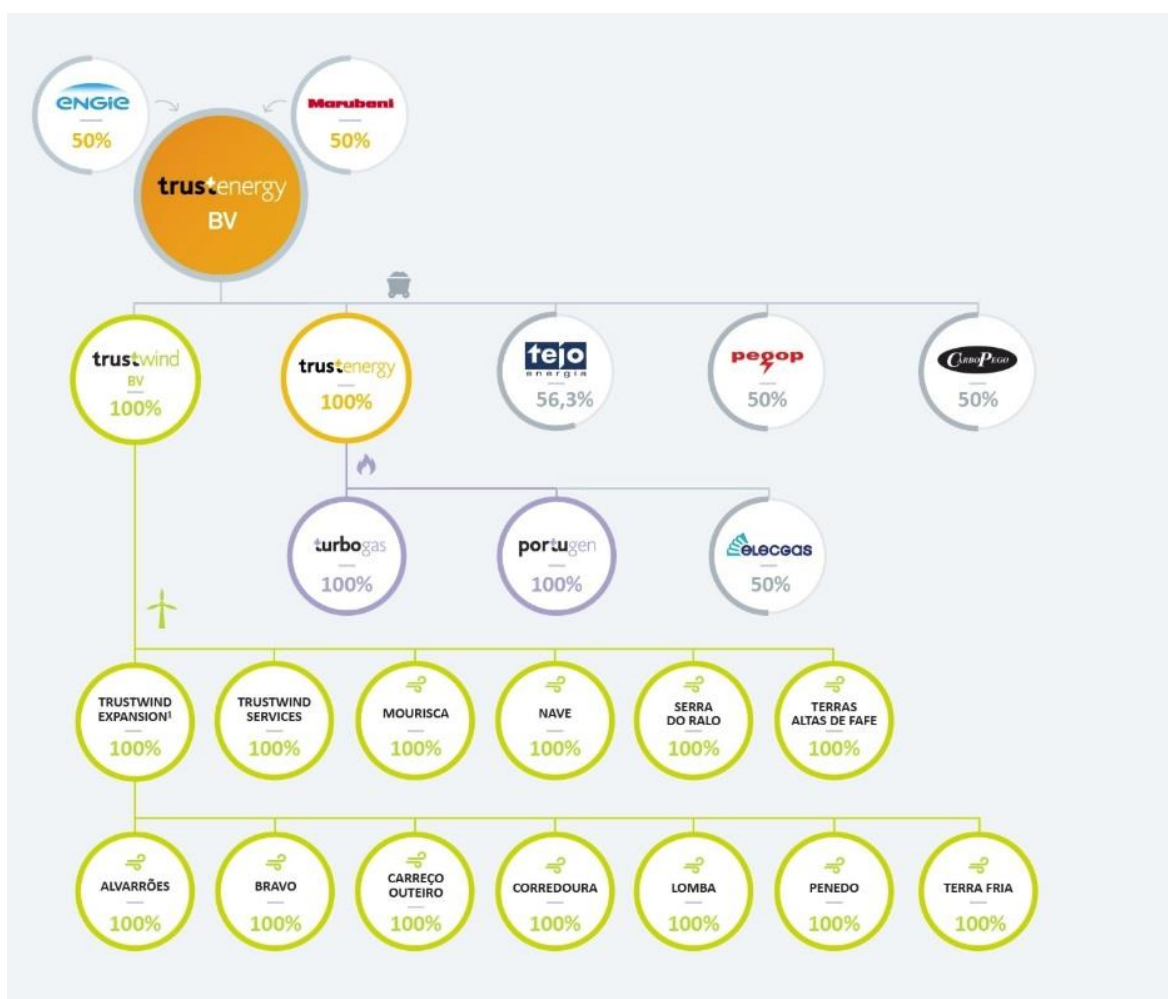


Figura 1 – Estrutura Acionista [4].

Marubeni

Fundada em 1858, a Marubeni [4] é uma empresa japonesa que iniciou a sua atividade na área do comércio. Após diversas alterações, a atual Marubeni desenvolve atividade em nove

segmentos distintos, com presença em áreas como a energia, transportes, infraestruturas, têxtil, navegação e alimentação, em 64 países, empregando mais de 4.000 pessoas.

Com o mote "Fairness, Innovation and Harmony", a Marubeni visa contribuir para o desenvolvimento social e económico e para a salvaguarda do ambiente através da realização de atividades sociais justas e corretas.

Em Portugal, a Marubeni atua, essencialmente, na produção de eletricidade, contando com uma participação de 50% da TrustEnergy. Está também presente na gestão de sistemas de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, possuindo ainda uma participação de 50% da AGS (Águas de Cascais, Águas do Sado, Águas da Figueira, entre outras). Ainda, juntamente com a Toho Gas, a Marubeni adquiriu, em 2016, uma participação de 22,5% na Galp Gás Natural Distribuição.

2.2. As subsidiárias

A TrustEnergy controla o capital de diversas subsidiárias, com atuação na área da energia, tal como também se pode observar na Figura 1.

A TrustEnergy assenta a sua produção maioritariamente em centrais termoelétricas, com uma potência total instalada de aproximadamente 2,5 GW, contando ainda com cerca de 0,5 GW de potência instalada em parques Eólicos.

Para além de controlar empresas de produção de eletricidade, a TrustEnergy detém ainda capitais de empresas responsáveis pela operação e manutenção de centrais de produção e de empresas proprietárias dos ativos.

De seguida descreve-se sumariamente as empresas do grupo que detém os ativos [4].

A TrustWind

A TrustWind é a empresa responsável pela gestão dos ativos eólicos da TrustEnergy.

Anteriormente conhecida como Lusovento Holding, foi criada em junho de 2013, após a formalização da Joint-Venture entre a ENGIE e a Marubeni. Recentemente, mudou a sua designação social para TrustWind.

A experiência da empresa em Portugal remonta a 2009, quando a ENGIE, após o investimento no sector de energia eólica em Portugal, em 2005 e 2007, através da aquisição

de quatro parques eólicos, passou a administrar e a gerir diretamente estes ativos através da uma sucursal em território nacional.

Atualmente, a TrustWind gere um conjunto de doze parques eólicos, dispersos de norte a sul do País, totalizando 489 MW: Terra Fria, no distrito de Vila Real; Carreço-Outeiro II, no distrito de Viana do Castelo; Terras Altas de Fafe, no distrito de Braga; Mourisca e Nave, no distrito de Viseu; Serra do Ralo, Prados, Mosqueiros II e Vale de Estrela, no distrito de Guarda; Bravo e Mougueiras, no distrito de Castelo Branco; e Baixo Alentejo/Mértola, no distrito de Beja.

A Turbogás

A Turbogás foi criada em novembro de 1994 com o objetivo de desenvolver a central de ciclo combinado a gás natural da Tapada do Outeiro.

A construção da Tapada do Outeiro desempenhou um papel fundamental na introdução do gás natural em Portugal. Aquando da sua plena exploração comercial, esta central consumia 70% do gás natural importado para o País, viabilizando a sustentabilidade económica do gasoduto.

O projeto foi adquirido em novembro de 2004 pela International Power. Devido à sua fusão com a ENGIE, a Turbogás passou a ser detida na totalidade pela TrustEnergy.

A Tejo Energia

A Tejo Energia é uma joint-venture entre a TrustEnergy, com uma participação de 56,25%, e a Endesa Generación com 43,75%.

A EDP iniciou a construção das unidades 1 e 2 da central térmica do Pego em 1987. Em 1990, como parte de uma iniciativa do Governo para reestruturar a EDP e incentivar o investimento do sector privado no sector da eletricidade, as referidas unidades foram sinalizadas para venda num concurso público internacional.

A Tejo Energia foi assim criada como proprietária da Central Térmica do Pego. Posteriormente, outras duas empresas foram incorporadas no projeto: a PEGOP e a CarboPego, para a operação e manutenção da central e para o fornecimento de combustível, respetivamente.

A ElecGás

A ElecGás é a empresa detentora da Central de Ciclo Combinado do Pego, constituída para deter, construir e operar este ativo, localizado em Abrantes.

É uma joint-venture entre a Endesa Generación e a TrustEnergy, cada uma com uma quota de 50%.

A central foi construída por um consórcio liderado pela Siemens, no âmbito de um contrato turnkey EPC¹ (Engineering, Procurement and Construction).

O projeto inclui o desenho, construção, comissionamento, operação e gestão de uma central de ciclo combinado a gás natural no Pego. A sua área está totalmente contida na Central Térmica do Pego, compartilhando alguns dos seus serviços auxiliares, tais como acessos e segurança, central de combate a incêndios, equipamento de monitorização ambiental, caldeira auxiliar, água industrial, desmineralização e tratamento de efluentes, entre outros.

O gás natural é fornecido pela Endesa e a totalidade da eletricidade gerada é vendida também à Endesa, no âmbito de um contrato de Tolling² com a duração de 25 anos.

2.3. Operação e Manutenção

As subsidiárias do Grupo TrustEnergy responsáveis pela operação e manutenção são a TrustWind a Portugén e a Pegop, tal como se observa na Figura 2.

O trabalho de estágio foi desenvolvido numa destas subsidiárias, a Pegop.

A Pegop

A PEGOP– Energia Elétrica, S.A [5] é responsável pela operação e manutenção do Centro de Produção de Eletricidade do Pego (CPEP) que abrange a Central Termoelétrica a Carvão do Pego (2 x 314 MW), propriedade da Tejo energia e a Central de Ciclo Combinado a gás natural do pego (2 x 418 MW), propriedade da ElecGás.

Totalmente baseada no Pego – Abrantes, emprega a maioria dos trabalhadores do projeto e, para além de assegurar o funcionamento direto das centrais, gere um conjunto alargado de

¹ “EPC” (“Engineering, procurement and construction”) ou Engenharia, Gestão de Compras e Construção, é um tipo de contrato que compreende num só instrumento o projeto, a construção, a compra de equipamentos e a montagem para uma determinada obra ou empreendimento.

² Um contrato entre uma empresa que possui matéria-prima e outra que é contratada para processá-la, de acordo com as especificações do proprietário.

contratos com outras empresas que operam algumas partes das instalações ou que mantêm determinados equipamentos.

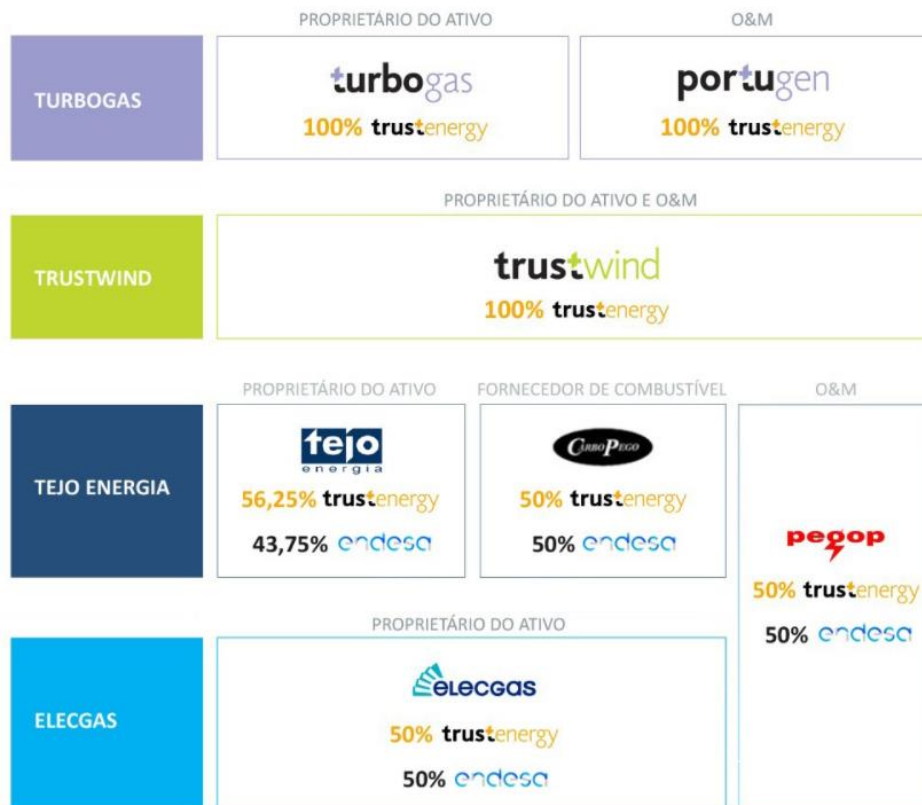


Figura 2 – Empresas do projeto TrustEnergy [4].

3. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO

O estágio decorreu em Abrantes na empresa PEGOP– Energia Eléctrica, S.A, a subsidiária da Trustenergy responsável pela exploração (operação e manutenção) do Centro de Produção de Eletricidade do Pego (CPEP), tal como já foi referido no capítulo anterior.

A empresa foi criada especificamente para manter e operar os clientes Tejo Energia e ElecGás, tal como ilustrado anteriormente na Figura 2.

Totalmente baseada no Pego, Abrantes, a empresa emprega a maioria dos trabalhadores do projeto Tejo energia e, para além de assegurar o funcionamento direto das Centrais, gere um conjunto alargado de contractos com outras empresas que operam partes das instalações ou que mantêm determinados equipamentos.

A carga da PEGOP estão dois grupos a carvão de 300MW e dois grupos a gás natural de 415MW e todos os sistemas necessários para o seu correto funcionamento os quais serão descritos mais à frente neste relatório.

As políticas e os princípios da TrustEnergy são aplicados em todas as empresas do grupo, em estrita conformidade com as normas éticas que definem o quadro de referência aplicável a todos os funcionários do grupo. Assim, o CPEP tem como objetivo produzir eletricidade de forma segura e eficiente, com o devido respeito pelo ambiente e a um preço competitivo [4] [5]. A competitividade do setor obriga ao empenho na melhoria contínua, com o intuito de produzir eletricidade com a maior eficiência possível e garantia de disponibilidade dos grupos geradores, o que implica o recurso a equipamentos de tecnologia atual e à sua rigorosa manutenção [5]. O trabalho desenvolvido no estágio focou-se na área da manutenção.

O estágio teve início com uma breve introdução dos trabalhos a realizar durante os 6 meses seguintes. Foi feito um estudo sobre a Central a Carvão e sobre a Central de Ciclo Combinado, com o objetivo de compreender a sua operação e as necessidades de manutenção. Foi-me ainda dado acesso à documentação da Siemens sobre a operação e manutenção da Central de Ciclo Combinado, documentação essa que abrange todos os equipamentos que foram instalados no CPEP, desde o mais pequeno transmissor até às turbinas ou ao gerador. A partir do estudo e análise detalhados desta documentação foi possível selecionar todos os dados relevantes sobre a operação dos equipamentos, bem como

sobre os trabalhos a realizar nos sistemas e equipamentos. Durante o estágio tive ainda a oportunidade de colaborar na criação de obras tipo, para o que foi importante compreender e analisar informações tais como a periodicidade de operações de manutenção a efetuar.

Durante os 9 meses de estágio foi possível aprofundar conhecimentos também sobre sistemas de transferência de energia e os respetivos equipamentos, bem como o acompanhamento da manutenção de alguns desses equipamentos, a saber:

- Gerador SGEN5 - 2000H;
- Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA;
- Seccionadores/disjuntores dos geradores ABB HECS 130 XL;
- Celas de 6kV;
- Celas de 400V;
- Celas de 220V DC;
- Barras blindadas.

Ficou também estabelecido que acompanharia alguns trabalhos de manutenção nestes equipamentos durante a paragem das 25000 horas do Grupo 4, programada para fevereiro/março 2021.

3.1. Manutenção técnica pela PEGOP

Ao longo dos anos de existência da Central a Carvão, a PEGOP desenvolveu e foi melhorando os seus próprios planos de manutenção, sob a responsabilidade dos gabinetes de Métodos e de Planeamento, sob responsabilidade do chefe de Engenharia e Planeamento indicado na Figura 3.

Para manter os níveis de prontidão exigidos, é necessário que os equipamentos estejam disponíveis e que não parem durante os períodos de funcionamento, pois isto traz perdas nos lucros da empresa.

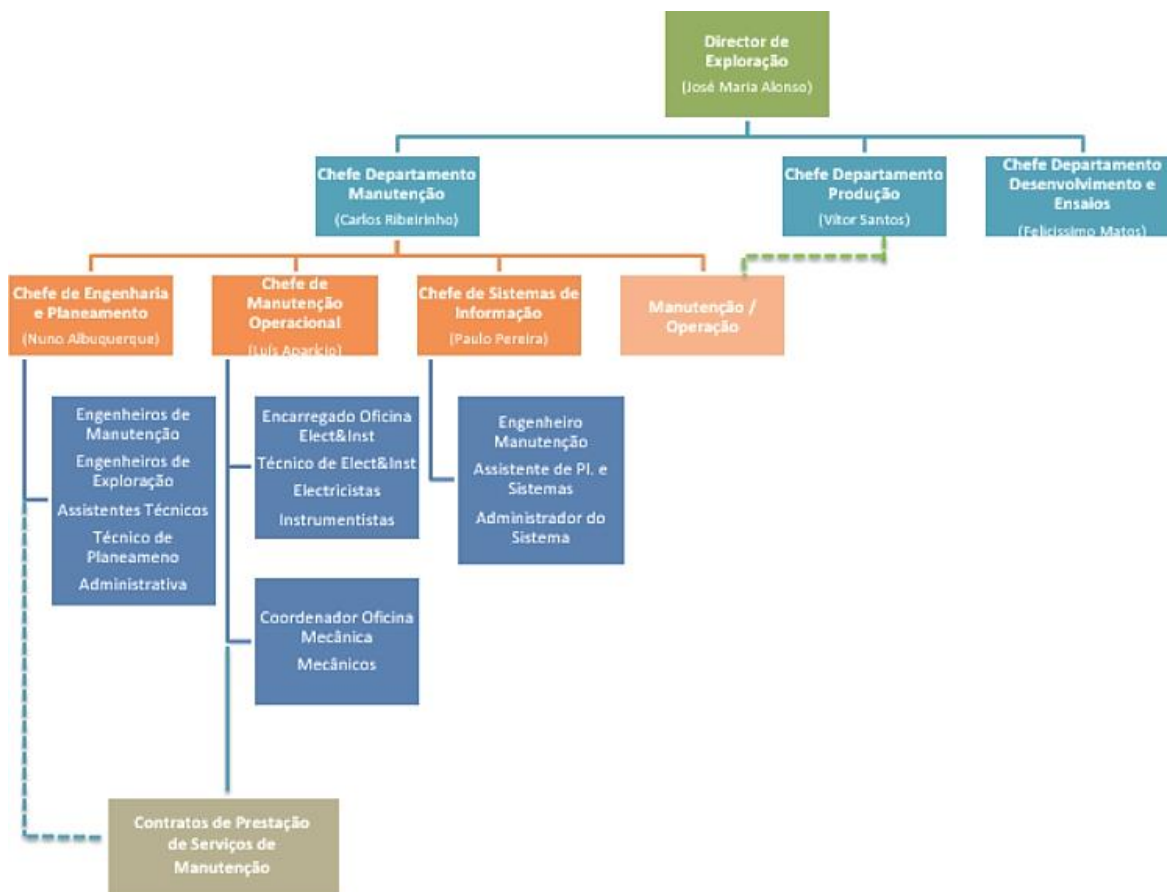


Figura 3 – Organograma hierárquico da PEGOP.

Para atingir este objetivo, a PEGOP assentou a sua atividade nos planos de manutenção preventiva indicados pelos fabricantes dos vários equipamentos/sistemas.

Com o passar dos anos foi-se verificando que vários sistemas e/ou equipamentos apresentavam excelentes condições aquando das intervenções de manutenção sistemática. Como resultado desta constatação, os planos de manutenção foram alterados, transitando-se para a aplicação de estratégias de manutenção preventiva condicionada, sempre que possível, o que permitiu otimizar os intervalos de tempo entre cada intervenção (de modo que o equipamento/sistema fosse rentabilizado ao máximo, mantendo o seu correto funcionamento).

Cada intervenção a realizar num sistema/equipamento é sempre acompanhada da respetiva obra-tipo, a qual contém todas as informações relevantes sobre os trabalhos a fazer, independentemente de se tratar de uma obra-tipo de beneficiação ou revisão.

Normalmente as obras-tipo de beneficiação estão associadas a paragens curtas (uma a duas semanas) e as obras-tipo de revisão estão ligadas às paragens maiores que acontecem a cada três anos, pois são intervenções mais profundas.

Para além das intervenções de revisão e beneficiação, a abordagem preventiva condicionada depende de inspeções que podem ser diárias, semanais, mensais, semestrais ou anuais.

Assim, as intervenções de manutenção podem corresponder a uma simples verificação visual, uma beneficiação do sistema/equipamento ou uma intervenção profunda com a substituição de peças.

Os planos de manutenção dos sistemas/equipamentos são continuamente avaliados e adaptados o mais possível, em conformidade com as necessidades identificadas para adequar a manutenção.

A manutenção preventiva (sistemática, condicionada ou preditiva) permite elevadas poupanças financeiras, apesar dos investimentos necessários. Uma adequada organização e gestão da manutenção permite controlar os custos de intervenção nos sistemas e equipamentos, bem como os recursos necessários, tais como as peças que são necessárias adquirir com antecedência ou serviços a subcontratar.

Foi integrando o Departamento de Planeamento e Métodos que, durante os 6 meses de duração do estágio, desenvolvi as tarefas descritas anteriormente. Em paralelo continuei a desempenhar as funções habituais no Departamento de Produção, também indicada na Figura 3.

A gestão das funções de Operação e Manutenção (O&M) é suportada por softwares de apoio dedicados. No caso da Central a Carvão foi desenvolvido um CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems*), atualmente na sua sexta versão, designado por Q6. Este CMMS foi desenvolvido internamente pelo departamento de sistemas e informação em estreita colaboração com as outras divisões do departamento de manutenção e com os departamentos de Produção e Desenvolvimento e Ensaios (Figura 3). No caso da Central de Ciclo Combinado a gestão da Manutenção é suportada por um EAM (*Enterprise Asset Management*) que à frente se irá descrever. A atividade desenvolvida no Departamento de Planeamento e Métodos é suportada também por outras ferramentas de suporte à manutenção como a codificação KKS, essencial para identificação dos ativos.

3.2. Codificação KKS

Devido à complexidade dos sistemas técnicos, do número elevado de ativos controlados e das políticas rigorosas de gestão da manutenção que são seguidas na PEGOP, é essencial a codificação dos sistemas/equipamentos. A codificação seguida data da entrada em serviço do CPEP, anterior à utilização de ferramentas informáticas de suporte à manutenção.

A codificação dos sistemas/equipamentos na Central do Pego baseia-se no sistema KKS que permite identificar uma peça e o seu local de instalação a partir do seu código [6] [7] [8]. O código KKS é um código alfanumérico constituído por 10 caracteres divididos em 4 grupos, como se mostra na Tabela 1.

Tabela 1 - Estrutura do KKS

1º Grupo		2º Grupo			3º Grupo		4º Grupo		
Grupo		Sistema			Linha		Equipamento		
N	N	A	A	A	N	N	A	A	N N N

O 1º grupo (dois números) identifica o grupo da central. O CPEP tem quatro grupos, identificados pelos números 10, 20, 30 e 40. Aos sistemas comuns que servem os grupos em simultâneo foi atribuído o código 00.

O 2º grupo (três letras) identifica o sistema. Por exemplo, se quisermos identificar um gerador as letras utilizadas são MKA e no caso de um transformador utilizam-se as letras BAT.

O 3º grupo (dois números) indica a linha do sistema. Se o código for 30MKA01 estamos a mencionar o gerador 1 do grupo 30.

O 4º grupo (duas letras e três números) identifica o tipo de equipamento e o número do equipamento na linha. O código KKS 40LAC10CP001 refere-se ao 1º sensor de pressão da 1ª bomba de água da caldeira do grupo 40. Se a identificação for de um motor de uma bomba é acrescentado – M01 ao código KKS.

A Figura 4 ilustra a aplicação do KKS até ao componente para o caso de um motor elétrico.

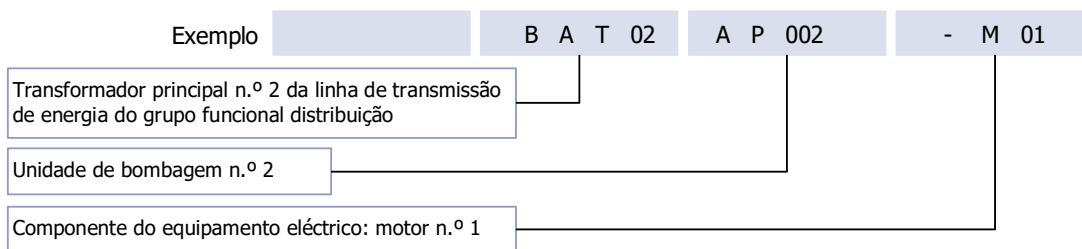


Figura 4 – Exemplo da aplicação do KKS até ao componente (adaptado de [9]).



Figura 5 – KKS do Equipamento em chapa rebitada (Fonte própria).



Figura 6 – KKS do Equipamento em chapa plástica (Fonte própria).

A aplicação da codificação KKS ao sistema/componentes traduz-se sempre na etiquetagem desses mesmos equipamentos, a qual é afixada em diferentes suportes, desde chapas metálicas rebitadas como se exemplifica na Figura 5, a chapas plásticas coladas tal como se ilustra na Figura 6.

Importa salientar que todos os ativos relevantes são codificados de acordo com o explicado. Na Tabela 2 apresenta-se o código KKS para os equipamentos da Central de Ciclo combinado sobre os quais se investiu mais tempo durante a realização do estágio, e que já tinham sido referidos no início deste capítulo.

Tabela 2 – Designação KKS dos equipamentos alvo de estudo durante o estágio.

Equipamentos	Código KKS
Gerador SGEN5 - 2000H	40MKA01
Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA	40BAT01
Seccionadores/disjuntores dos geradores ABB HECS 130 XL	40BAC01
Celas de 6kV	40BBE01
Celas de 400V	40BFE01, 40BMA01
Celas de 220V DC	40BUB01/40BUC/40BUD
Barras blindadas	40BAA01

3.3. Maximo

Tal como referido anteriormente, na PEGOP as atividades são suportadas com recurso a um software de gestão de ativos, o Maximo da IBM [10]. O Maximo é uma plataforma integrada baseada num funcionamento em rede que permite utilizar ferramentas de inteligência artificial (AI – *Artificial Intelligence*), IoT (*Internet of Things*) e ferramentas analíticas, importantes para suportar a perspetiva de melhoria continua que se descreveu na Secção 3.1. Manutenção técnica pela PEGOP.

O Maximo pode ser configurado para funcionar como CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems*), EAM (*Enterprise Asset Management*) ou APM (*Asset Performance Management*), de acordo com o enquadramento apresentado na Figura 7.

Durante o estágio explorou-se a utilização do módulo de CMMS do Maximo, que integrado nas potencialidades EAM permite fazer a Gestão de Ativos, tais como equipamentos de produção; infraestruturas, e transportes. Este módulo de CMMS integrado na vertente EAM do Maximo permite fazer a gestão integrada de toda a atividade de manutenção na CCGT do Pego.

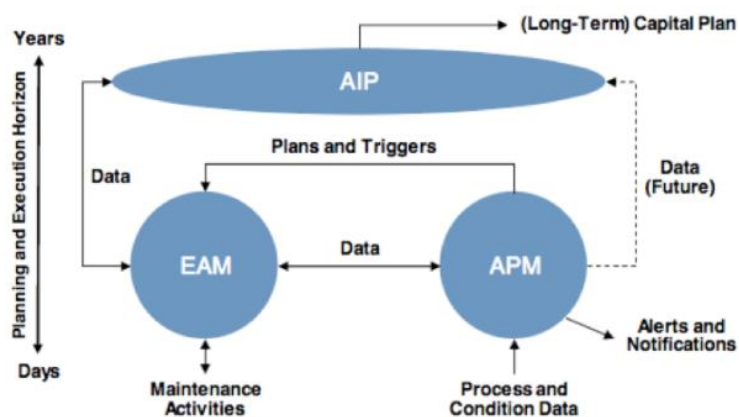


Figura 7 – Relação entre EAM e APM [11].

A aplicação é baseada numa plataforma em que os utilizadores partilham a informação nas suas várias vertentes, por exemplo, inventários, Recursos Materiais e Humanos.

O Software tem como objetivo a otimização das operações, para garantir o bom funcionamento dos Ativos Físicos, obter o máximo desempenho e maximizar o retorno do investimento.

O Maximo, cujo ecrã de entrada se apresenta na Figura 8, tem uma arquitetura orientada a serviços e é baseado em seis módulos:

- Gestão de Trabalhos (Módulo Produção e Módulos de Manutenção);
- Gestão de Inventários (Armazém, compras e requisições);
- Gestão de Recursos;
- Gestão de Ativos;
- Gestão de Contratos;
- Gestão de Serviços.

Na Figura 8 apresenta-se o menu de seleção de funcionalidades ativas no Maximo, como se pode ver na Figura 9 com mais detalhe.

Em função das permissões dos utilizadores o software permite a navegação rápida e simplificada entre os diferentes módulos, que se descrevem resumidamente de seguida.

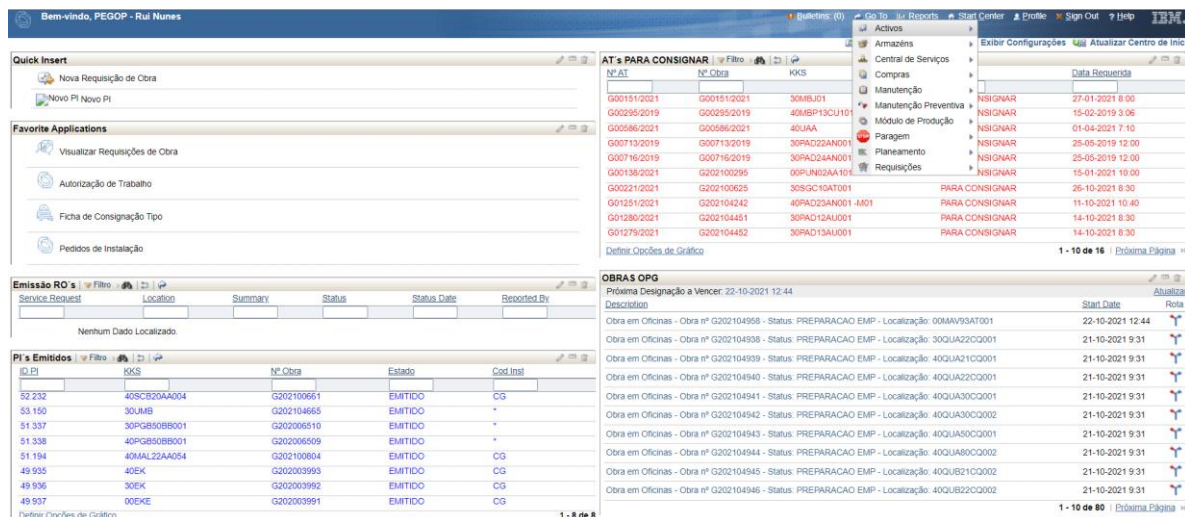


Figura 8 – Ecrã de entrada da Plataforma Máximo Pegop-CCGT.

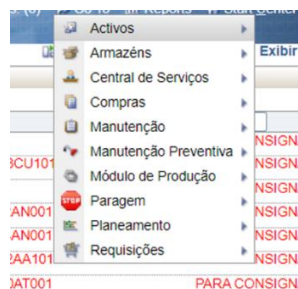


Figura 9 – Menu de seleção de funcionalidades ativas no Máximo.

3.3.1. Gestão de Trabalhos

Consiste em fazer a Gestão de Manutenção planeada e não planeada, em que o sistema permite, a cada utilizador registado no sistema, mediante as suas permissões:

- Pedir e gerar Autorizações de Trabalho (AT) - Figura 10;
- Realizar relatórios finais;
- Fazer o planeamento do trabalho;
- Realizar a “Check-list” dos trabalhos elaborados;
- Calendarizar a manutenção Preventiva.

Autorização de Trabalho

Todos os Registros Find: Select Action

Lista Detalhes AT Historico de Estados

Dados PI

Nº AT: G02918/2012
Obra: G201206462
Código Intervenção: REV GRP4 2013
Localização: 40PAD23CP081
Localização (temp): 40PAD23CP081
Descrição Detalhada: Pressostato continua atuado com motor parado - devia desatuar.

Ficha de Consignação

N. FC: *
Descrição Detalhada: Pede-se ventilador consignado.
Nº Ficha Consignação: 1.201

Início **Fim**

Iniciado por: LSILVA
Data: 31-12-2012 12:00
Departamento: POPTLD
Fechado por:
Data:
Departamento:

Lista de Tarefas de Bloqueio

Filtro 1 - 1 de 1

Ordem	Manobra
10	DESLIGAR, BLOQUEAR GAVETA DE ALIMENTAÇÃO

Figura 10 – Informação parcial de uma Autorização de trabalho para Manutenção Corretiva.

3.3.2. Gestão de Inventários

A Gestão dos Inventários permite gerir os ciclos de funcionamento dos ativos patrimoniais da organização, mantendo e realizando a gestão dos recursos (componentes, peças-de-reserva, consumíveis e ferramentas). Na Figura 11, a título de exemplo, apresenta-se uma imagem com as informações disponíveis sobre alguns artigos em armazém.

Neste módulo são geridas informações referentes a:

- Movimentos dos materiais, permitindo, em tempo real, obter informação atualizada de todos os ativos patrimoniais;
- Existências em armazém, em tempo real;
- Relatórios de Gestão de Stocks, permitindo uma gestão eficiente na aquisição de peças-de-reserva, evitando a aquisição excessiva das mesmas, reduzindo os custos de posse.

Artigo	Cod Siemens	Descrição	Inquérito	Local	Unidade de Consumo	Método de Gestão	Stock Total	Stock Disponível	Stock Mínimo	Qt. Requistada	PUMP	Armazém
00628000018	S 1 A 03	VEIO PARA VENTILADOR SPIG DA TORRES DE REFRIGERAÇÃO	NÃO	I 0305	UN	P	1.00	1.00	1.00	0.00	8.991.2500	ARMZ
00628000026	S 1 A 04	ELEMENTO FLEXIVEL DO ACOPLAMENTO DO VEIO PARA VENTILADOR SPIG DA TORRES DE REFRIGERAÇÃO	NÃO	B0101	UN	IM	4.00	4.00	4.00	0.00	4.658.6250	ARMZ
00628000042	S 1 A 06	MEIO ACOPLAMENTO (LADO OPOSTO MOTOR) PARA VENTILADOR SPIG DA TORRES DE REFRIGERAÇÃO	NÃO	B0105	UN	IM	1.00	1.00	1.00	0.00	2.905.3200	ARMZ
00628000059	S 1 A 08	MONITOR DE VIBRAÇÃO C/FICHAS DE LIGAÇÃO CEMB	NÃO	B0101	UN	IE	1.00	1.00	1.00	0.00	790.2000	ARMZ
00628000085	S 1 A 10	VALVULA BORBOLETA KEYSTONE (TYCO VALVES & CONTROLS) PARASEAL WAFER W649 RF DN80 PN10	NÃO	I 0301	UN	IM	1.00	1.00	1.00	0.00	16.623.7500	ARMZ
00628000099	S 1 B 1 01	ROLAMENTO AXIAL AUTOCOMPENSADOR COM UMA FIADA DE ROLOS	NÃO	D1006	CJ	A	1.00	1.00	1.00	0.00	737.5500	ARMZ
00628000102	S 1 B 1 02	ROLAMENTO DE ESFERAS	NÃO	D1006	CJ	A	1.00	1.00	1.00	0.00	219.9600	ARMZ
00628000115	S 1 B 1 03	CONJUNTO DE O-RING'S P/BOMBA FLOWSERVE 50APH	NÃO	B1703	CJ	A	5.00	5.00	4.00	0.00	92.2180	ARMZ
00628000115	S 1 B 1 03	CONJUNTO DE O-RING'S P/BOMBA FLOWSERVE 50APH	NÃO	B1703	CJ	A	0.00	0.00	0.00	0.00	197.9000	VIRTUAL
00628000123	S 1 B 1 04	CONJUNTO DE RETENTORES PARA BOMBA FLOWSERVE, MODELO: 50APH	NÃO	A0410	CJ	A	3.00	3.00	1.00	0.00	270.6650	ARMZ
00628000140	S 1 B 1 06	CAMISA INTERMEDIA DO VEIO PARA BOMBA FLOWSERVE, MODELO: 50APH	NÃO	B0303	UN	IM	2.00	2.00	1.00	1.00	2.414.4500	ARMZ
00628000158	S 1 B 1 07	CAMISA DA CAIXA DE ESTOFO PARA BOMBA FLOWSERVE, MODELO: 50APH	NÃO	B0303	UN	P	3.00	3.00	0.00	0.00	762.1189	ARMZ
00628000158	S 1 B 1 07	CAMISA DA CAIXA DE ESTOFO PARA BOMBA FLOWSERVE, MODELO: 50APH	NÃO	B0303	UN	P	0.00	0.00	0.00	0.00	4.649.5000	VIRTUAL
00628000166	S 1 B 1 08	CASQUILHO DA CAIXA DE ESTOFO PARA BOMBA FLOWSERVE, MODELO: 50APH	NÃO	B0701	UN	IM	1.00	1.00	1.00	0.00	4.032.0200	ARMZ
00628000174	S 1 B 2 04	EMPANQUE PARA BOMBA KSB, MODELO: KWP K 300-400	NÃO	A2808	UN	A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.996.7700	ARMZ
00628000182	S 1 B 2 06	ROLAMENTO DE ROLOS CILINDRICOS	NÃO	D1406	UN	A	3.00	3.00	1.00	3.00	699.1333	ARMZ
00628000196	S 1 B 2 07	ROLAMENTO DE ESFERAS DE CONTACTO ANGULAR	NÃO	D1206	UN	A	6.00	6.00	2.00	6.00	553.3200	ARMZ
00628000204	S 1 B 2 08	RETENTOR V-86A PARA BOMBA KSB, MODELO: KWP K 300-400	NÃO	T42723	UN	A	1.00	1.00	1.00	1.00	8.9900	ARMZ
00628000212	S 1 B 2 09	RETENTOR V-86A PARA BOMBA KSB, MODELO: KWP K 300-400	NÃO	T83129	UN	A	1.00	1.00	1.00	1.00	8.9900	ARMZ
00628000226	S 1 B 2 10	COPO LUBRIFICADOR PARA BOMBA	NÃO	A0806	UN	A	1.00	1.00	1.00	0.00	42.3500	ARMZ

Figura 11 – Listagem de alguns artigos em armazém.

3.3.3. Gestão de Recursos

Os recursos são os bens necessários para a realização da atividade empresarial. A Gestão dos Recursos implica, entre outras atividades, fazer uma prudente análise de mercado para a aquisição de equipamentos e peças-de-reserva ou mão de obra e serviços. O sistema permite, mediante as permissões do utilizador:

- Criar a listagem de fornecedores para cada equipamento e as peças-de-reserva com os respetivos preços, otimizando as aquisições de uma forma mais rápida e eficiente, reduzindo os custos de abastecimento;
- Elaborar requisições de compra;
- Elaborar ordens de compra.

A imagem da Figura 12 permite visualizar as etapas descritas acima.

PAC nº 17240

Estado: ELABORACAO
Emitido por: JMELANCIA
Aprovado por: LHEITOR

Custos: Custo Total 0.00, Divisa EURO

Detalhes: Sociedade PEGOP, Requisitante FNAVALHO, Comprador LHEITOR

Fornecedores: Fornecedor N°1 (C), Fornecedor N°2, Fornecedor N°3, Fornecedor N°4, Fornecedor N°5

Histórico do Status:

Estado	Data do Estado	Alterado por	Memorando
ELABORACAO	16-09-2020 11:44	NALBUQUERCI	
EMITIDO	15-09-2020 15:57	JMELANCIA	
APROVADA	15-09-2020 15:06	LHEITOR	
DISTRIBUIDA	06-05-2020 17:08	JMELANCIA	
APROVADA	06-05-2020 15:28	NALBUQUERCI	

Linhas do PAC:

Linha	Adiga	Descrição	Consulta nº	Linha da Consulta	Estado da Consulta	Encomenda nº	Linha da Encomenda	Custo da Linha	Estado da Encomenda	Recepções
1		VALVULA DE CUNHA PARA SUBSTITUICAO DE VALVULA DA MARCA FRILCO. DE ACORDO COM AS CARACTERISTICAS TECNICAS DA TABELA ANEXA E DESENHOS ANEXOS. DEVEM SER RESPEITADOS AS NORMAS AS DIMENSÕES DESCRITAS NOS DESENHOS NOTA: FORNECIDO COM CERTIFICADO DE ACORDO COM A NORMA EN 10204 TIPO 3.2 E DIRETIVA PED 2014/68/EU								

Comentários do PAC:

ID	Utilizador	Memorando	Data da Transacção
2.088.673	LHEITOR	PARA ANULAR, ADQUIRIDO COM O PAC 18084	16-09-2020 16:06

Figura 12 – PAC: Pedido de aquisição e compra com indicação de requisição e ordem.

3.3.4. Gestão de Serviços

O módulo de Gestão de Serviços permite gerir as atividades de manutenção realizadas, entre outros, os lançamentos (PI – Pedidos de Instalação), o acompanhamento e atualização das Autorizações de Trabalho (AT), para além dos pedidos de intervenção (RO – Requisição de obra), ajudando a melhorar a eficiência dos técnicos.

Na Figura 13 apresenta-se o menu que permite navegar entre as várias funcionalidades / documentos ao longo de todas as etapas de cada intervenção de manutenção. Este documento permite aceder rapidamente a outras informações, como seja os dados detalhados sobre os trabalhos a efetuar (ver na Figura 13 referência a Preventiva G127).

3.3.5. Gestão de Contratos

Os serviços prestados por terceiros à organização são geridos por contratos. O sistema permite gerir os contratos com fornecedores de serviços e de bens (Figura 14), as aquisições e garantias, as compras-diretas e/ou Leasing/aluguer. Este módulo permite ainda consultar informação sobre os trabalhos realizados pelas empresas subcontratadas, e por consequência controlar os custos com prestações de serviços (subcontratados).

Figura 13 – Acompanhamento e controlo de obra.

Figura 14 – Gestão contratos.

3.3.6. Gestão de Ativos

A todos os ativos é atribuído um código KKS, de acordo com o descrito anteriormente na secção 3.2. Codificação KKS. Este código de localização no sistema permite fazer a Gestão dos Ativos através dos dados inseridos no Maximo (Figura 15), ao longo do ciclo de vida desse ativo.

O módulo de Gestão de Ativos permite elaborar planos de manutenção mais eficientes, o que ajuda a organização a aumentar a produtividade, reduzindo o tempo de inatividade não planeado, e a prolongar a vida útil dos ativos, contribuindo para a redução de custos. Para além disso é essencial para a melhoria da qualidade do serviço.

Como referido no capítulo introdutório, mesmo nos casos em que se implemente estratégia de manutenção preventiva e modelos de gestão da manutenção adequados é provável que

ocorram avarias. A inserção das falhas ocorridas no sistema e informação sobre as ações de correção tomadas - através da sua listagem - permite igualmente melhorar o planeamento da manutenção, elaborando diagnósticos cuja análise ³permite a diminuição do tempo para deteção de eventuais falhas futuras reduzindo o tempo de manutenção.

Localização	Descrição	Ref. Siemens	Críticidade	Status	Prioridade
00	AUXILIARES/COMUNS			OPERACIONAL	2
00AG5	ARMÁRIO CONTAGEM 400KV			OPERACIONAL	2
00AG8	ARMÁRIO OSILOGRAFIA SOL			OPERACIONAL	2
00ASJ	ARMÁRIO GESTÃO CENTRAL 400KV			OPERACIONAL	2
00ASN01	QUADRO SERVIÇOS AUXILIARES AC PARQUE			OPERACIONAL	2
00ASN02	400KV GRUPOS 3/4			OPERACIONAL	2
00ASN02	QUADRO ALIMENTAÇÃO TENSÃO COMANDO			OPERACIONAL	2
00B	CONSUMIDORES DC PARQUE 400KV GR 3/4			OPERACIONAL	2
00B	TRANSMISSÃO POTÊNCIA/FONTES ALIMENTAÇÃO			OPERACIONAL	2
00B	AUXILIARES			OPERACIONAL	2
00BH				OPERACIONAL	2
00BHA	QUADRO ELECT 1 BAIXA TENSÃO 400 V			OPERACIONAL	2
00BHA00CE001	(C.A.) SERVIÇOS GERAIS			OPERACIONAL	2
00BHA001	EQUIPAMENTO MEDIDA 400V BARRAMENTO 00BHA			OPERACIONAL	2
00BHA01	400V DISJUNTOR COMUM ÁREA 01			OPERACIONAL	2
00BHA01 CA001	GAV DISJ MAN PAINEL COMANDO LOCAL SIST			OPERACIONAL	2
00BHA01 DA001	HYAC EDIF REGEN RESINAS POLISHING			OPERACIONAL	2
00BHA01 DA001	GAVETA DISJUNTOR MAN ARMÁRIO LIGAÇÕES TRAÇÃO ELEC 1 ÁGUA			OPERACIONAL	2
00BHA01 EA001	DE SMH			OPERACIONAL	2
00BHA01 HA001	GAVETA DISJUNTOR MAN ARMÁRIO POTÊNCIA			OPERACIONAL	2
00BHA01 KA001	SIST POLISHING CONDENSADO			OPERACIONAL	2
00BHA01 KA001	GAV DISJ MAN ALIM QUADRO ILLUM			OPERACIONAL	2
00BHA01 FA001	NORMTOMADAS EDIF COMANDOEDIF REGEN			OPERACIONAL	2
00BHA01 HA001	POLISHING			OPERACIONAL	2
00BHA01 HA001	GAVETA DISJUNTOR MAN ALIM QUADRO			OPERACIONAL	2
00BHA01 KA001	ILUMINAÇÃO EXTERIOR ARRUIAMENTOS GR 3/4			OPERACIONAL	2
00BHA02	GAVETA DISJUNTOR MAN ALIMENTAÇÃO QUADRO			OPERACIONAL	2
00BHA02 BA001	POTÊNCIA ARMAZÉM/ESCRITÓRIOS ELEC GÁS			OPERACIONAL	2
00BHA02 EA001	400V DISJUNTOR COMUM ÁREA 02			OPERACIONAL	2
00BHA02 BA001	GAVETA MEDIÇÃO BARRAMENTO 00BHA 400V			OPERACIONAL	2
00BHA02 EA001	GAVETA DISJUNTOR MOT BARRAMENTO 00BHA			OPERACIONAL	2

Figura 15 – Gestão de Ativos.

3.4. As instalações e os seus equipamentos

O Centro de Produção de Eletricidade do Pego (CPEP) agrega a Central Termoelétrica a Carvão e a Central de Ciclo Combinado, tal como referido na secção 2.3. Operação e Manutenção.

O CPEP fica situada a 150 km a NE da cidade de Lisboa, na margem esquerda do rio Tejo, nas freguesias do Pego e Concavada, a cerca de 8 km da cidade de Abrantes (Figura 16), que é sede de Concelho e de Comarca. O acesso rodoviário realiza-se pela EN 118 que liga Abrantes a Gavião, via Alvega. O acesso ferroviário efetua-se a partir da linha da Beira Baixa, através de um ramal ferroviário para esse fim construído, o qual inclui uma ponte para a travessia do rio Tejo [5]. Este acesso servia fundamentalmente para o abastecimento de carvão à Central Termoelétrica do Pego a partir do porto de Sines. Com o

³ A análise dos dados de histórico pode resultar, por exemplo, na alteração dos intervalos de manutenção sistemática e permite determinar/atualizar indicadores tais como MTBF e MTTR.

descomissionamento da Central a Carvão prevista para o início de 2022, a sua utilização foi descontinuada para este fim há cerca de um ano.



Figura 16 – Localização Centro Produção de Energia do Pego [5].

3.4.1. Central Termoelétrica a Carvão do Pego

A Central Termoelétrica do Pego [5] é a central a carvão mais moderna em operação na Península Ibérica. Possui dois grupos geradores de energia elétrica, cada um equipado com um gerador de vapor, um grupo turbina-alternador e um transformador principal. Os seus equipamentos principais são as caldeiras, os moinhos de carvão, as turbinas, os alternadores e o sistema principal de comando. Em março de 1993 entrou em serviço industrial o primeiro grupo. A sua plena exploração comercial deu-se em outubro de 1995 com a entrada em serviço industrial do segundo grupo.

Os grupos 1 e 2 da central são idênticos, com uma potência unitária de 314 MW, cada um com a sua própria infraestrutura de apoio - torre de arrefecimento, sistema de alimentação

de água e de exaustão. Os dois grupos partilham a extração de água do rio, a estação de tratamento, o sistema de transporte de carvão, a chaminé e alguns outros serviços gerais comuns.

No âmbito da Diretiva relativa à limitação das emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes de grandes instalações de combustão (Diretiva 2001/80/CE), foi realizado um investimento muito importante e significativo para minimizar o impacto no que diz respeito às emissões de poluentes atmosféricos pela Central Termoelétrica do Pego. Assim, em 2009, as unidades foram equipadas com um sistema de dessulfurização e um sistema de desnitrificação (redução catalítica seletiva - SCR) – tendo este último, sido o primeiro a ser instalado em Portugal. No que diz respeito à redução de partículas, foi realizada uma modificação ao sistema de controlo dos precipitadores eletrostáticos, através da instalação de sistemas de retificadores integrados (SIR).

Funcionamento da Central Termoelétrica a Carvão do Pego

Uma imagem esquemática do funcionamento da Central Termoelétrica a Carvão é apresentada na Figura 17. Na página da Tejo Energia a informação aqui descrita está associada a uma animação interativa [5] [12].

Vindo de várias partes do mundo, o carvão chega ao Porto de Sines em navios de grande tonelagem. O seu transporte até à Central do Pego é efetuado por via-férrea. O carvão, armazenado em parque, é retirado pela máquina de retoma, seguindo por meio de tapetes transportadores para os silos de carvão.

Dos silos, segue para os alimentadores, que transporta o carvão para os moinhos, onde é seco e reduzido a pó fino, a fim de assegurar uma combustão completa na câmara de combustão (caldeira). O ar quente existente na parte superior do edifício da caldeira é aspirado por ventiladores, e utilizado para transportar o pó de carvão, para os queimadores e para alimentar a queima.

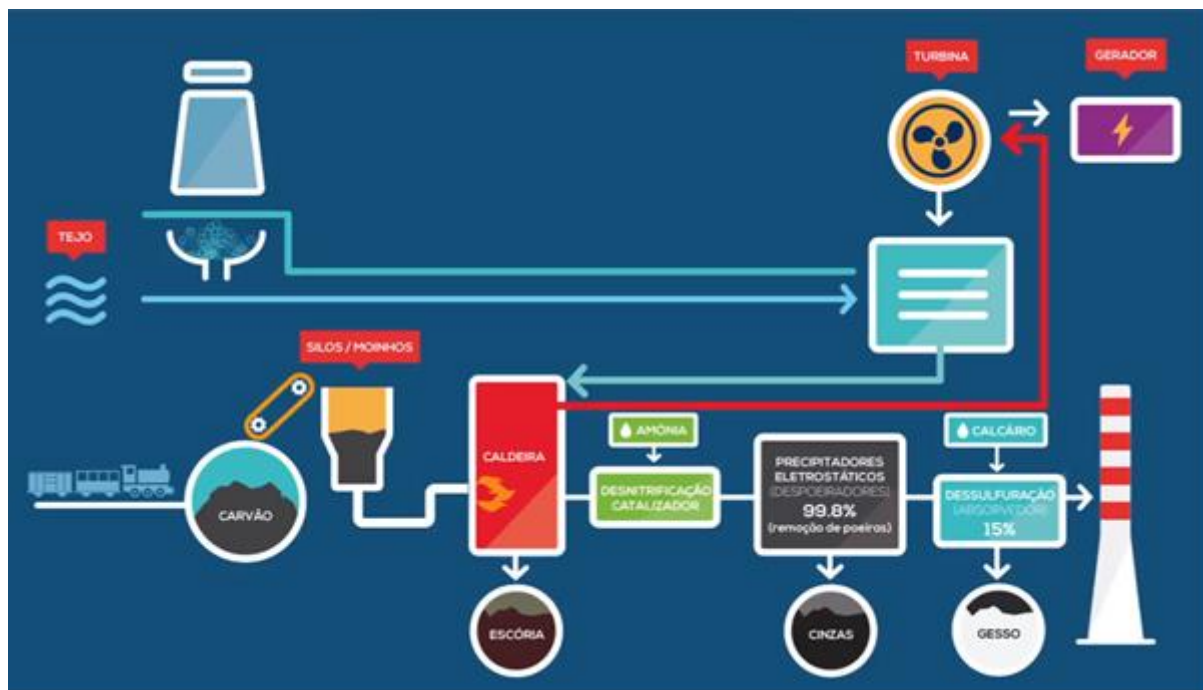


Figura 17 – Funcionamento da Central Termoelétrica do Pego. [5].

O calor proveniente da combustão vai transformar a água, que circula nos tubos do interior da caldeira, em vapor que é canalizado para a turbina. O vapor a 160bar de pressão e 535°C de temperatura injetado nas pás da turbina vai imprimir um movimento de rotação ao seu veio.

A turbina encontra-se ligada ao gerador, que converte a energia mecânica, associada ao movimento do veio, em energia elétrica. Esta, após a passagem num transformador de grande capacidade, é colocada na rede elétrica nacional na rede de muita alta tensão(400kV). O vapor, após circulação pela turbina, é encaminhado para o condensador, onde é transformado novamente em água (condensação) que é reenviada para o tanque de alimentação, reiniciando-se assim o ciclo. A condensação efetua-se através da troca de calor entre o vapor e a água de refrigeração, que circula em tubos no interior do condensador.

A água utilizada para arrefecer o vapor proveniente da turbina, é captada no Rio Tejo e circula em circuito fechado entre o condensador e a torre de refrigeração. Esta água ao arrefecer o vapor sobe de temperatura, pelo que tem de ser pulverizada na torre de refrigeração, onde é arrefecida pelo ar que aí circula. Este processo provoca o aparecimento

de algumas gotículas de água que se podem observar no topo da torre, como uma nuvem de vapor.

No processo de queima do carvão produzem-se cinzas. Uma parte destas cinzas (escórias) cai para o fundo da caldeira, onde é arrefecida por água e transportada em camiões para o parque de cinzas. A restante cinza, é arrastada pelos fumos resultantes da queima, sob a forma de um pó fino (partículas).

À saída da caldeira os gases de combustão passam primeiro pelo sistema de desnitrificação (SCR). Neste sistema os óxidos de azoto (NO_x) são reduzidos a azoto e vapor de água por reação com amónia vaporizada, na presença de um catalisador. Após o SCR, as cinzas que vêm arrastadas pelos fumos são recolhidas pelos despoeiradores (filtros), e colocadas em silos, para serem vendidas para a construção civil (utilizadas na produção de cimento e betão). Depois dos despoeiradores, os gases são encaminhados para a dessulfuração onde o dióxido de enxofre (SO_2), formado na combustão do carvão, é removido no absorvedor por reação com calcário moído em suspensão aquosa, resultando da reação a formação de gesso, reciclado também como material de construção. Sob um rigoroso controlo de forma a minimizar os impactos ambientais, os gases são finalmente enviados para a chaminé depois da remoção de óxidos de azoto, partículas e óxidos de enxofre [5] [12] [13].

3.4.2. Equipamentos da Central Termoelétrica do Pego

A Central Termoelétrica do Pego conta com cerca de setenta mil ativos atualmente registados no Q6. Entre eles destacam-se, pela sua importância, as Caldeiras, os moinhos de Carvão, os Queimadores de Carvão, os Precipitadores Eletrostáticos, as Turbinas a Vapor e os Alternadores. Nesta secção descreve-se sumariamente estes equipamentos e as principais funções que cada um desempenha. Inicia-se a descrição pelas caldeiras uma vez que este equipamento é o que requer maior atenção do departamento de produção, e também porque é o que exige mais cuidados por parte do departamento de manutenção.

Caldeiras

A caldeira [14], apresentada na Figura 18, pode ser fisicamente comparada a um enorme caixote paralelepípedo, forrado com tubos, soldados entre si, por onde circula água. Tem

como função transferir a energia térmica da queima para a água que circula nas serpentinas até ao estado de vapor. Chegado a este estado, o vapor será levado e introduzido nas turbinas onde desempenhará o seu papel no acionamento das mesmas, transformando energia térmica em cinética. Os tubulares que compõem a caldeira estão divididos em tubos descendentes, painéis de vaporização e painéis de sobreaquecimento. Têm essencialmente duas funções: proporcionar a transformação da água do estado líquido, mistura água-vapor, até ao estado de vapor seco e sobreaquecido e fazer a refrigeração da caldeira. Face às diferentes temperaturas ao longo do circuito, os tubos têm que apresentar diferentes características (e logo de diferentes materiais), motivo pelo qual os tubos aparecem soldados entre si. Para além deste motivo técnico a soldadura sequencial de tubos deve-se, também a uma natural questão prática.

Na Tabela 3 apresenta-se algumas especificações técnicas das Caldeiras da Central Termoelétrica.

Tabela 3 – Especificações da Caldeira.

Modelo: circulação natural
Combustível: carvão pulverizado
Consumo de combustível: 108 ton/h
Temperatura da água de alimentação: 256 °C
Produção de vapor a M.C.R.: 264 kg/s
Temperatura de saída de vapor sobreaquecido: 535 °C
Pressão de saída de vapor sobreaquecido: 167 bar
Eficiência: 87,8%

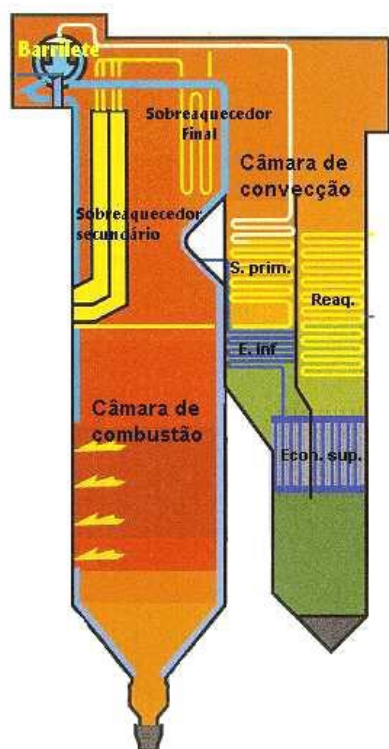
Moinhos de Carvão

A pulverização do carvão adequada à sua introdução na câmara de combustão, impulsionado e misturado com ar primário, constitui um fator importante no processo de queima. O grau de pulverização tem grande influência na velocidade de ignição e no comprimento de chama. É também durante o processo da combustão que se faz sentir, em maior ou menor extensão, a influência de outras características do carvão. Do exposto decorre existir uma relação íntima entre os teores dos vários componentes de um dado carvão e o grau de pulverização necessário para uma boa queima. O processo de moagem/pulverização [14] é realizado nos

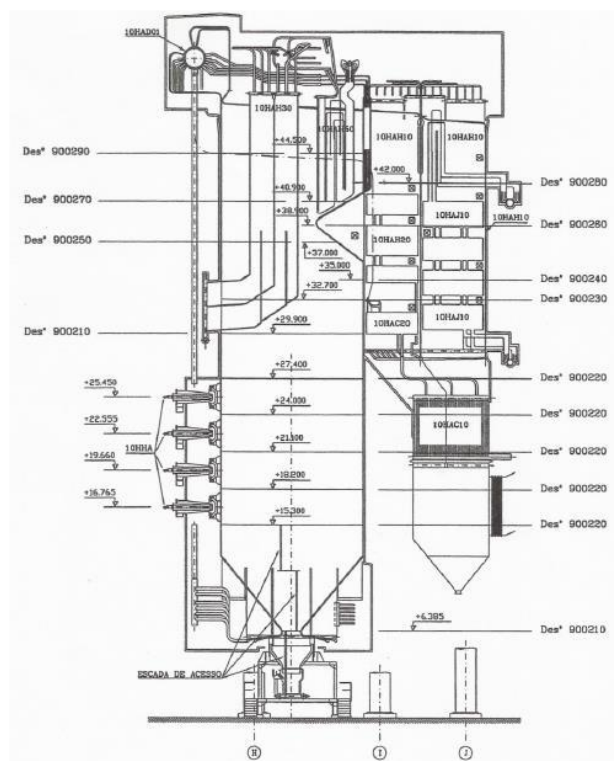
moinhos, dos quais se apresenta informação esquemática e de funcionamento na Figura 19. Em cada grupo gerador de vapor existem quatro moinhos de rolos, alimentados por quatro alimentadores de carvão e por igual número de silos. Na Tabela 4 apresentam-se as especificações genéricas dos moinhos instalados.

Tabela 4 – Especificações moinhos de carvão.

Modelo: MBF 22 (3 mós)
Número: 4 por caldeira
Capacidade: 36 ton/h

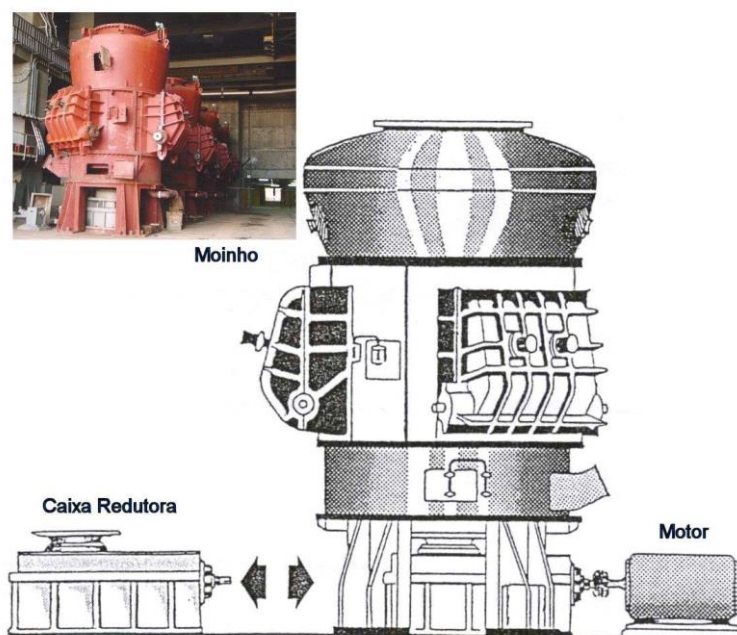


a)

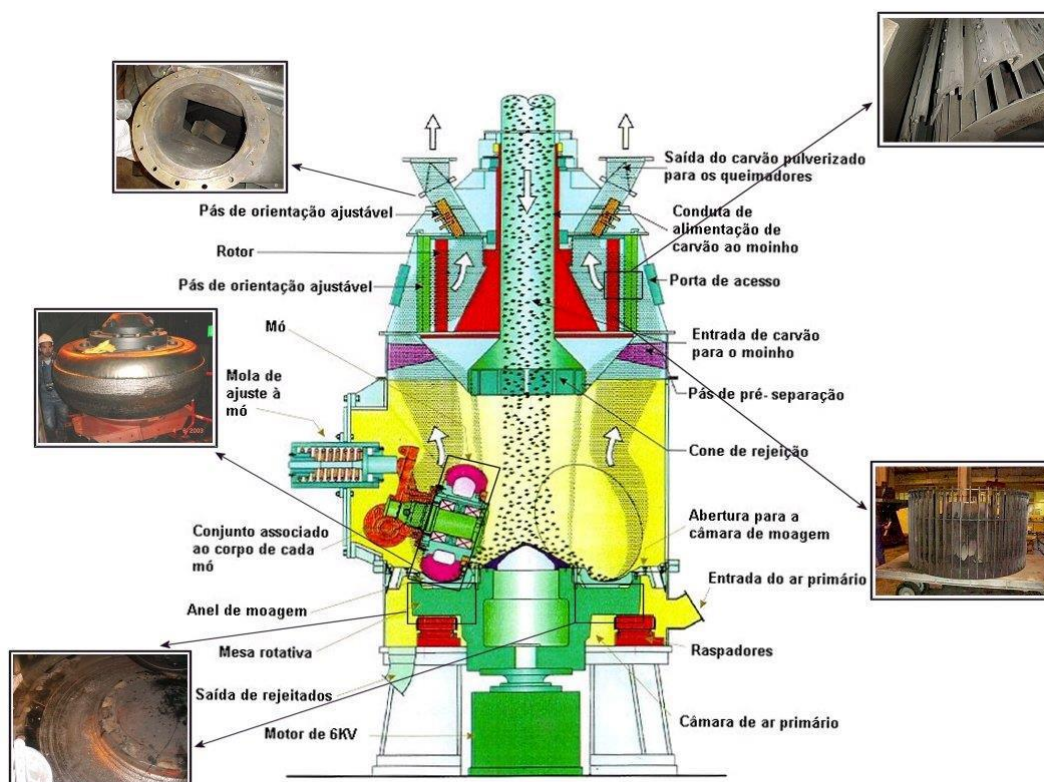


b)

Figura 18 – Representação estrutural da Caldeira: a) esquema funcional; b) informações técnicas.



a)



b)

Figura 19 – Moinhos de Carvão: a) Esquema simplificado; b) Detalhe do processo de moagem.

Queimadores de Carvão

Os queimadores [14], apresentados na Figura 20, estão concebidos para ejetar e queimar a mistura de ar e combustível (carvão) na câmara de combustão, sendo essa a sua principal função. Cada queimador possui canas de dispersão de combustível, independentes e adequadas a cada um dos três tipos de combustível. Os queimadores são regulados de modo a que a queima se faça o mais eficientemente possível dentro da câmara de combustão, respeitando o limite de emissão de gases imposto por lei. Esta regulação resulta da maior ou menor entrada das canas ou tubeiras (ilustradas na Figura 20) dentro da câmara de combustão. A localização dos queimadores encontra-se diferenciada pelas cotas a que se encontram, o que também se traduz em diferentes códigos KKS. Em tudo o resto, os queimadores são idênticos ao longo dos quatro andares em que se encontram, sendo as informações do modelo e fabricante apresentados na Tabela 5. Cada um dos andares de queima possui quatro queimadores.

Tabela 5 – Especificações do Queimador.

Fabricante: Mague/Foster Wheeler EC
Modelo: fluxo controlado/chama dividida (CF/SF), baixo índice de NOx

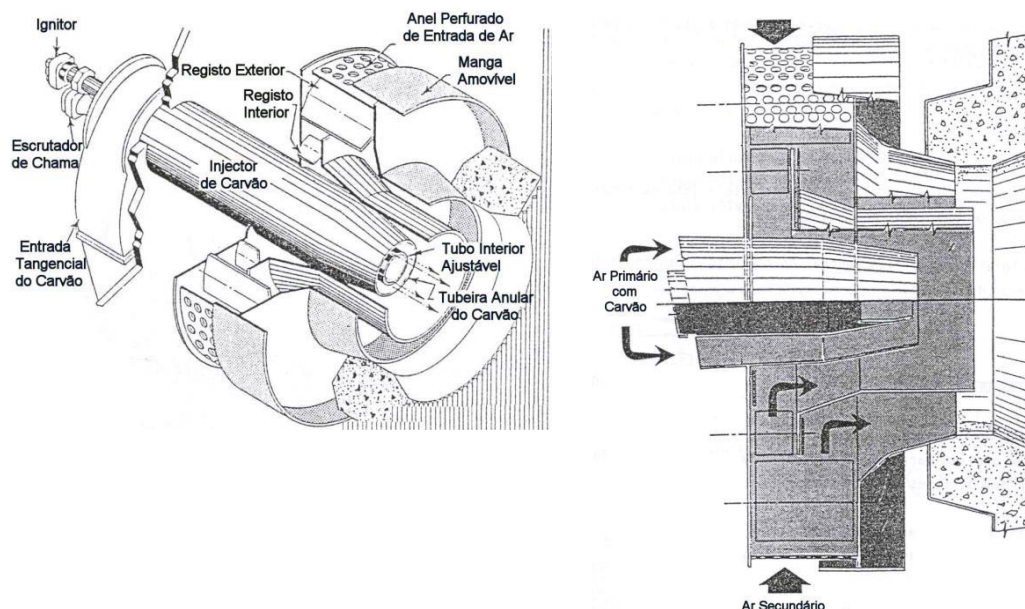


Figura 20 – Queimador: Representação esquemática de funcionamento.

Precipitadores Electroestáticos

Estes equipamentos estão localizados na zona dos fumos e a jusante dos aquecedores de ar regenerativos. Os percipitadores eletrostáticos [14], representados na Figura 21, têm como objetivo reduzir ao máximo a emissão de poeiras ou cinzas dos gases aquando do seu trajeto para a chaminé. Os fumos, ao saírem dos aquecedores de ar regenerativo, são obrigados a passar por um sistema de distribuição de fumos constituído por chapas perfuradas (grelhas) que permite uma distribuição uniforme da velocidade dos fumos através do precipitador e, portanto, das cinzas (que arrastam consigo), as quais acabarão por ser retiradas por ação de um sistema de eléctrodos sobre as partículas sólidas previamente eletrizadas. O sistema de eléctrodos, é constituído por um conjunto de eléctrodos emissores/eléctrodos coletores, e está ligado diretamente aos retificadores de alta tensão contínua (60kV) localizados no teto do precipitador. Os eléctrodos de descarga estão suspensos no interior da estrutura do precipitador, devidamente isolados desta e ligados aos terminais negativos de alta tensão dos retificadores. Os eléctrodos coletores estão ligados aos terminais positivos (terra). As partículas de cinzas contidas nos fumos, ao fluírem no precipitador, são carregadas com iões negativos do sistema emissor. São depois atraídas pelas chapas coletoras, ligadas à terra onde se vão acumulando sob a forma de camadas. As cargas negativas resultantes de um excesso de iões geram uma corrente elétrica através das camadas de cinza acumulada, provocando uma queda de tensão ao longo dessa camada. O campo electroestático associado a esta queda de tensão “segura” a cinza que se juntou nas chapas coletoras. A cinza acumulada é sacudida dos eléctrodos coletores por um programa de batimento controlado (sistema de “martelos”). Quando existem partículas carregadas positivamente antes de chegarem ao precipitador eletrostático, estas são atraídas pelos eléctrodos emissores de descarga negativa, onde formam uma camada de cinza. Também os eléctrodos negativos estão associados a um programa de batimento, com o objetivo de obrigar a libertar as cinzas aí acumuladas. As principais especificações técnicas dos percipitadores Eletroestáticos instalados nas duas caldeiras são listadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Especificações Percipitadores Eletrostáticos

Fabricante: Flakt Industri AB, Sweden
Modelo: FAA 4 x 37,5H + 2 x 93 - 135-A2
Número: 2 por caldeira
Caudal de gases: 541,6 m ³ /s
Temperatura: 160°C
Entrada de poeiras: 14,935 mg/Nm ³
Eficiência: 99,8%

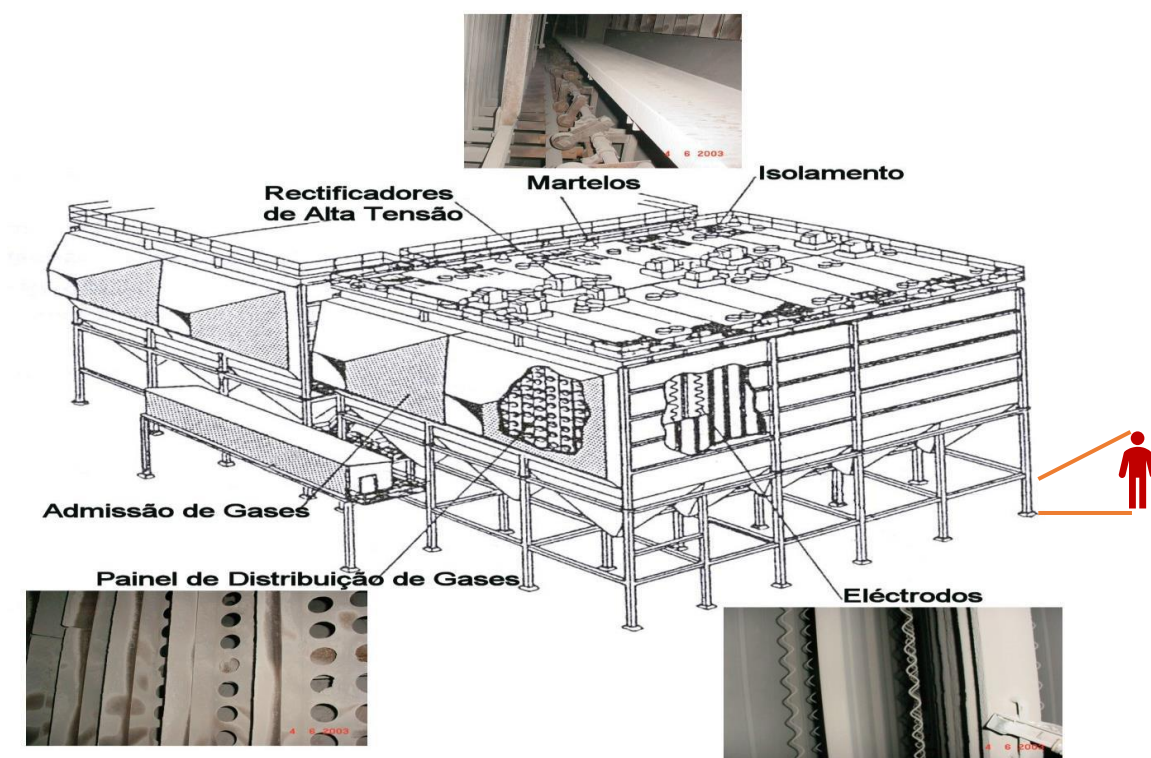


Figura 21 – Precipitadores Electroestáticos.

Turbinas a vapor

As turbinas [14] têm como função transformar a energia do vapor, produzido no gerador de vapor (caldeira), em energia mecânica. Esta, por sua vez, transmitida ao gerador (alternador) transforma-se em energia elétrica. Cada grupo gerador é constituído por um alternador e quatro turbinas: uma turbina de alta pressão, outra de média pressão e por fim duas de baixa pressão, todas elas estão colocadas sobre o mesmo eixo, como ilustrado na Figura 22.

Na Tabela 7 apresentam-se algumas das especificações técnicas recolhidas sobre as turbinas de alta e média pressão.

Tabela 7 – Especificações técnicas de turbinas a vapor.

Fabricante: Mague/Asea Brown Boveri
Modelo: D4Y450 (4 cilindros, veio único, ação-reação)
Velocidade nominal: 3000 rpm
Temperatura do vapor à entrada do cilindro de AP: 530°C
Pressão do vapor à entrada do cilindro de AP: 162 bar
Temperatura do vapor à entrada do cilindro de MP: 530°C
Pressão do vapor à entrada do cilindro de MP: 43 bar

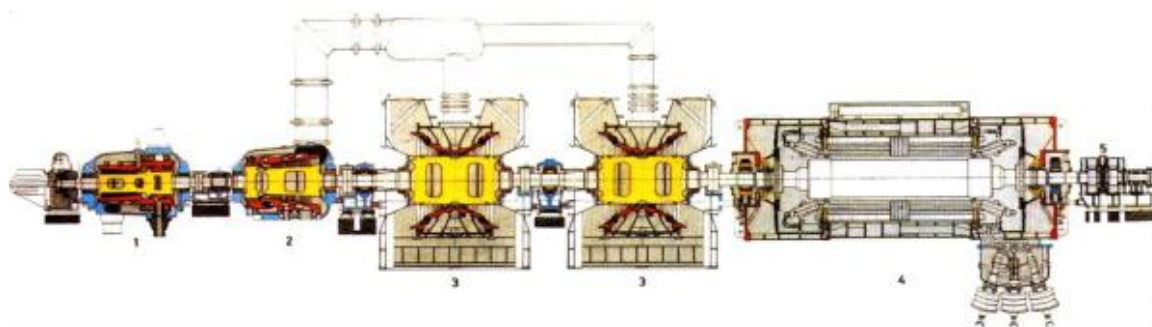


Figura 22 – Grupo Gerador: Turbinas 1) a Vapor de Alta pressão; 2) a Vapor de Média pressão; 3) a Vapor de Baixa pressão. 4) Alternador.

Alternadores

O alternador [14], como representado na Figura 22, encontra-se na extremidade do conjunto turbinas-alternador. É constituído por uma série de sistemas que possibilitam a transformação da energia mecânica, transmitida ao veio pelas turbinas, em energia elétrica. Esta função de conversão de uma energia noutra é executada pelo rotor e pelo estator.

Na Figura 23 apresenta-se uma imagem de um dos alternadores da Central Termoelétrica, sendo possível ter uma noção da sua dimensão. O alternador tem uma potência nominal de 317 MW a 3000 r.p.m e a uma tensão de 18 kV. Outras características técnicas dos alternadores são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Especificações do Alternador

Fabricante: Mague/Asea Brown Boveri
Potência: $\cong 361$ MVA ($\cos \varphi \cong 0,85$)
Modelo: WTF 22 Im
Tensão nominal aos terminais: 18 kV
Estator refrigerado por água
Refrigeração direta por hidrogénio no estado gasoso
Excitação: sistema de excitação estática



Figura 23 – Alternador (Fonte própria).

3.4.3. Central de Ciclo Combinado a gás natural do pego.

O Projeto da Central de Ciclo Combinado a Gás [15] (*Combined Cycle Gas Turbine – CCGT*) inclui a conceção, construção, comissionamento, operação e manutenção de dois grupos de 418 MW localizados no Pego, centro de Portugal, perto de Abrantes. O local está totalmente contido dentro das instalações da Central Termoelétrica a carvão existente de 2x300 MW, propriedade da Tejo Energia (TE). A Central de Ciclo combinado (CCGT) está instalada ao lado da Unidade 2 a carvão existente, na área originalmente destinada às

Unidades 3 e 4 a carvão. A Central de Ciclo combinado (CCGT) consiste em dois grupos de veios únicos, cada um usando uma Caldeira do tipo Benson (HRSG). A Central de Ciclo combinado (CCGT) compartilha algumas instalações comuns com a Central Termoelétrica a Carvão, como acesso a locais e segurança, instalações de combate a incêndios, algum equipamento de monitorização ambiental, caldeiras auxiliares, abastecimento de água bruta, instalação de água desmineralizada, instalações de tratamento de água e esgoto. etc. O custo total do projeto foi estimado em € 580 milhões (£ 443 milhões), incluindo os custos de manutenção da turbina a gás previstos para os 25 anos de duração do projeto. Este projeto da Elecgas está totalmente operacional desde março de 2011. A instalação foi construída por um consórcio liderado pela Siemens, sob um contrato “chave na mão”, utilizando as turbinas SGT5-4000F no modo de ciclo combinado com um rendimento de 58%. O combustível (gás natural) é fornecido pela Endesa e toda a produção da Central de Ciclo combinado (CCGT) é vendida à Endesa Generación S.A., uma subsidiária da Endesa, ao abrigo de um contrato de aquisição de Energia de 25 anos. A central elétrica foi projetada para minimizar o ruído e a poluição atmosférica. As monitorizações precisas das emissões, dos níveis de ruído e da qualidade do ar são realizadas regularmente.

Na Figura 24 mostra-se um dos interfaces do sistema de controlo utilizado na CCGT.

3.4.1. Equipamentos da CCGT do pego

A Central Elétrica de Ciclo Combinado do Pego [15] consiste em duas Unidades de veio único fornecidas pela Siemens. A Central foi projetada para fornecer eletricidade de forma altamente fiável, eficiente e com baixo custo.

As características do projeto da Central foram cuidadosamente consideradas, resultando num ótimo equilíbrio entre o custo, o desempenho da Central e os benefícios de operação e manutenção. As emissões de gases de exaustão da Turbina são minimizadas pelo queimador híbrido de baixa emissão de NOx.

Dentro dos equipamentos mais importantes da CCGT descrevem-se de seguida a Turbina a Gás, a Turbina a Vapor, o Gerador, a Caldeira de Recuperação, o Condensador e a Torre de Refrigeração.

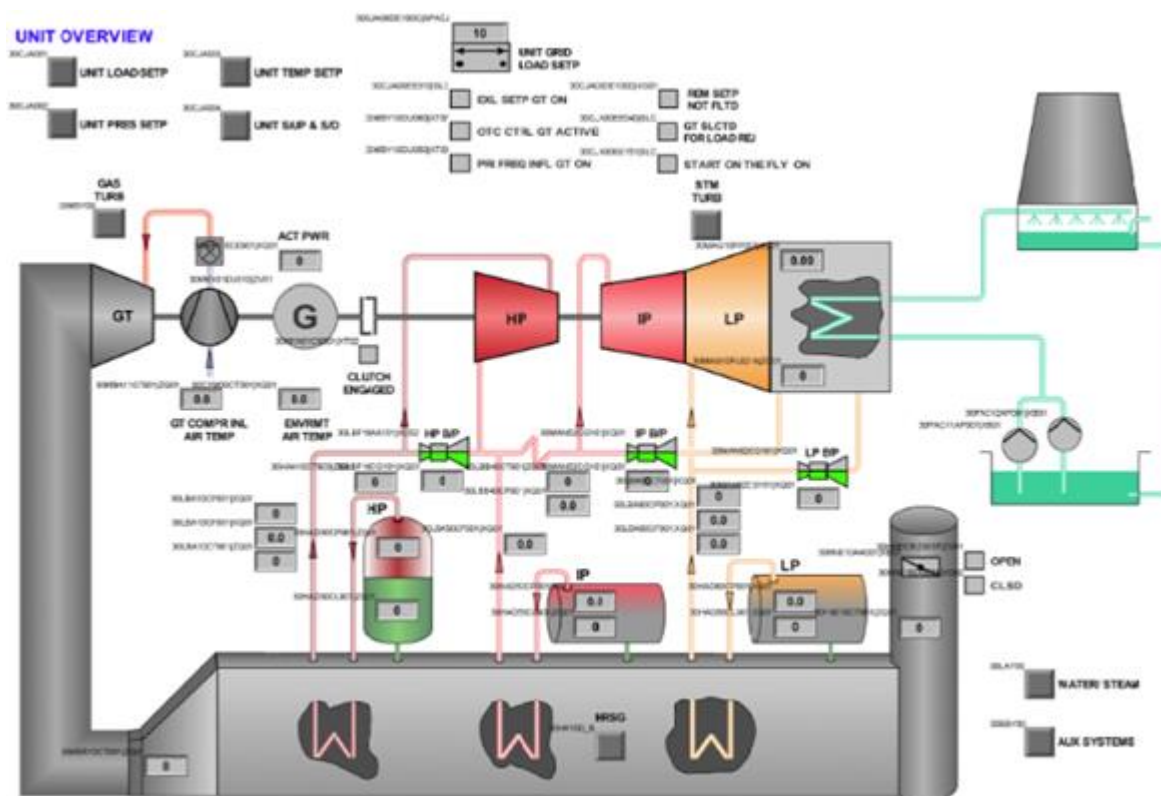


Figura 24 – Ecrã da interface de controlo do grupo 3 da CCGT.

A Turbina a gás

A Turbina a gás (TG) SGT5-4000F, modelo V94.3A, é uma máquina de veio único, que queima gás natural. A Figura 25 apresenta um esquema do modelo detalhado da Turbina, em SOLIDWORKS®. O rotor é suportado por duas chumaceiras: uma chumaceira radial e uma chumaceira axial (Impulso), que estão localizadas no lado da exaustão da turbina e no lado de entrada do compressor respetivamente. O rotor é um conjunto de discos, em que cada um suporta uma fila de pás móveis formando secções de veio oco apertadas por um parafuso de fixação central pré-tensionado. O rotor da turbina é arrefecido a ar internamente através de extrações de estágios do compressor. A câmara de combustão, apresentada na Figura 26 é do tipo anelar e é montada no *casing* externo comum da Turbina/Compressor. A Turbina a gás tem uma temperatura de gás de exaustão uniforme sobre toda a secção transversal do difusor. Isso deve-se ao facto dos 24 queimadores híbridos formarem uma chama anelar contínua, eliminando pontos quentes e frios, sendo portanto uma chama de qualidade superior que facilita o controlo da Turbina a Gás.

Este sistema de combustão combina todas as vantagens da combustão ideal, incluindo:

- Baixas emissões de NOx e CO;
- Baixa queda de pressão;
- Alta flexibilidade operacional;
- Design totalmente simétrico, utilizando um pequeno número de diferentes formas de escudos térmicos;
- Dimensões otimizadas e número de queimadores;
- Design compacto com boa acessibilidade.

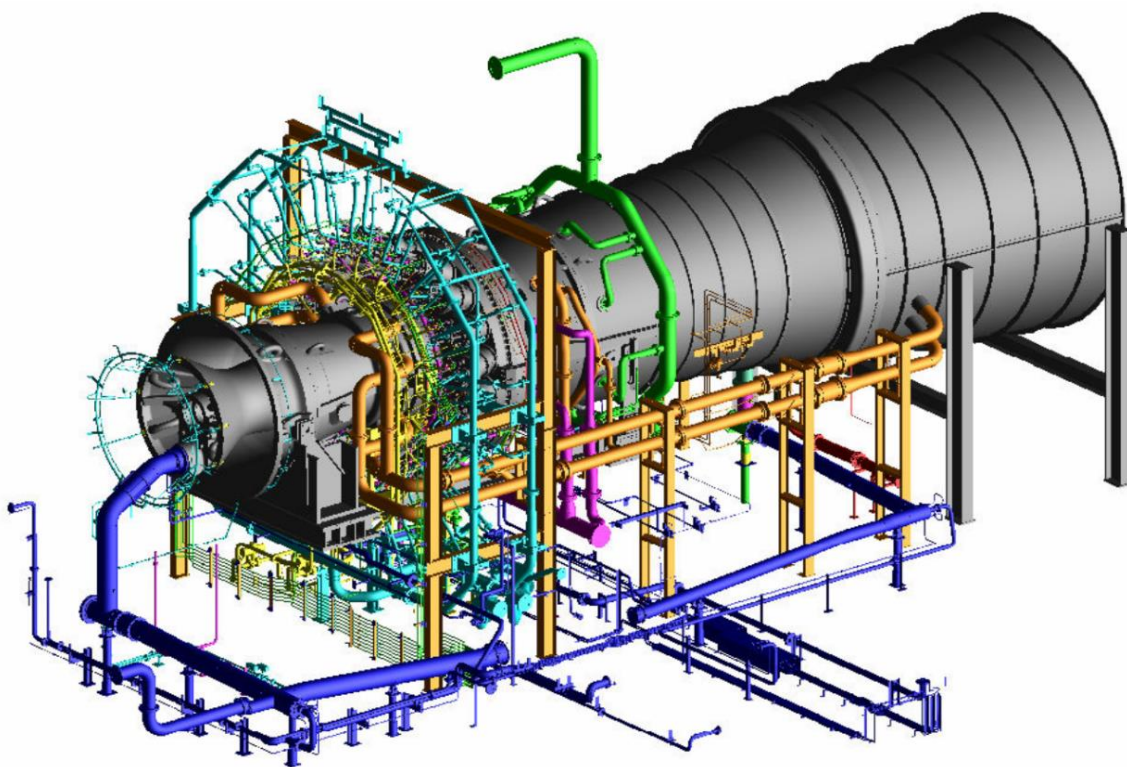


Figura 25 – Turbina a gás: Modelo SOLIDWORKS® [16]

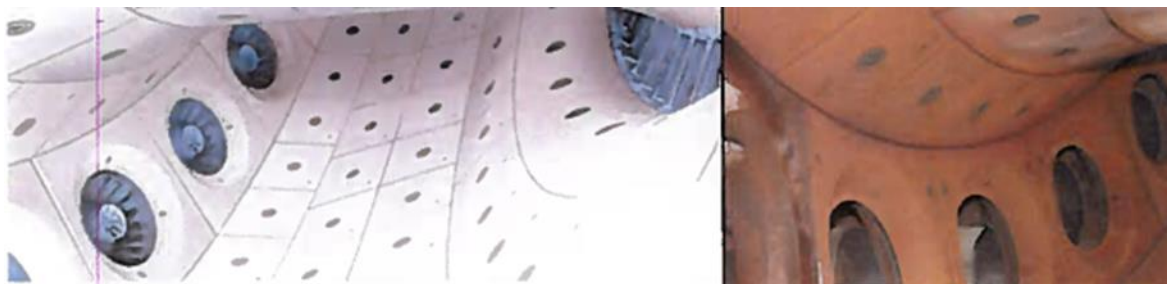


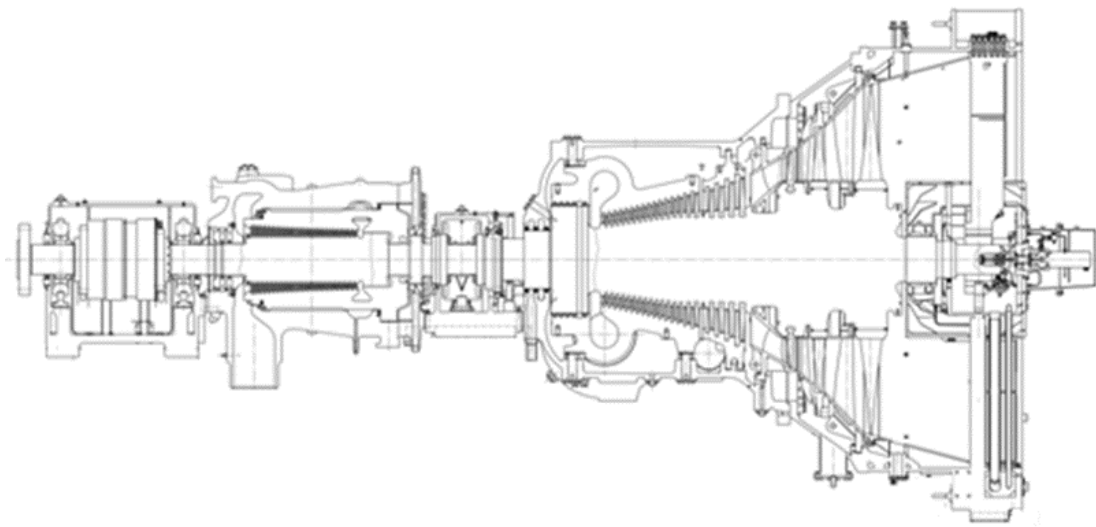
Figura 26 – Camara de combustão da Turbina a Gás.

A Turbina a Vapor

A Turbina a Vapor é responsável por um dos passos intermédios entre a conversão de energia térmica gerada na caldeira e a energia elétrica aos terminais do gerador. Este sistema converte a energia térmica em energia mecânica em dois corpos distintos. Na CCGT usam-se turbinas a vapor SST5-3000, apresentadas na Figura 27. A secção da turbina de alta pressão é de tipo H30-25-25-TPL com controlo de caudal. A secção da turbina de baixa e média pressão é de tipo IL30-1x12,5-M3 (Figura 28). A turbina a vapor, gerador e a turbina a gás estão ligadas por um só veio. A turbina a gás e a turbina a vapor acionam o gerador, que está localizado entre elas. A turbina a vapor pode ser acoplada ou desacoplada do conjunto Gerador/TG. No arranque, na paragem e na operação só com a Turbina a Gás, não é admitido vapor na Turbina de Vapor (TV), uma vez que o vapor de Média Pressão (MP) e Baixa Pressão (BP) é encaminhado para o condensador através das estações de *by-pass*. O vapor de alta pressão (AP) é conduzido para a linha de vapor reaquecido frio passando pela estação de redução de alta pressão, onde é despressurizado e arrefecido por uma injeção de água de alimentação de alta pressão. O vapor de exaustão flui axialmente da turbina a vapor de BP para o condensador que é arrefecido pelo circuito de água de arrefecimento (PAB) descrito mais à frente no relatório.



Figura 27 – Turbina a vapor [16].



1)

2)

3)

Figura 28 – Aspeto geral da Turbina a Vapor: 1) Turbina de Alta pressão H30-25-25-TPL; 2) Turbina de Média Pressão IL30-1x12,5-M3; 3) Turbina de Baixa pressão IL30-1x12,5-M3.

O gerador

A Siemens oferece uma abrangente linha de produtos de geradores elétricos consoante as necessidades de alimentação. O *know-how* foi construído em mais de 100 anos de evolução na fabricação e na experiência operacional e apoiado por um conjunto de mais de 9000 turbogeradores no mundo inteiro. No caso da CCGT do Pego, cada um dos grupos é equipado com um gerador Siemens SGen5 – 2000H refrigerado a hidrogénio com capacidade unitária de cerca de 415 MW, cujo esquema se apresenta na Figura 29. As características técnicas do alternador são apresentadas na Tabela 9.

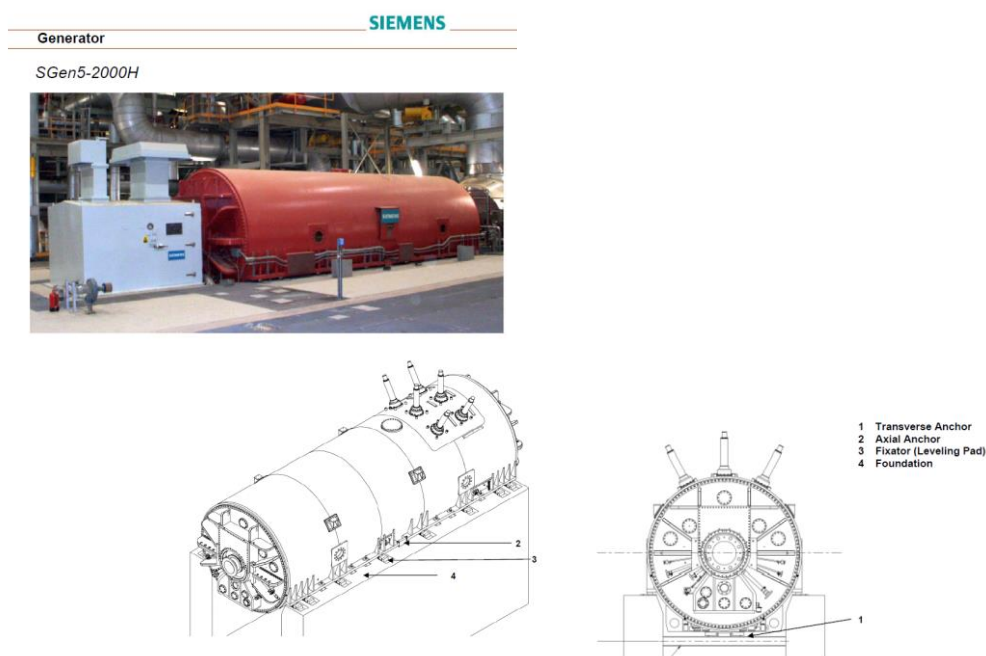


Figura 29 – O gerador THDF refrigerado a hidrogénio.

Tabela 9 – Características do Alternador Siemens SGen5.

Grandeza	Simbolos	Valor	Unidades
Tensão Nominal	UN	20	kV $\pm$ 5%
Potência Nominal Aparente (H ₂ a 35°C)	SN	503	MVA
Potência Máxima Aparente (H ₂ a 25°C)	S _{max}	524	MVA
Fator de Potência		0,85	
Potência Ativa Nominal	PN	427,55	MW
Corrente Nominal	IN	14520	A
Corrente Máxima	I _{max}	15923	A

Frequência Nominal	f_N	50	Hz
Tempo Permitido em Sobreexcitação	$t (U/f)_{\max}$	200	S
Tensão de Excitação <i>off-load</i>	$U_{\text{ex-0}}$	141	V
Tensão cc do SFC	UDC	3,375	kV

Caldeira de recuperação de calor

A Caldeira de Recuperação de calor é um “gerador de vapor” do tipo Benson horizontal (Figura 30 e Figura 31) que consiste no reaproveitamento do calor dos gases quentes que saem da turbina a gás. Consta de três níveis de pressão (alta, média e baixa). O interior é formado por vários andares por onde passa a água de alimentação desmineralizada que é aquecida até formar vapor em condições ideais para ser admitido pelas turbinas de vapor.



Figura 30 – Caldeira de recuperação de calor (Fonte própria).

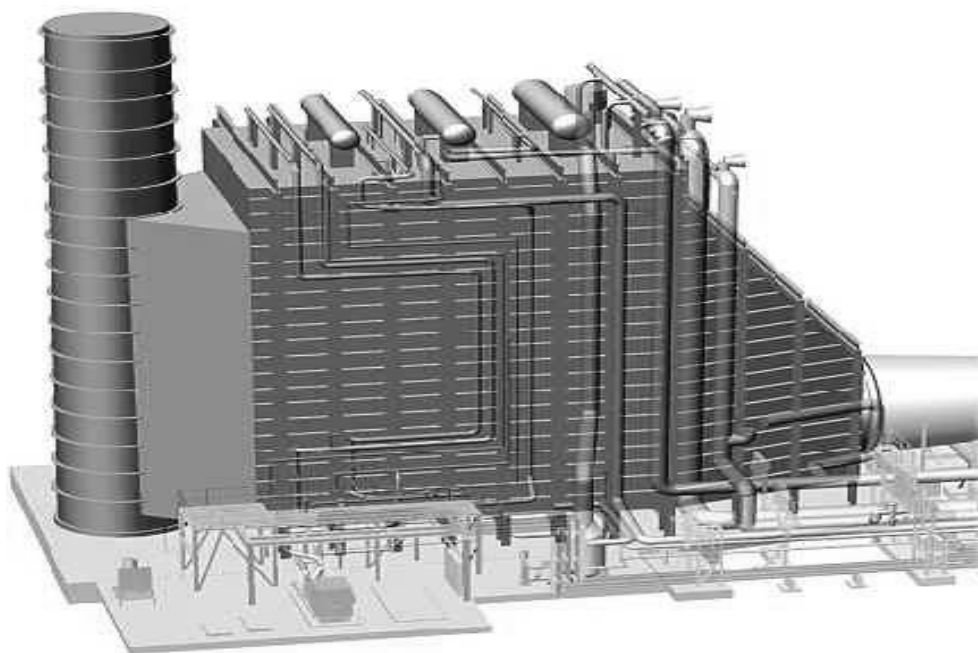


Figura 31 – Representação esquemática da Caldeira horizontal da Figura 30 [16]

Condensador

O condensador da Figura 32 é responsável por condensar todo o vapor proveniente das turbinas, diretamente através do escape da turbina de baixa pressão, ou dos *By-Pass* em caso de arranque, paragem ou disparo.

Para melhorar a condensação do vapor o condensador encontra-se em vácuo, dentro do qual circula a tubagem de água de arrefecimento do circuito (PAB – Código KKS). Quando o vapor entra em contacto com a tubagem fria condensa e deposita-se no fundo do condensador. É neste espaço que se repõem os níveis dos condensados do sistema água/vapor com água desmineralizada (bombas do sistema GHC – Código KKS). Quanto à água de arrefecimento que aquece ao passar pelo condensador, ela vai às torres de refrigeração forçada (por ventiladores) para arrefecer e voltar de novo ao condensador.

O condensado resultante do vapor é enviado através das bombas de extração de condensados para a caldeira de recuperação de calor para se iniciar de novo todo o ciclo água/vapor.



Figura 32 – Condensador.

Torre de refrigeração

Representando-se o Tejo como uma fonte não muito abundante de água e o facto de que, legalmente, a diferença da temperatura da água do rio não pode ser superior a 3°C entre o ponto de captação de água e ponto de descarga da mesma, existe a necessidade de torres de refrigeração, não se podendo ter um circuito aberto de refrigeração. Então, a água retornada do condensador (quente) segue para as torres de refrigeração onde vai perder calor. Esta água quente é pulverizada na parte superior das torres e desce através de favos (estes aumentam a superfície de contacto e diminuem a velocidade da água). A água depois de pulverizada entra em contracorrente com o ar frio (à temperatura ambiente). Neste contacto direto da corrente de água com ar ocorre a evaporação da água, principal fenómeno que produz o seu arrefecimento. Para que esta evaporação ocorra rapidamente é necessário criar uma diferença de pressão para que o ar ascenda. As torres de refrigeração forçada do CCGT são apresentadas na Figura 33. Relativamente às torres de refrigeração da Central Termoelétrica a Carvão, estas são torres de menores dimensões e altura que, para criarem uma diferença de pressão, utilizam um ventilador de extração, que suga o ar colocando-o em contra corrente com a água, tal como se representa esquematicamente na Figura 34.



Figura 33 - Torres de Refrigeração

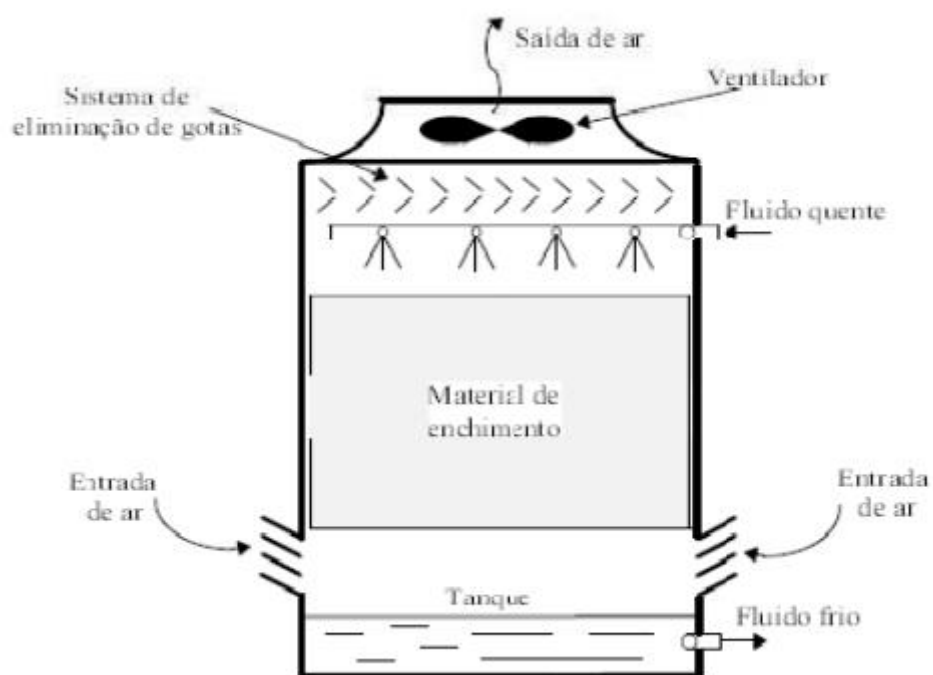


Figura 34 – Torre de refrigeração de circulação forçada.

4. ENERGIA E SISTEMAS DE POTÊNCIA

Neste capítulo descrevem-se os sistemas de transferência de energia da Central de Ciclo Combinado do Pego.

4.1. Descrição geral

A Central de ciclo combinado Pego CCGT consiste em duas unidades (2x 418MW). Cada unidade tem um gerador 30 / 40MKA (SGen5-2000H) arrefecido a hidrogénio ligado rigidamente à Turbina a gás (GT) 30 / 40MBA (SGT5-4000F) e a um Recuperador de Calor Gerador de Vapor (HRSG).

A Turbina a Vapor (ST) 30 / 40MAA (SST5-3000) é ligada ao gerador através de uma embraiagem síncrona com deslocamento axial automático (SSS).

As unidades são ligadas à rede elétrica de 400kV através de uma combinação de um transformador elevador 30 / 40BAT.

4.2. Diagrama unifilar simplificado (*SingleLineDiagram*)

Ligações de rede

O gerador de cada grupo é conectado ao transformador por meio de um barramento de fase isolada. Um Disjuntor é instalado entre o gerador e os transformadores principal (30/40BAT), auxiliar(30/40BBT), e de excitação(30/40MKC) do respetivo grupo. Ao operar o disjuntor de Grupo 30/40BAC, o gerador pode ser isolado ou sincronizado com a rede.

Os terminais de alta tensão do transformador principal são conectados à rede de 400kV por meio de linhas aéreas como esquematizado na Figura 35.

Os sistemas de energia auxiliar de ambos os grupos e da parte comum são alimentados pelos transformadores auxiliares de grupo 30/40BBT(Codificação KKS), que são conectados ao respectivo IPB entre o disjuntor de Grupo 30/40BAC e o lado BT do transformador principal. O enrolamento secundário do transformador auxiliar de grupo é conectado ao quadro de média tensão 6kV por meio de cabos de média tensão de núcleo único.

Para arranque dos grupos, a alimentação ao quadro de 6kV é assegurada diretamente da rede de 400kV através do transformador principal e do transformador auxiliar de grupo com o disjuntor de Grupo 30/40BAC associado aberto.

Os disjuntores de média tensão fornecem as cargas de cada grupo que são:

- Conversor estático de frequência para arranque 30/40MBJ;
- Os transformadores baixa tensão e motores de 6kV para as diversas bombas e transformador para prè-aquecedor de Gás.

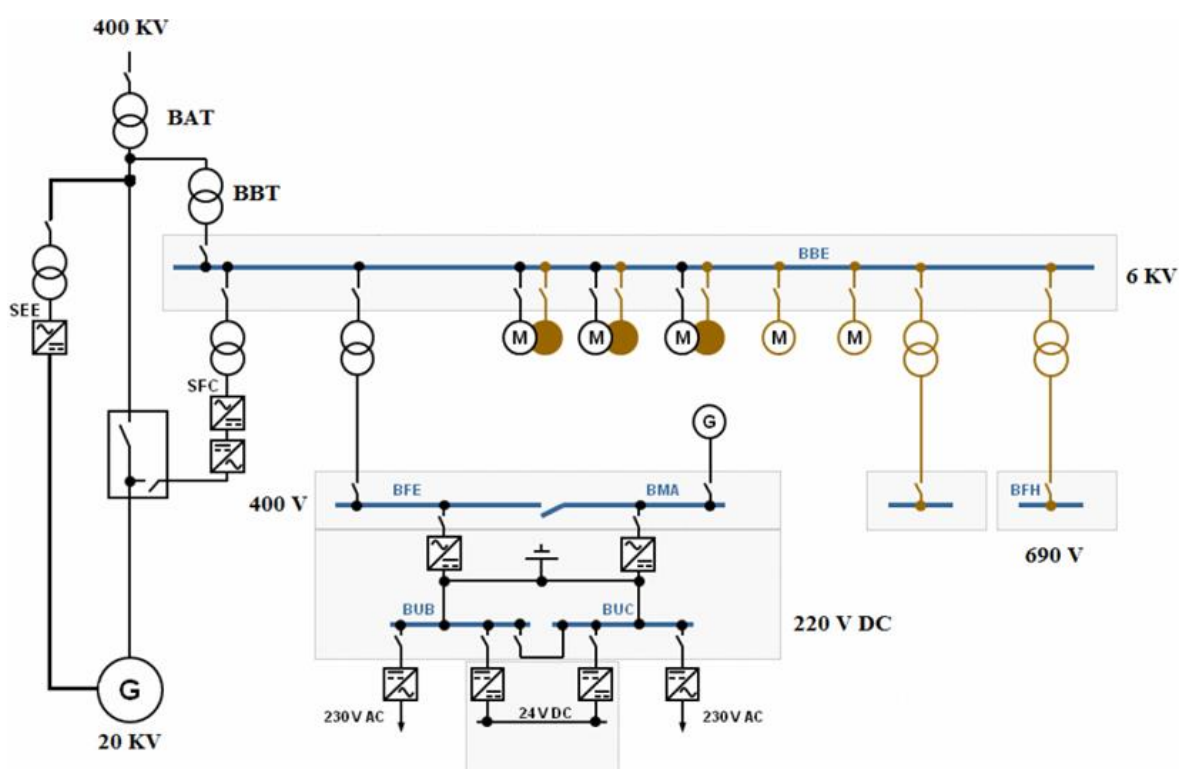


Figura 35 – Diagrama unifilar simplificado (SingleLineDiagram)

Tabela 10 – Sistemas Tensões na Central Elétrica.

System	Rated voltage	No. of phases	No. of Conductors
HV Main System	~ 50 Hz, 400kV	3	3
Generator	~ 50 Hz; 20 kV, $\pm 5\%$	3	3
MV System	~ 50 Hz; 6,0 kV, $\pm 10\%$	3	3
LV System 1	~ 50 Hz; 400 V, $\pm 10\%$	3	3/PEN
LV System 2	~ 50 Hz; 690 V, $\pm 10\%$	3	3/PEN
UPS system	~ 50 Hz; 230 V, $\pm 5\%$	1	1/N/PE
DC system 1	- 220 V, $+10\%$ / -15%	2	2/PE
DC system 2	- 24 V, $\pm 5\%$,	2	1/M

4.3. Gerador SGEN5 - 2000H



Figura 36 – Gerador SGEN5

O Gerador, como se pode verificar na Figura 36, é um gerador de veio único com um par de polos, é um Gerador com arrefecimento radial direto a hidrogénio aos enrolamentos do rotor e arrefecimento indireto de hidrogénio aos enrolamentos do estator.

O rotor do gerador é forjado e fundido a vácuo e possui duas chumaceiras radiais nas extremidades.

O hidrogénio circula no interior do gerador em circuito fechado, forçado por ventiladores de caudal axial.

O sistema de gás tem todo o equipamento necessário para o enchimento, remoção e operação do gerador com gás de purga, hidrogénio ou ar.

Um transformador de excitação é usado para fornecer a corrente de excitação necessária através de um sistema de energia auxiliar. Um conversor de frequência de arranque é fornecido para o arranque da unidade. O gerador atua como motor ao ativar o conversor para permitir o arranque da turbina a gás.

Na Tabela 11 apresenta-se as características do gerador.

Tabela 11 - Chapa de Características Gerador

Siemens A.C. Generator, Machine Code		HYDROGEN COOLED			
SGEN5- 2000H	Serial Number 12112	Year Built 2009	Phases 3	Winding Star	Standard IEC
Rated Output 503 MVA	Power Factor 0.85	Stator Voltage 20 kV	Stator Current 14520 A	Field Voltage 481 V	Field Current 3308 A
Inlet Water Temp 27°C	Cold Gas Temp 37°C	Stator Temp Rise Limit 75 K	Rotor Temp Rise Limit 80 K	Stator Thermal Class F	Rotor Thermal Class F
H2 Pressure 5.1 bar abs.	Altitude 5 m	Max Amb Temp 43°C	Min Amb Temp - 7.9°C	Max Water Temp 32°C	Stator Water Temp Not applicable
Duty S1	Frequency 50 Hz	Rotation 3000 rpm	EE Viewed Rotation Counterclockwise	Phase Sequence U-V-W	Protection IP 55
Book MK-10067	Mass 352000 kg				
					Made in USA

4.3.1. Estator Laminado

Para minimizar a histerese e perdas por correntes parasitas induzidas pelo fluxo magnético que atravessa o núcleo do estator, o mesmo é construído por camadas sucessivas de laminas finas e segmentadas. A pilha de laminas completa é mantida sob pressão por meio de parafusos de fixação e placas de pressão.

4.3.2. Rotor

O rotor, apresentado na Figura 37, foi maquinado e forjado em vácuo e é feito numa liga de aço (NiCrMoV). Periodicamente é testado através de Ultrassons, com o objetivo de despistagem de defeitos estruturais, como sejam fissuras.



Figura 37 – Rotor do Gerador.

4.3.3. Excitação

- A corrente de excitação do enrolamento do rotor é obtida a partir de um equipamento estacionário de excitação.
- Anéis deslizantes e escovas de carvão são usados para transmitir a corrente de excitação ao rotor do gerador.
- Para permitir a substituição de escovas de carvão durante a operação em velocidade e carga máxima, foi projetado um sistema de substituição “*plug-in*” como se pode ver na Figura 38.

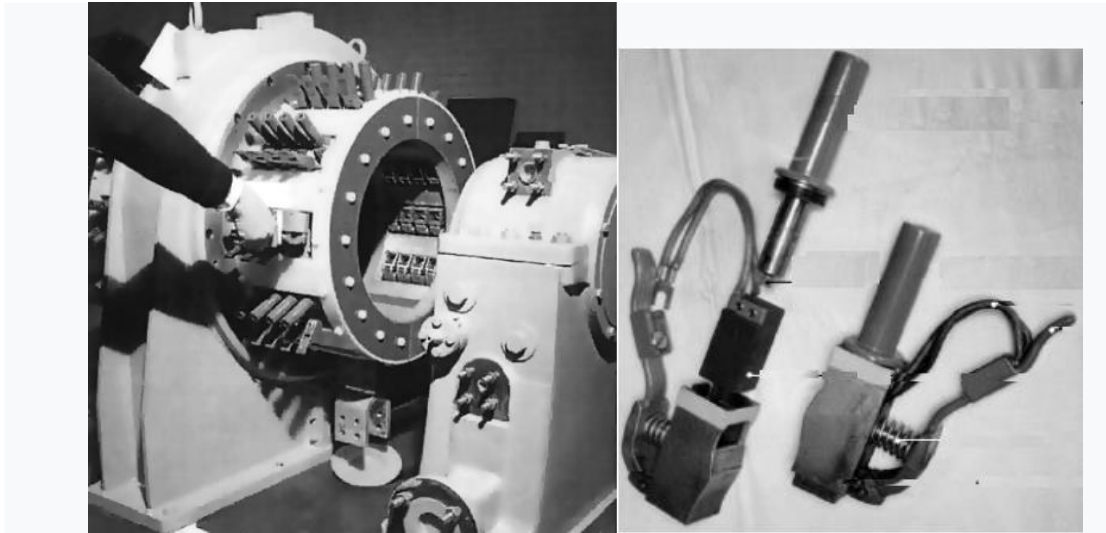


Figura 38 – Excitação.

4.4. Transformadores 400/20kV, 505 MVA (x0BAT01)

Transformadores são dispositivos usados para baixar ou aumentar a tensão e a corrente elétrica exemplificado na Figura 39. Os transformadores consistem em dois enrolamentos, primário e secundário, envolvidos num núcleo metálico. A passagem de uma corrente elétrica alternada no enrolamento primário induz à formação de uma corrente elétrica alternada no enrolamento secundário. A proporção entre as correntes primária e secundária depende da relação entre o número de voltas em cada um dos enrolamentos.

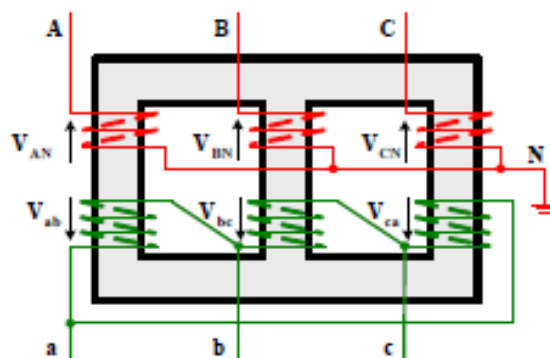


Figura 39 – Transformadora estrela-triângulo 3 fases.

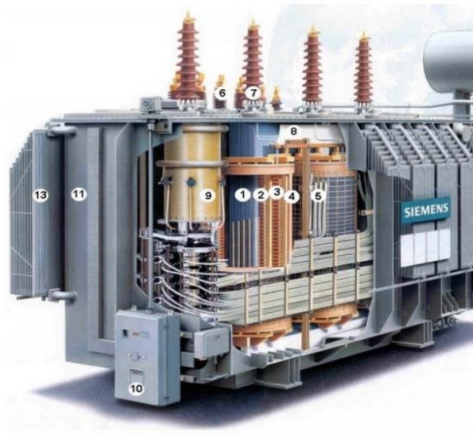
O arrefecimento do transformador é descrito por quatro maiúsculas. As letras um e dois descrevem o método de arrefecimento dos enrolamentos, letras 3 e 4 para o método de arrefecimento externo. O transformador principal montado na construção e em serviço na Central de Ciclo Combinado do Pego tem um arrefecimento descrito como ODAF.

Tabela 12 – Descrição tipo de arrefecimento do transformador [17]

Coolant	Short Symbol
Oil or synthetic liquid	O
Other synthetic liquid	L
Gas	G
Air (dry type transformer)	A
Water	W
Coolant flow	
natural	N
forced	F
directed	D

Na Figura 40 apresenta-se o desenho de construção e os dados técnicos dos Transformadores 400/20 kV da EFACEC.

Para adequar a relação de tensão às condições do sistema, o transformador está provido de um enrolamento especial com tomadas como se pode visualizar na Figura 42: O comutador de tomadas. A relação de tensão pode ser alterada por um comutador de tomadas em carga com o transformador energizado. Acionamentos motorizados são usados para operar os comutadores, possibilitando comando local ou à distância, inclusive com controlo automático de tensão.



1. 3 núcleos

2. Enrolamento BT

3. Enrolamento AT

4. Enrolamento Tomadas

5. Enrolamento

6. Isoladores BT

7. Isoladores AT

8. Armação fixação

9. Comutador de tomadas

10. Motor accionamento

11. Tanque óleo

12. Conservador

13. Radiador

14. Relé Buchholz



Figura 40 – Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA (Figura 41).

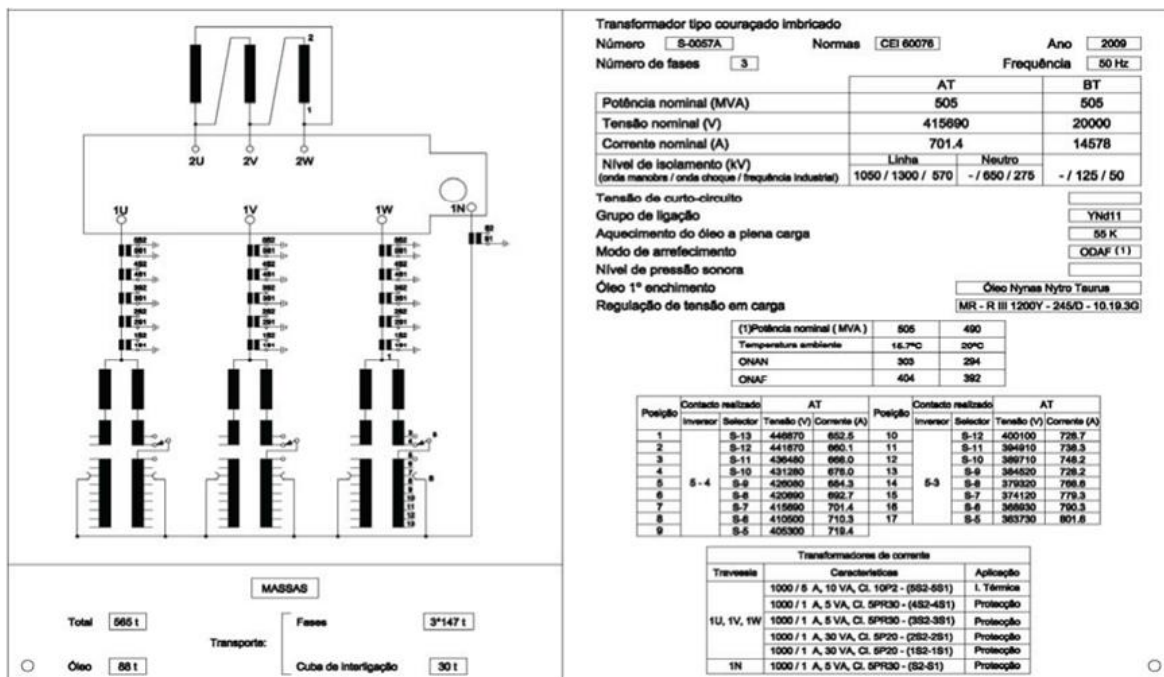


Figura 41 – Dados técnicos Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA [17]

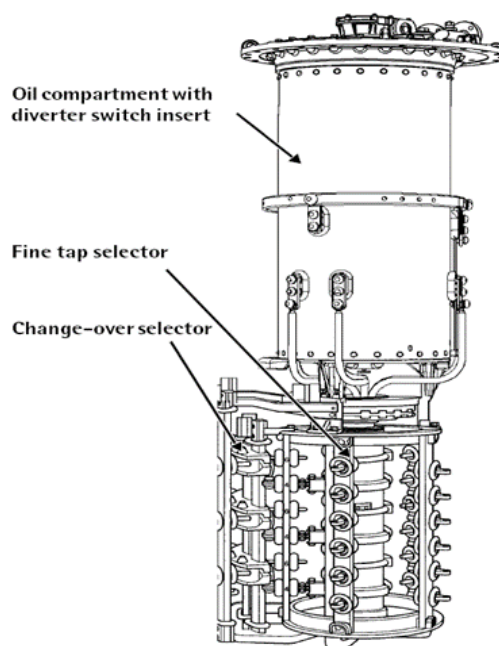


Figura 42 – Comutador de tomadas do Transformador [17]

4.5. Disjuntor do Gerador

O disjuntor de grupo foi projetado para instalação com um barramento de barras blindadas conforme Figura 43. As fases do disjuntor são montadas separadamente numa enclausura em alumínio [15].

O disjuntor de grupo foi projetado e cumpre as seguintes funções:

- Sincroniza o gerador com a rede elétrica;
- Interrompe a corrente de carga (até a corrente da potência total do gerador);
- Interrompe corrente de curto-circuito do gerador;
- Interrompe corrente de curto-circuito da rede.



Figura 43 – Disjuntor Gerador [15].

Na Figura 44 é apresentado o esquema unifilar do disjuntor gerador e seus principais componentes:

- Disjuntor e seccionador
- SF6(Extinção de arco)
- Terras em ambos os lados;
- Transformadores de corrente em ambos os lados com três núcleos por transformador de corrente;

- Transformadores de tensão em ambos os lados com um ou dois enrolamentos secundários;
- Condensadores de sobretensão em ambos os lados.

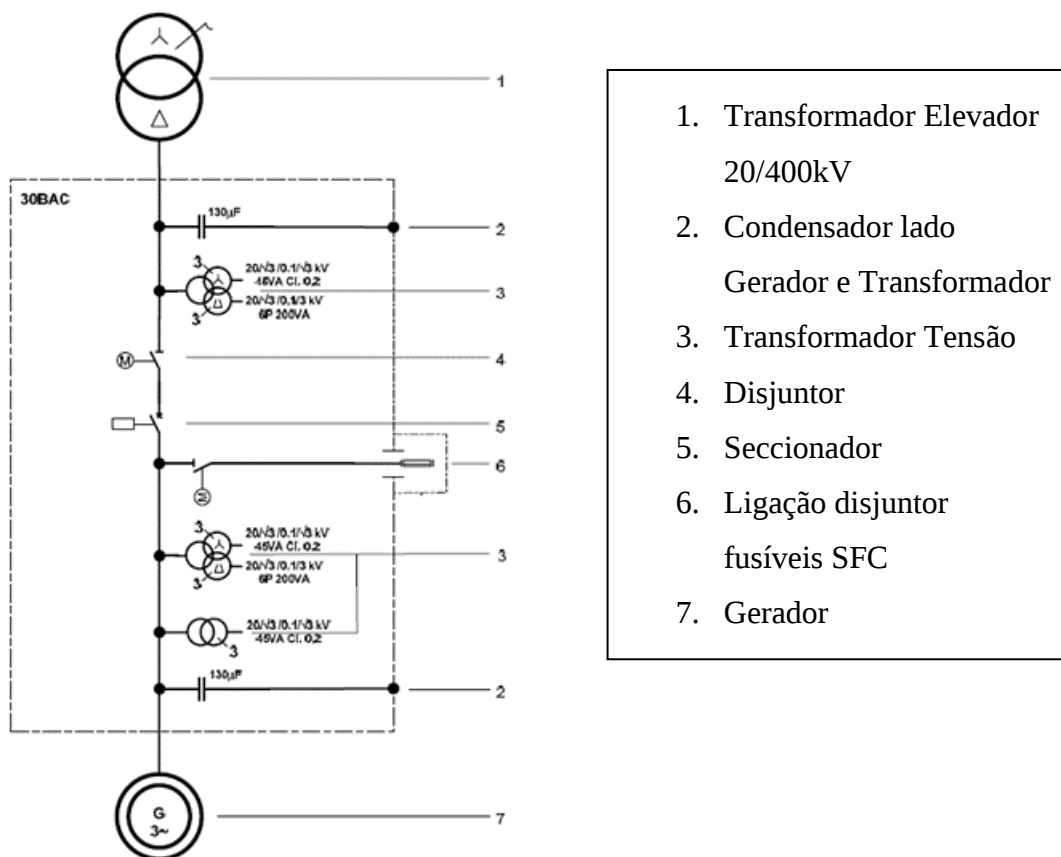


Figura 44 – Esquema do Disjuntor do Gerador [15]

Na Figura 45 apresenta-se o interior do Disjuntor/Seccionador onde se pode identificar:

- Transformador de Tensão
- Seccionador de terra
- Câmara de extinção de arco
- Pára Raios

O Pannel de operação é apresentado na Figura 46.



Figura 45 – Interior do Disjuntor/Seccionador [15].

Legenda:

Q9 – Seccionador

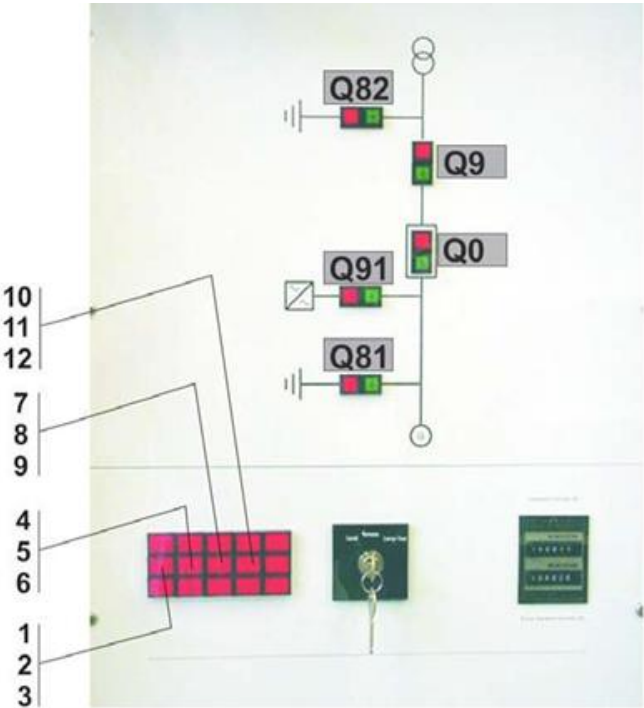
Q0 – Disjuntor

Q91 – SFC Seccionador

(1) Painel Luminoso

(2) Chave Local/Remote

(3) Contador troca de bombas



4 5 6			10 11		
SF6-Refill	SF6-Blocking	Motor Prot. Switch Q9 Trippet	DC- Voltage Fault		
Blocking-C	Blocking-0	Motor Prot. Switch Q91 Trippet	AC- Voltage Failure		
Long Time Pump Running	MCB-Trippet Pump Motor	MCB-Trippet Heating			
1 2 3		7 8 9			

Figura 46 – Operação Local e Indicação [17]

4.6. Barramento isolado (IPB– Isolated phase bus)

O barramento isolado (IPB – Isolated phase bus) [18] é um barramento em que cada condutor de fase é envolvido por uma tubagem/invólucro de metal individual separados fisicamente. O método mencionado é válido para todo o barramento. Os condutores e os invólucros são de secções anelares feitos sobretudo de chapas laminadas e soldadas. A folga necessária entre o condutor e a tubagem de cada fase é conseguido através de isoladores de resina fundida e suportes. Os isoladores podem ser substituídos do exterior.

A fase L1 é definida como o barramento de aterramento principal.

Para compensar a expansão longitudinal e vibrações, os condutores são equipados com conexões e as tubagens com juntas de expansão (compensadores de alumínio), foles (compensadores de material não metálico) como se pode ver na Figura 48. Tampas de inspeção são instaladas nas tubagens em todos os pontos onde os condutores têm conexões aparafusadas.

O barramento foi projetado e conectado aos transformadores (Figura 47) de maneira que o barramento não precisa de ser desmontado se algum dos transformadores tiver que ser substituído.

4.6.1. Vantagens de utilização

A utilização deste tipo de barramento isolado em unidades industriais traz inúmeras vantagens tanto técnicas como de segurança para o equipamento e pessoas, e que serão enumeradas de seguida:

- Ligação de alta tensão com design comprovado;
- Cada uma das três fases (condutores) é colocada dentro de uma conduta separada;
- Proteção contra curto-circuitos fase-a-fase;
- Proteção das pessoas de contato com partes vivas;
- O condutor é mantido numa posição central suportado em isoladores;
- Condutores e caixas construídos em alumínio;

- Sem aumento de temperatura em construções de aço adjacentes causadas por campos magnéticos;
- O sistema está colocado em baixa pressão de ar (15mbar) para impedir a entrada de humidade e poeiras.

Na Tabela 13 enumera-se as especificações técnicas do barramento isolado verificadas no manual de operação e manutenção fornecido pela Siemens [16].

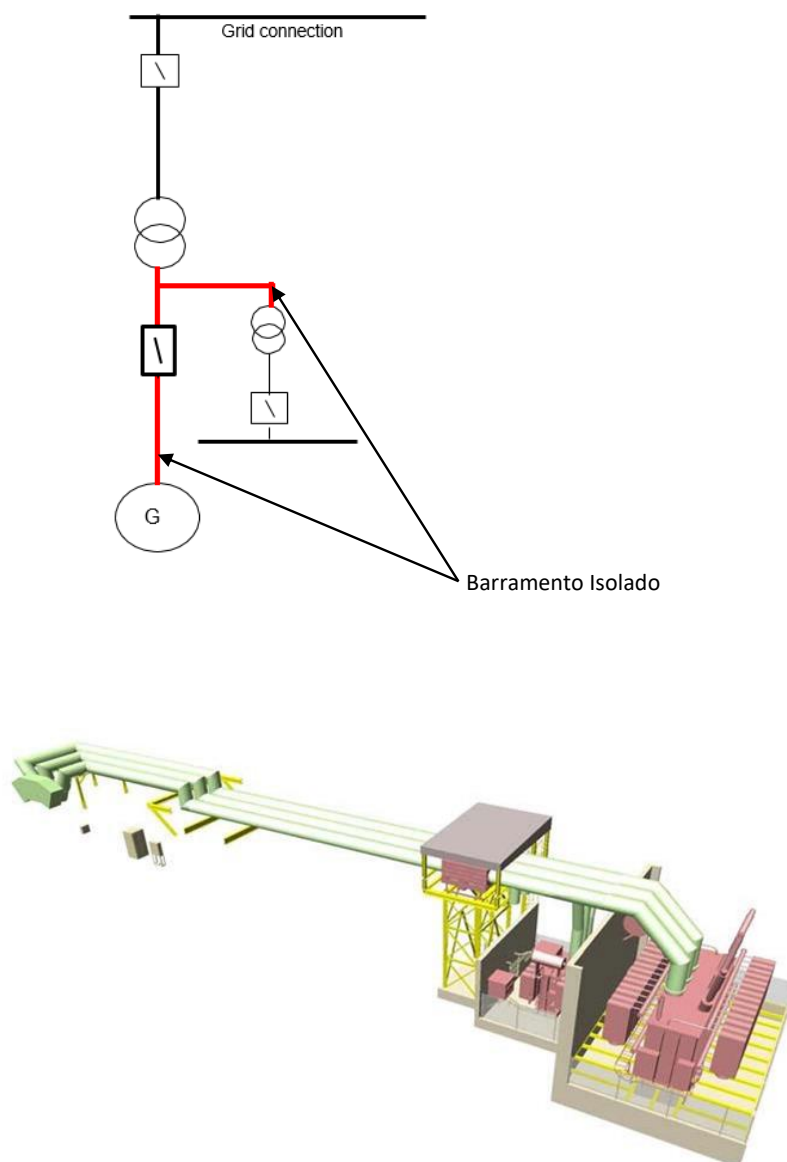


Figura 47 – Barramento isolado IPB– *Isolated phase bus*.

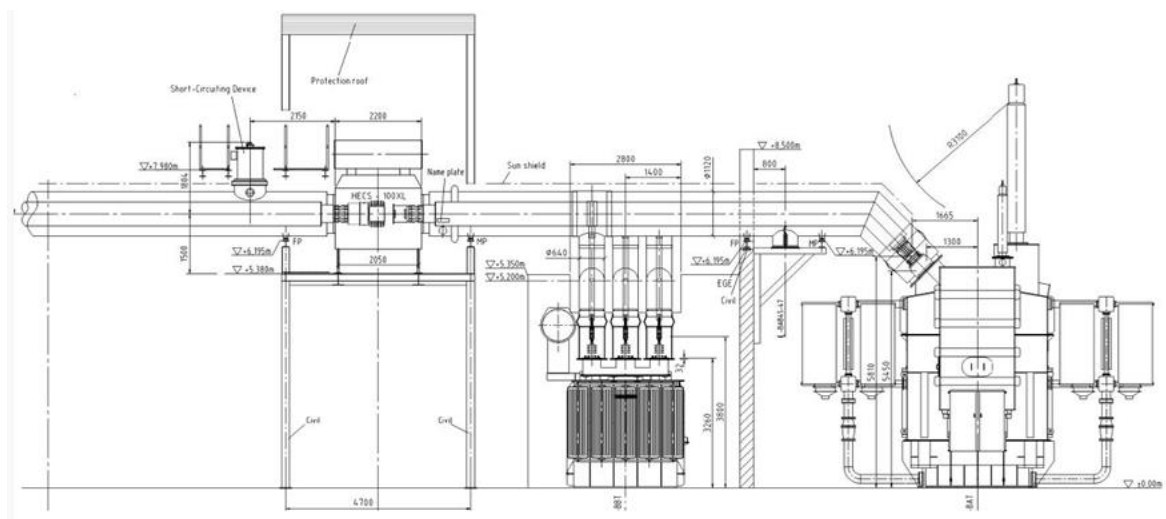


Figura 48 – Detalhes de construção do barramento.

4.6.2. Terra do barramento

A conduta da fase L1 é definido como o barramento principal de terra. Barras e juntas de expansão de alumínio, são usados nas ligações de terra ao longo de toda a conduta do barramento (Figura 49).

A ligação à terra dos componentes é efetuada por meio de juntas de expansão de alumínio. A conduta do barramento é aterrada através do gerador e do transformador da unidade.

Tabela 13 - Especificações Técnicas Barramento isolado

1.	General	
1.1	Design	Siemens PG
1.2	Manufacturer	EGE Czech Republic
1.3	Operating Voltage	16kV
1.4	Rated Voltage	24kV
1.5	Frequency	50Hz
1.6	Power Frequency Test Voltage, 1 min	24kV
1.7	Impulse Withstand Voltage 1,2 / 50 μ s BIL	24kV
1.8	Cooling	(natural)
1.9	Temperature (Design)	
1.9.1	- Conductor	90°C
1.9.2	- Enclosure, accessible parts expected to be touched	70°C
	Note : mentioned values of item 1.9 are average values at nominal operating current and ambient temperature of 40°C	
1.10.	Max. allowable temperature	
1.10.1	- Conductor (silver-coated connections in air)	105°C
1.10.2	- Enclosure, accessible parts not need to be touched	80°C
1.11	Material	
1.11.1	- Conductor	Aluminium 99,5%
1.11.2	- Enclosure	Aluminium 99,5%
1.11.3	- Cabinets	Steel
1.12	Overpressure System	
1.12.1	Permitted Air Leakage Losses	4Vol. % / h
1.12.2	Pressure within Enclosure	
1.12.2.1	- Operating Pressure	10-15mbar / Pa
1.12.2.2	- Relief via Overpressure Valve	25mbar / Pa
1.12.2.3	- Signalising of pressure fault: min	5mbar / Pa
1.12.2.4	- Signalising of pressure fault: max	35mbar / Pa

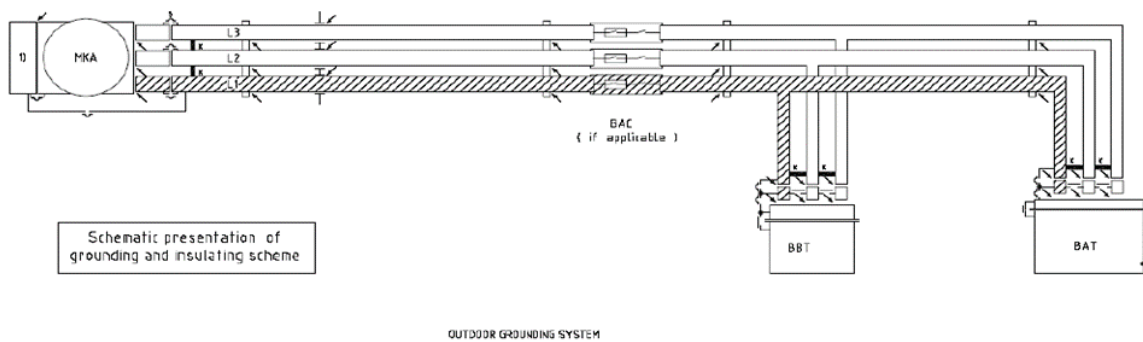


Figura 49 – Esquemático do sistema de isolamento e terra da conduta do barramento.

4.6.3. Dispositivo de terra e curto-circuito

O dispositivo de terra e curto-circuito (Figura 50) permite o aterramento e o curto-circuito dos condutores quando o gerador se encontra sem corrente de excitação (rodando à velocidade de virador⁴).

Este dispositivo tem um mecanismo acionado manualmente através de uma manivela.

A posição do cilindro de contacto ao condutor é indicada através de fins de curso e indicador visual de posição.

O acesso ao mecanismo é obtido por meio de uma tampa amovível.

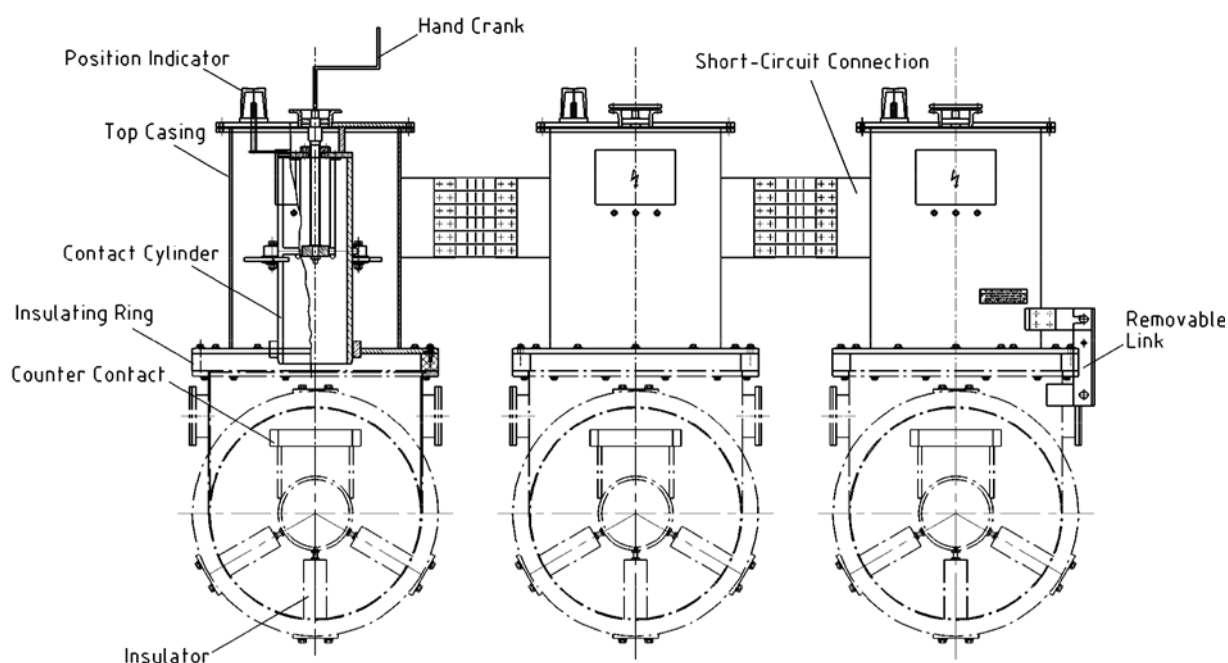


Figura 50 – Dispositivo de terra e curto-circuito.

4.6.4. Dispositivo de terra temporário

O dispositivo de terra temporário permite a ligação à terra para a execução de trabalhos efetuando o curto-circuito entre a conduta ligada à terra e o barramento. A ligação à terra é efetuada entre o condutor e a conduta e é realizada através de um cabo de cobre (Figura 51).

⁴ Velocidade de virador (2Hz) é a velocidade a que as Turbinas e Gerador rodam quando se encontram em *stand-by*, em vez dos 50Hz da velocidade nominal.



Figura 51 – Dispositivo de terra temporário barramento

4.6.5. Cubículo redutor de pressão

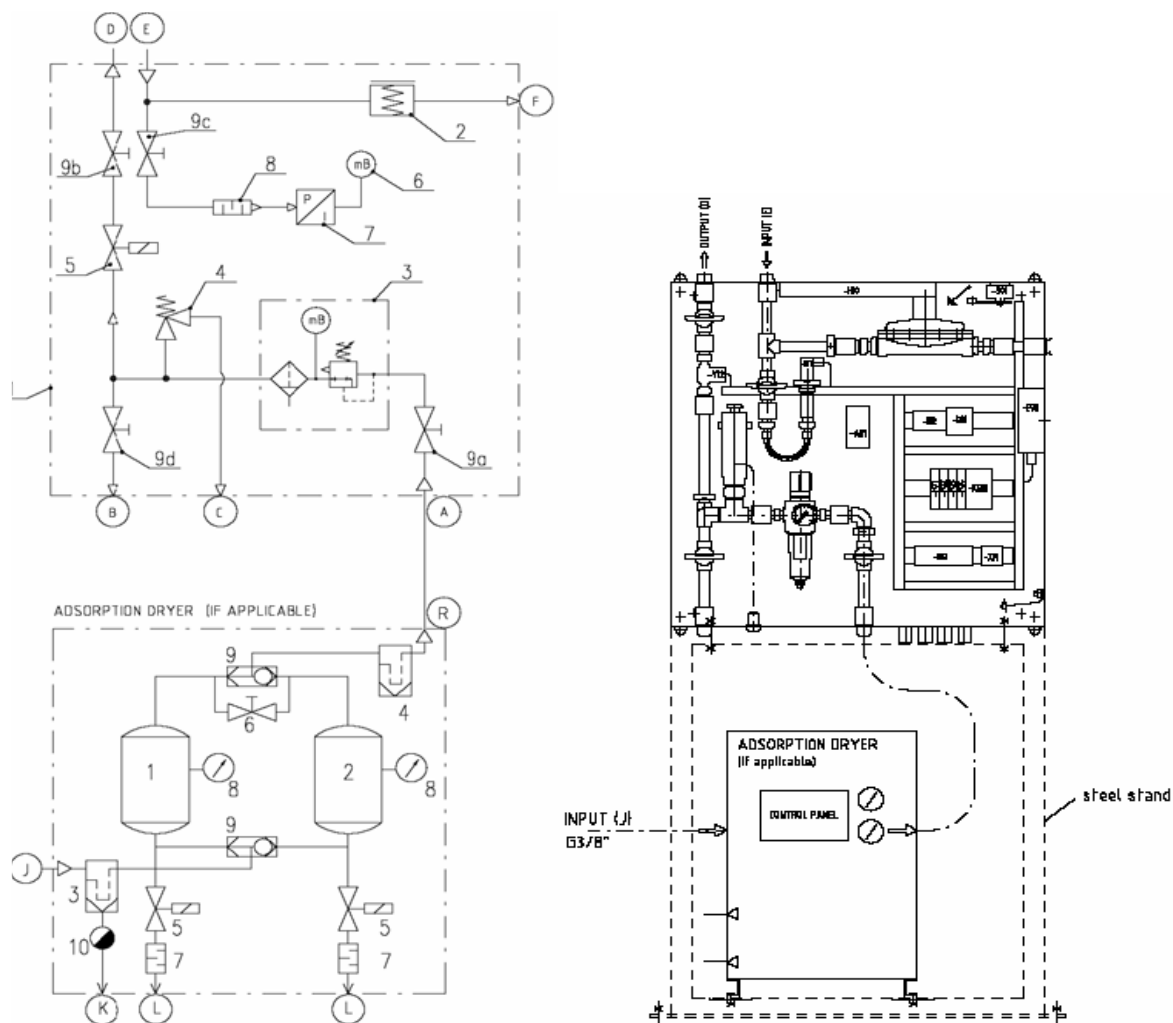
A conduta do barramento é pressurizada por uma instalação pneumática, que a mantém pressurizada a cerca de 16 mbar. Na Figura 52 podemos observar o cubículo redutor de pressão e o esquema pneumático.

4.7. Subestação - Aparelhagem de alta tensão

A subestação da CCGT (Figura 53) é uma instalação elétrica formada por um conjunto de equipamentos responsáveis pela transmissão e distribuição da energia elétrica, além de equipamentos de proteção e controlo. É uma subestação emissora e recetora de energia.

A subestação distribui energia elétrica produzida na central para todo o complexo da CCGT. Os painéis de linha, incluindo todos os equipamentos de alta tensão, são capazes de operar continuamente à carga nominal da CCGT para as condições de temperatura, variações de tensão e frequência de projeto [18].

Para fins de manutenção no painel e no lado de baixa tensão do transformador, as condições de segurança para o pessoal são garantidas pelo disjuntor, seccionador e seccionador de terra instalados e montados conforme esquema unifilar mostrado na Figura 54.



- Legenda:
- A – Alimentação de ar comprimido
 - B – Ligação da tubagem dreno
 - C – Descarga de ar da válvula de segurança
 - D – Ligação de enchimento conduta
 - E – Ligação de medição da pressão
 - F – Alimentação de ar (25 mbar)
 - 1 – Enclausura
 - 2 – Válvula de descarga > 25 mbar
 - 3 – Filtro-regulador
 - 4 – Válvula de segurança
 - 5 – Válvula solenoide
 - 6 – Transmissor de pressão
 - 7 – Controlador PID para amortecedor para pressão.
 - 8 – Válvula de esfera

Figura 52 – Cubículo redutor de pressão e esquema pneumático.

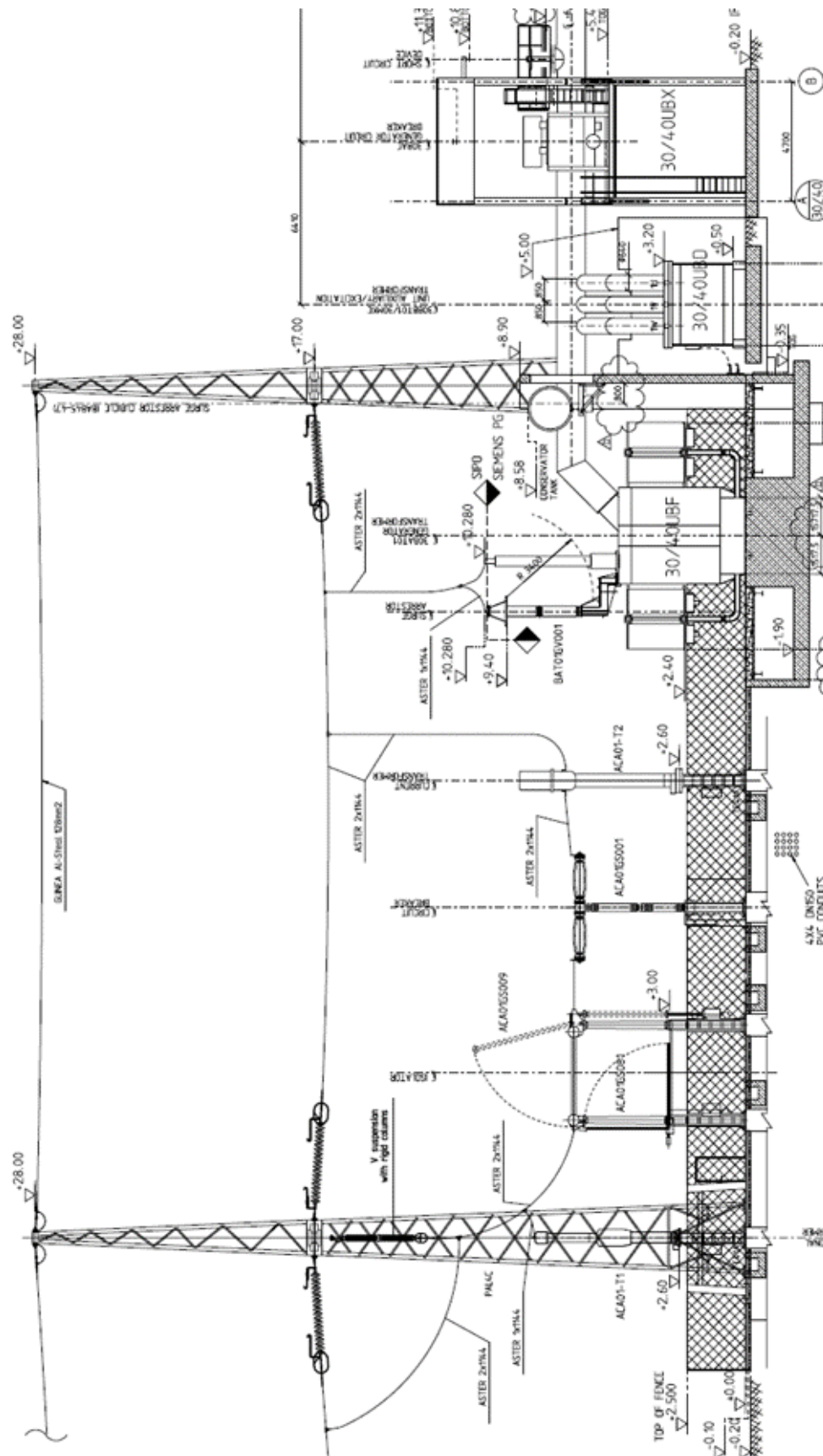


Figura 53 – Subestação - Aparelhagem de alta tensão.

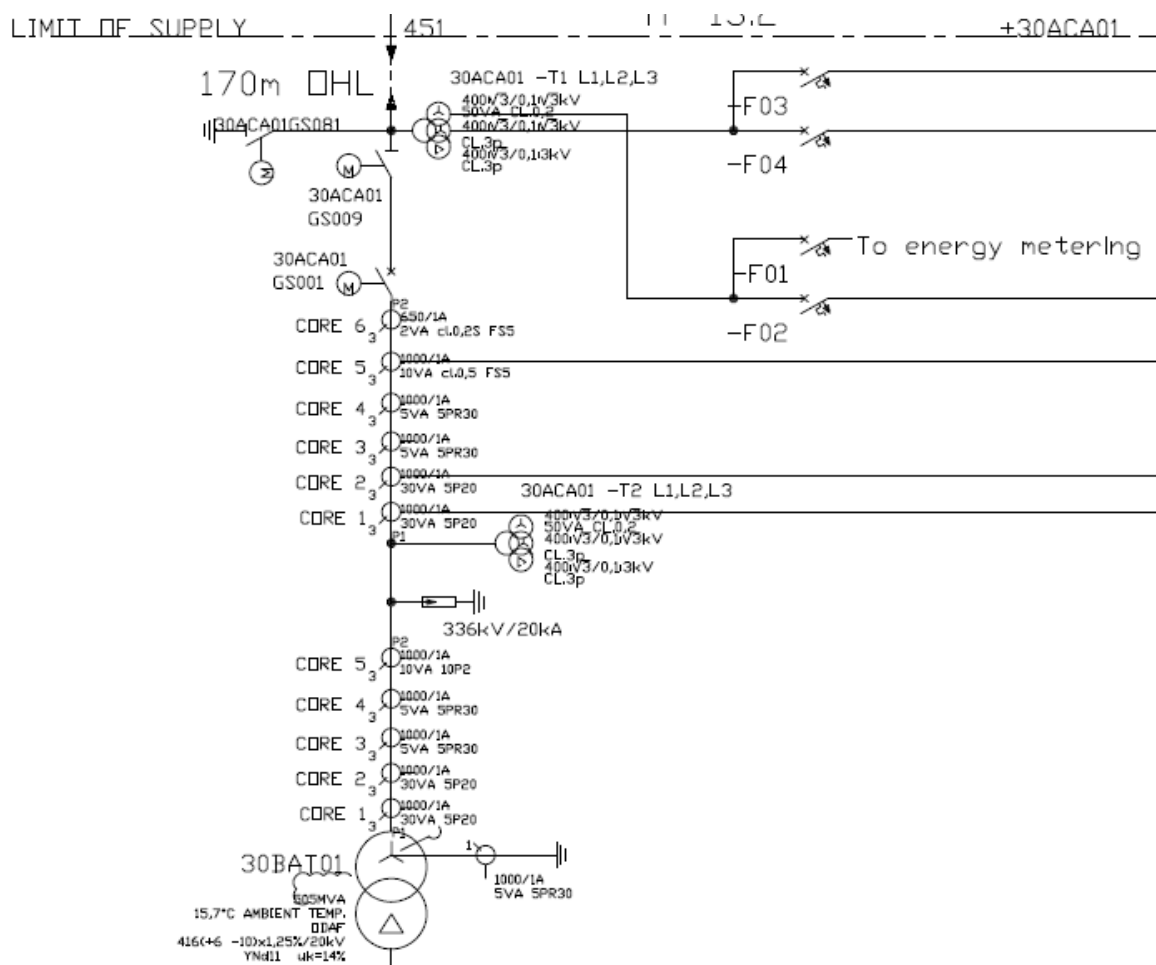


Figura 54 – Esquema unifilar da Subestação.

4.7.1. Aparelhagem e Equipamentos

Entre os equipamentos e aparelhagem diversa da subestação referem-se, pela sua importância, o Seccionador de linha, o transformador corrente e o Seccionador de Terra.

Seccionador de Linha

O seccionador de linha é um interruptor de corte vertical com dois suportes de isoladores. O acionamento do seccionador é vertical. Cada pólo do seccionador vertical é operado por um mecanismo de operação individual, tal como se ilustra na Figura 55.

Os seccionadores são projetados para operação local e remota e têm acionamento motorizado e manual.

As principais características dos seccionadores são as seguintes [19]:

- Fabricante Ruhrtal;
- Teste padrão IEC 60129;
- Seccionador de terra (acionamento independente);
- Tensão máxima de operação 448 kV;
- Corrente de curto-circuito 40 kA (1 seg.).

Seccionador de Terra

O seccionador de terra tem operação local e remota e possui acionamento motorizado e manual. As principais características do seccionador de terra são as seguintes [18]:

- Fabrique Ruhrtal;
- Teste padrão IEC 60129;
- Seccionador de terra de pólos separados (acionamento independente);
- Tensão máxima de operação 448 kV;
- Corrente de curto-circuito 40 kA (1 seg)

Transformador de corrente

O transformador de corrente mostrado na Figura 55 é o dispositivo que reproduz a corrente que circula no enrolamento primário no seu circuito secundário mantendo a sua posição vetorial numa proporção adequada. A utilização do transformador de corrente isola o circuito primário do circuito secundário, fornecendo correntes suficientemente reduzidas de forma a permitir a sua proteção, controlo e medida [18].

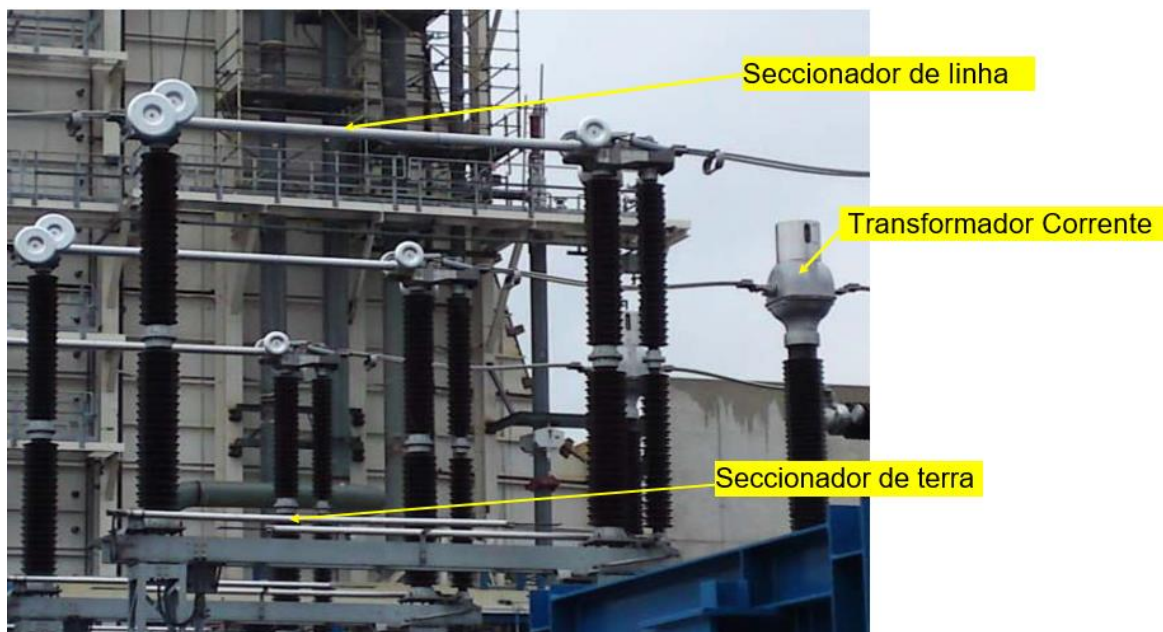


Figura 55 – Seccionador de linha; transformador de corrente e Seccionador de Terra (Fonte própria).

4.7.2. Disjuntor SF6 de 400 kV

O disjuntor é do tipo SF6 [19] (Figura 56) com um acionamento operado por mecanismo de mola de energia armazenada. O disjuntor é equipado com um mecanismo de operação por fase. As principais características do disjuntor são as seguintes:

- Fabricação Siemens
- Tipo de disjuntor 3AP2FI-420kV
- Tensão máxima de operação 420 kV
- Corrente nominal de curto-circuito 40 kA (1 seg.)
- Corrente nominal ≥ 750 A

O disjuntor de linha usa gás SF6 para fins de isolamento e extinção de arco. O disjuntor é equipado com um mecanismo de operação por fase.

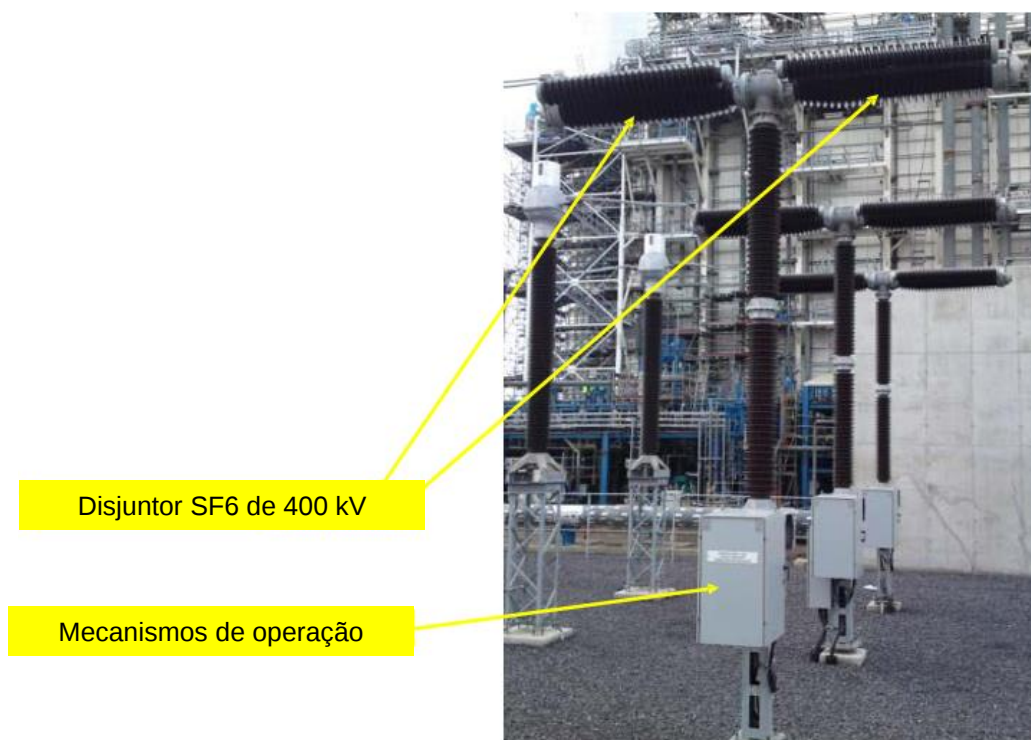


Figura 56 – Disjuntor SF6 de 400 kV (Fonte própria).

4.8. Aparelhagem de Alta Tensão

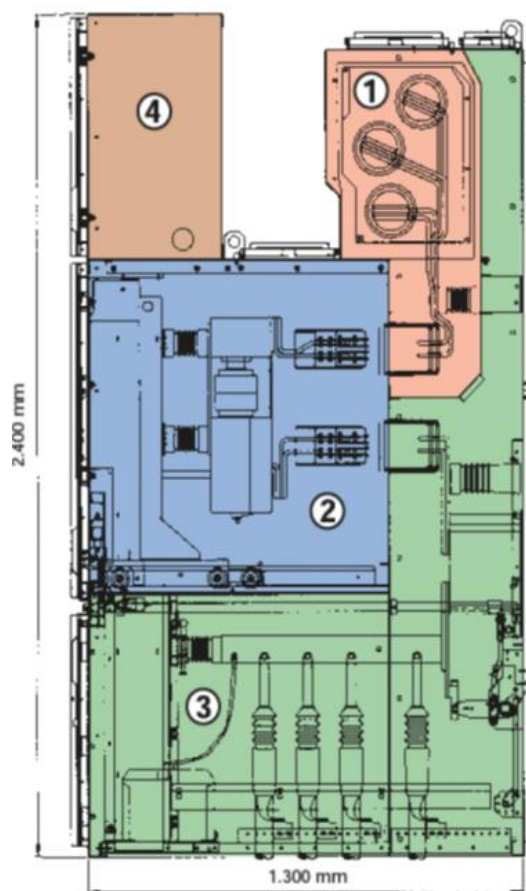
Os disjuntores de alta tensão (portinholas de acesso ilustradas na Figura 57) são equipados com dispositivos de manobra extraíveis. Na Figura 58 é apresentado o esquema dos compartimentos da aparelhagem de alta tensão. São aparelhos de manobra de alta disponibilidade, que é alcançada por disjuntores de vácuo de baixa manutenção. O facto do quadro de distribuição ser extraível oferece a máxima segurança pessoal e confiabilidade operacional (Figura 59).

Todas as operações de comutação são realizadas com as portas do painel fechadas. Além disso, é possível realizar todos os preparativos para o trabalho dentro do painel com as portas fechadas, ou seja, com total proteção contra choque, pois há:

- isolamento da fonte de alimentação;
- verificação do isolamento seguro;
- aterramento e curto-circuito;
- cobertura de partes vivas adjacentes.



Figura 57 – Aparelhagem de Alta Tensão.



Legenda:

- 1 – Compartimento do Barramento
(Figura 58)
- 2 – Compartimento do Disjuntor
(Figura 58)
- 3 – Compartimento dos terminais de cabo
(Figura 58)
- 4 – Compartimento de baixa tensão
(Figura 58)

Figura 58 – Compartimentos da aparelhagem de alta tensão.

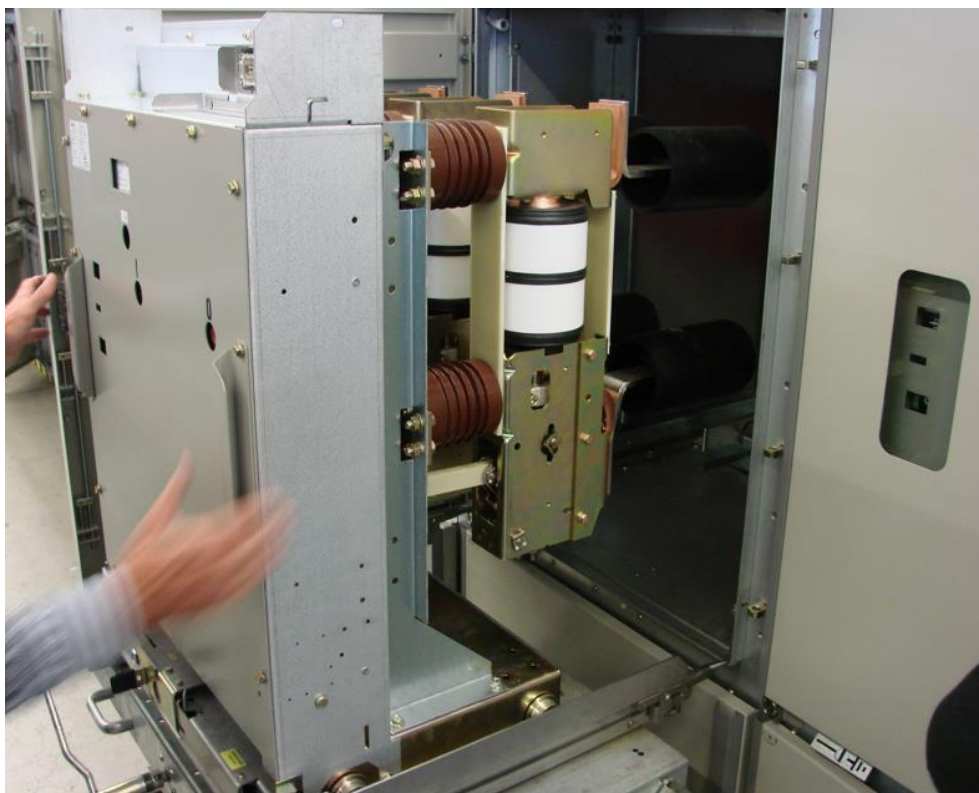


Figura 59 – Extração disjuntor de Alta Tensão.

4.9. Aparelhagem de Baixa Tensão

O sistema de distribuição de energia é prático e seguro. O painel de baixa tensão é concebido para sistemas de distribuição de energia até 6300A (Figura 60). Este painel garante a distribuição de energia com segurança a dispositivos de distribuição, tendo as diversas combinações sido devidamente testadas. Estes testes comprovam [18]:

- Subida de temperatura;
- Corrente suportável de curto-circuito;
- Propriedades dielétricas;
- Eficácia do circuito de proteção;
- Distâncias de escoamento e de isolamento;
- Funcionamento mecânico;
- Distribuição de Tensão até 690V;

- Corrente nominal 6300A;
- Consumidores até 800A;
- Ligação de cabos num compartimento separado;
- Pego: 690V AC, 400V AC, 220V DC (Figura 62).



Figura 60 – Aparelhagem de Baixa Tensão.



Figura 61 – Constituição quadro BT.



- Para motores até 15 kW com controlo local e remoto, tamanho 1



- Para atuadores até 15 kW com controlo local e remoto, tamanho 1/4



- Para motores até 30 kW com controlo local e remoto, tamanho 2

Figura 62 – Disjuntores amovíveis de baixa tensão.

5. GRANDE MANUTENÇÃO DO GRUPO 4

Neste capítulo são apresentadas algumas obras-tipo referentes aos trabalhos a realizar durante as intervenções a efetuar na revisão geral das 25000 horas. A informação contida nas obras-tipo é fornecida ao prestador de serviços que efetuar a manutenção nos equipamentos e essas obras tipo são baseadas nos manuais cedidos pela Siemens, que têm a informação detalhada sobre a manutenção e periodicidade da mesma aconselhada pelo fabricante desse equipamento. A Gestão, programação e acompanhamento dessas obras é sempre efetuada pela aplicação Máximo.

Durante a realização do estágio tive a oportunidade de acompanhar a manutenção preventiva (HGPI 25000hrs) do Grupo 4 da CCGT, uma grande manutenção referente às 25000 horas. O plano de manutenção preventiva sistemática previa uma paragem de 40 dias com recurso a subcontratação de empresas externas devidamente qualificadas. Apesar do estágio prever, enquadrado nas atividades desenvolvidas no departamento de manutenção operacional, o acompanhamento dos trabalhos de manutenção, anteriormente eu já tinha estado envolvido na preparação dos referidos trabalhos, no âmbito das tarefas desenvolvidas no departamento de engenharia e planeamento.

Durante o acompanhamento da HGPI 25000hrs, as intervenções de manutenção em que colaborei incluíram, mas não se limitaram a:

- Apertos;
- Limpeza;
- Beneficiação de encravamentos;
- Inspeções, medições e ensaios.

De todos os trabalhos salientam-se os que se referem ao quadro de média tensão, Barramento isolado 400/20 kV, Transformador principal, motor de 6 kV da bomba de água de arrefecimento e motor de 6 kV da bomba de água de alimentação.

5.1. Manutenção do quadro de média tensão 40BBE

Na Tabela 14 apresentam-se as dezoito obras cujo trabalho se acompanhou durante a manutenção do quadro de média tensão 40BBE. Esta listagem resulta da consulta de obras em preparação no Máximo, introduzido na secção 3.3. Maximo.

Uma das obras referidas na Tabela 14, a obra G202003153 (número de Obra Maximo cujo ecrã principal que apresenta na Figura 63), refere-se à inspeção e controlo de pontos quentes de acordo com a obra tipo EG0147 e que está colocada no Anexo 1.

Obras

Todos os Registos | Find | Select Action | Go To | Reports | Start Center | CP Mobile

Lista | Obra | Garantia Siemens | Obras Relacionadas | Utilizados | Plano de Segurança | Pedidos de Instalação | Obras Conjuntas | Histórico

Obra: G202003153 | Localização: 40BBE | Status: CONCLUIDA | Data do Status: 06-04-2021 8:55 | Intervenção Concluída? ☒ | Int. Concluída Em: 14-02-2021 9:59 | Int. Concluída Por: PSILVA | Garantia? ☐ | Paragem Ter: | Docs: Add

Código Planejamento: QUADRO MEDIA TENSÃO 6KV

Detalhes do Trabalho

Obra Conjunta: | Tipo de Manutenção: PS | Desc. R.O.: | Desc. Trabalho: INSPEÇÃO E CONTROLE DE PONTOS QUENTES | Prioridades e Recursos: | Obra com Recuo? ☐ | S: | Obra com Recuo? ☐ | Prioridade: 2 | Prioridade: MEDIA | Ambiente: | Segurança: | Ficha Seg. ID: 42398 | Ficha Seg. Timestamp: |

Obra Tipo: EG0147 | Tipo Trabalho: ELECTRIC | Código Intervenção: REV GRP4 2021 | Obra Preparada? ☐ |

Ficha Seg. Tipo: FSE103 |

Preparação: |

Responsável de Execução: E40.1 |

Requisição Isol. Term: |

Requisição Mont. And: |

Código de Preparação: |

Código de Execução: |

Informações sobre a Programação

Obra Criada em: 15-07-2020 17:46 | Início Previsto: 15-07-2020 0:00 | Início Efectivo / Reprogr: 08-02-2021 19:07 | Última DI Reprogramação: 15-07-2020 0:00 | Término Efectivo: 06-04-2021 8:55 |

Resp. UI: Reprogramação: | Data UI: Reprogramação: | Contador PI System: 0.00 | Prioridade Execução: 2 | Sector: MEDIA |

Suspensão

Material? ☐ | PAC? ☐ | Paragem? ☐ | Horas Manutenção: 0.00 | Decisão? ☐ | Planeamento? ☐ |

Tempo

Int. Prod.: | Horas Manutenção: 0.00 | Tempo Int. Prod.: | Total: 0.00 |

Informação de localizações Matka

Localização: | Descrição: | Sequência: | Progresso? |

Histórico do Status

Alterado por	Status	Data do Status	Memorando
PSILVA	CONCLUIDA	06-04-2021 8:55	
PSILVA	INICIADA	08-02-2021 19:07	
APEREIRA	EXECUÇÃO	18-01-2021 12:22	
APEREIRA	PREPARACAO EMP	18-01-2021 12:15	

Figura 63 – Obra G202003153 (número de Obra Máximo): Inspeção e controlo de pontos quentes.

Ainda no âmbito dos trabalhos de manutenção ao quadro de média de tensão, tive a oportunidade de acompanhar a obra G202003152 (Obra Maximo), já incluída na Tabela 14. A obra G202003152, cujo ecrã se apresenta na Figura 64, refere-se a uma revisão do disjuntor a vácuo MT TIPO 3AF/3AG/3AH/3CG, com recurso à obra tipo EG0085, apresentada no anexo 2.

Tabela 14 – Tabela de obras a realizar no Quadro MT 40BBE.

Ordem de Trabalho	Localização KKS	Descrição	Desc. Trabalho	Obra Tipo
G202003155	40BBE	quadro média tensão 6 kV	limpeza, inspeção sumária interior. exterior. quadro MT.	EG0081
G202003154	40BBE	quadro média tensão 6 kV	inspeção, equipamento elétrico e eletromecânico	EG0151
G202003153	40BBE	quadro média tensão 6 kV	inspeção e controlo de pontos quentes	EG0147
G202003152	40BBE01	cela disjuntor motor 6 kV chegada transformador 40bbt01	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003151	40BBE02	cela disjuntor motor 6 kV interligação gr 4	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003150	40BBE03	cela disjuntor 6 kV transformador tensão barramento	revisão da cela de potencial de barramento	EG0086
G202003149	40BBE04	cela disjuntor motor 6 kV alimentação transformador 40mbj01	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003148	40BBE05	cela disjuntor motor 6 kV transformador 40bft01 alimentação quadro 40bfe	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003147	40BBE06	cela disjuntor motor 6 kV alimentação transformador 40bft02	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003146	40BBE07	cela disjuntor motor 6 kV transformador 40bft03 alimentação quadro 40bfj	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003145	40BBE08	cela disjuntor motor 6 kV transformador 00bht01 baixa tensão barramento 00bhb	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003144	40BBE09	cela disjuntor motor 6 kV alimentação transformador 40eky01	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003143	40BBE10	cela disjuntor motor 6 kV alimentação motor da bomba 1 água alimentação	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003142	40BBE11	cela disjuntor motor 6 kV alimentação Motor da bomba 2 água alimentação	rev disjuntor vácuo MT tipo 3af/3ag/3ah/3cg	EG0085
G202003141	40BBE12	cela disjuntor motor 6 kV alimentação motor da bomba 1 água circulação	rev disjuntor cont vácuo tipo 3tl6515 / fusível MT	EG0087
G202003140	40BBE13	cela disjuntor motor 6 kV alimentação Motor da bomba 2 água circulação	rev disjuntor cont vácuo tipo 3tl6515 / fusível MT	EG0087
G202003139	40BBE14	cela disjuntor motor 6 kV alimentação Motor da bomba 1 extração condensados	rev disjuntor cont vácuo tipo 3tl6515 / fusível MT	EG0087
G202003138	40BBE15	cela disjuntor motor 6 kV alimentação motor da bomba 2 extração condensados	rev disjuntor cont vácuo tipo 3tl6515 / fusível MT	EG0087

Figura 64 – Obra G202003152 (Número de Obra Máximo) a ser realizada na cela do disjuntor motorizado de 6 kV, de chegada do transformador 40BBT01.

5.2. Manutenção no Barramento isolado 20 kV

Na Tabela 15 apresentam-se duas obras cujos trabalhos se acompanhou na manutenção do barramento isolado 20 kV, do transformador principal 400/20 kV que se descreveu anteriormente e cujos trabalhos de manutenção se referem mais à frente neste relatório.

Esta listagem da Tabela 15 resulta da consulta de obras em preparação no Máximo, introduzido na secção 3.3. Maximo.

Uma das obras referidas na Tabela 15, a obra G202003119 (número de Obra Maximo cujo ecrã principal que apresenta na Figura 65), refere-se à revisão das barras blindadas de 20 kV, seguindo a obra tipo E1034 que está colocada no Anexo 3.

Tabela 15 – Tabela de obras a realizar no Barramento isolado 400/20 kV.

Ordem de Trabalho	Localização KKS	Descrição	Desc. Trabalho
G202003119	40BAA	Sistema Elétrico-barramento isolado 20 kV	Revisão barras blindadas 20 kV
G202003118	40BAA28GS081	Seccionador terra lado alternador 20 kV	Revisão equipamento de terra das barras blindadas

Durante a intervenção foi necessário proceder à reparação de uma fuga no fole da bainha da fase V na saída do alternador. Ainda no âmbito desta intervenção corretiva foi ainda necessário proceder à colocação de cinta metálica para aperto mecânico, *polyglass* para o isolamento elétrico e silicone para vedação (Figura 68). É importante referir que apesar de se tratar de uma intervenção corretiva ela havia sido devidamente programada para coincidir com a revisão geral.



Figura 66 – Interior das condutas 40BAA (Fonte própria).



Figura 67 – Estado geral e limpeza suportes e reparação fuga junto ao Alternador (Fonte própria).



Figura 68 – Vedação com *polyglass* e silicone e colocação de etiquetas termo sensíveis (Fonte própria).

5.3. Manutenção do Transformador Principal 40BAT

Na Tabela 16 apresentam-se as obras cujo trabalho se acompanhou durante a manutenção do transformador principal. Uma das obras referidas na Tabela 16, a obra G202003117 (número de Obra Maximo cujo ecrã principal que apresenta na Figura 69), refere-se à Revisão do transformador principal, seguindo a obra tipo E1018 apresentada no Anexo 4.

Tabela 16 – Tabela de obras a realizar no Transformador Principal 40BAT.

Ordem de Trabalho	Localização KKS	Descrição	Desc. Trabalho
G202005145	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Reparar e eliminar passagem válvula.
G202003117	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Revisão Transformador principal
G202003116	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Pintura e revisão a Transformador
G202003115	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Revisão comutador de tomadas (oltc)
G202003114	40BAT01GV001	Descarregador sobretensão 400 kV	Revisão descarregador de sobretensão 400 kV
G202003111	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Revisão travessias do Transformado principal
G202003110	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Revisão geral motor
G202003109	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Tratamento óleo / secagem Transformador
G202001823	40BAT01	Transformador principal 20/400 kV	Alterar posição seccionadores e acesso manobra pela porta.

The screenshot displays a software interface for managing work orders. The main window shows details for work order G202003117, titled 'Revisão Transformador principal'. The interface includes tabs for 'Lista', 'Obras', 'Garantia Siemens', 'Obras Relacionadas', 'Utilizados', 'Plano de Segurança', 'Pedidos de Instalação', 'Obras Conjuntas', and 'Histórico'. The 'Obras' tab is active, displaying a form with various fields for work order details, including status (CONCLUÍDA), location (408AT01), and work description (REVISÃO TRANSFORMADOR PRINCIPAL). Below the form, there is a table for 'Informação de localizações Matriz' and a 'Histórico do Status' section showing the progression of the work order from 'FORMIGO' to 'CONCLUÍDA'.

Figura 69 - Obra G202003117(Número de Obra Máximo): Revisão Transformador principal.

O trabalho de revisão ao transformador principal implica:

- Recolher amostra de óleo do Transformador e ruptor 30 dias antes do início dos trabalhos;
- Desligar barramentos AT e BT;
- Eliminar fugas de soldadura;
- Efetuar o tratamento anticorrosivo do Transformador;
- Desmontar ventiladores;
- Realizar ensaios elétricos;
- Realizar ensaios funcionais.

O tratamento anticorrosivo do Transformador, com realização de retoques de pintura, segue o seguinte esquema:

- Lavagem com jato de água a alta pressão usando desengordurante apropriado;
- Limpeza manual, nas zonas com mais corrosão;
- Passagem de lixa em toda a superfície a pintar;

- Lavagem com jato de água a alta pressão usando desengordurante;
- Aplicação na superfície a pintar uma demão de tinta Alumopoxy com 100 µm;
- Aplicação de cobertura com duas camadas de tinta de acabamento poliuretano com tinta esmalte de acabamento, cor verde, RAL 6011 com 2x50 µm.

O transformador principal tem 48 ventiladores (Figura 70). Após a desmontagem, esses ventiladores são enviados para as instalações da Efacec (Arroteia) para beneficiação geral. Aí, os ventiladores são sujeitos a ações de inspeção, beneficiação e intervenções de manutenção preventiva sistemática, de acordo com as especificações da obra tipo elaboradas pelo departamento Engenharia e Planeamento e entregues ao prestador de serviços. As ações requeridas e acordadas são:

- Limpeza do corpo do motor, ventilador, grelha e tampa de ventilação;
- Desmontagem do motor referenciando a posição de montagem de todos os componentes;
- Verificação das folgas nas caixas dos rolamentos e tampas, verificação de empenos e estado das pontas de veio;
- Inspeção e substituição dos rolamentos;
- Limpeza das placas de fecho, retirando a massa velha;
- Beneficiação do estator;
- Pintura dos moto-ventiladores;
- Tratamento do estator e rotor com esmalte/verniz isolante e secagem em estufa.

A realização de ensaios é importante não só durante a fase de execução da manutenção preventiva como forma de aferir a condição de funcionamento dos componentes como após a colocação em serviço para aferir a manutenção efetuada. No caso do transformador principal são efetuados ensaios elétricos e funcionais. Quanto aos ensaios elétricos, foram realizados os seguintes:

- Resistência de isolamento dos enrolamentos;

- Capacidade e tangente de delta⁵ dos enrolamentos;
- Capacidade e tangente de delta das travessias condensadoras;
- Relação de Transformação;
- Resistência ôhmica por fase;
- Vibrações;
- Ensaio em vazio.

Quanto aos ensaios funcionais, foram realizados os seguintes:

- Relé de Buchholz – BF 80/10 Alarme e Disparo;
- Termómetro temperatura de óleo AKM, alarme e disparo;
- Qualitrol ETM 509-200 – temperatura de óleo superior – alarme 86°C;
- Qualitrol ETM 509-200 – temperatura de enrolamento – alarme 101°C;
- Qualitrol ETM 509-200 – temperatura de enrolamento – disparo 111°C;
- Relé de proteção OLTC RS2001 – MR;
- Indicador de nível de óleo conservador, Transformador – Alarme <Min;
- Indicador de nível de óleo conservador, Transformador – Alarme >Max;
- Qualitrol ETM509-200 – nível de óleo do Transformador (4-20mA);
- Qualitrol ETM 509-200 – nível de óleo do Transformador baixo – alarme;
- Indicador de nível de óleo conservador, OLTC – Alarme <Min;
- Indicador de nível de óleo conservador, OLTC – Alarme >Max;
- Qualitrol ETM 509-200 – nível de óleo do OLTC (4-20mA);
- Válvula de descompressão – disparo;
- Indicadores de caudal – Alarme;
- Qualitrol ETM509-200 – temperatura enrolamento;

⁵ A Tangente Delta (TD) mede o grau de envelhecimento de um cabo. A integridade do isolante é medida indiretamente pelo fator de dissipação: quanto mais degradado, maior será o valor da Tangente Delta.

- Qualitrol ETM509-200 – temperatura de óleo superior (4-20mA);
- RTD – PT100;
- Transformador de corrente HV 1W;
- Transformador de corrente HV 1V;
- Transformador de corrente HV 1U;
- Transformador de corrente Neutro 1N.

Os trabalhos de manutenção do transformador principal foram morosos. Dos 40 dias de paragem, cerca de 30 foram dedicados a este equipamento e seus componentes. Para além de todas as atividades até agora descritas, refere-se ainda um conjunto alargado de ações de manutenção executadas no Centro de Produção de Eletricidade do Pego:

- Revisão ao regulador em carga (Figura 71);
- Posicionar os circuitos de óleo, fechando a válvula 40BAT01AA014 e 40BAT01AA015 (isolamento da cuba do ruptor ao conservador) e a válvula 40BAT01AA0016 e 40BAT01AA017 (isolamento da cuba do Transformador ao conservador);
- Desligar as tensões de alimentação e comando do armário 40BAT01GX001;
- Proceder ao esvaziamento da cuba do ruptor, pela válvula 40BAT01AA019, abrir o respiro da tampa da cuba para facilitar a entrada de ar, recolhendo uma amostra de óleo;
- Conceção e montagem de adaptações necessárias à cuba do regulador em carga, nomeadamente: tubagens, flanges e suportes. Tratamento de superfícies e pintura realizadas na fábrica da Efacec;
- Instalação de um exsicador⁶ ativo autorregenerador da marca MESSKO modelo MTrab DB100;

⁶ Um exsicador é um instrumento de vidro que permite extrair o excesso de água numa amostra de uma substância.

- Instalação de nova cablagem, do tipo EXZHELLENT RC4Z1, para eletrificação do novo secador autorregenerador e elemento de filtragem;
- Instalação de novas proteções elétricas contra curto-circuitos e sobrecargas, instaladas na caixa de circuitos auxiliares existente no Transformador;
- Atesto da cuba do ruptor com óleo novo, isento de PCB's, tratado em circuito fechado por *Stream Line*;
- Remontagem dos moto-ventiladores no Transformador;
- Verificação da ausência de fissuras, fugas de óleo;
- Verificação da ausência de aquecimentos dos bornes;
- Limpeza dos isoladores do lado 400 kV, lado 20kV e isolador de neutro;
- Verificação da ausência de passagem óleo da cuba do ruptor para cuba do caixão da regulação do Transformador;
- Esvaziamento completo do óleo do Transformador, para depósitos, limpos;
- Desmontagem das portas de visita da cuba do Transformador, para permitir a entrada de um técnico no interior da cuba;
- Realização de uma inspeção interna da bobinagem;
- Substituição da sílica gel (Figura 72);
- Enchimento do Transformador com óleo anteriormente retirado, após tratamento em circuito fechado, através de estação de tratamento *Stream-line*.



Figura 70 – Ventiladores beneficiados (Fonte própria).



Figura 71 – Trabalhos no ruptor (Fonte própria).



Figura 72 – Sílica-gel Transformador (Fonte própria).

5.4. Manutenção do motor de 6 kV 40PAC10AP001

As intervenções de manutenção no motor 6 kV 40PAC10AP001 incluíram:

- Desmontagem do Motor (Figura 74);
- Apertos;
- Limpeza;
- Beneficiação;
- Inspeções, medições e ensaios;
- Montagem do Motor.

Na Tabela 17 apresentam-se quatro obras cujo trabalho se acompanhou durante o estágio. Esta listagem resulta da consulta de obras em preparação no Máximo, introduzido na secção 3.3. Maximo.

Uma das obras referidas na Tabela 17, a obra G202100313 (número de Obra Maximo cujo ecrã principal que apresenta na Figura 73), refere-se à revisão geral do motor MT de 6 kV com a obra tipo E0009 e que está colocada no Anexo 5.

Tabela 17 - Tabela de obras a realizar no motor 40PAC10AP001.

Ordem de Trabalho	Localização KKS	Descrição	Desc. Trabalho
G202100313	40PAC11AP001 -M01	Motor da bomba 1 água circulação	Revisão geral motor MT 6 kV
G202100312	40PAC12AP001 -M01	Motor da bomba 2 água circulação de água de arrefecimento	Revisão geral motor MT 6 kV
G202006279	40PAC12AP001 -E01	Resistência aquecimento Motor da bomba 2 água circulação de água de arrefecimento	Beneficiação resistência aquecimento - motor
G202006265	40PAC11AP001 -E01	Resistência aquecimento Motor da bomba 1 água circulação de água de arrefecimento	Beneficiação resistência aquecimento - motor

The screenshot shows the IBM Maximo software interface for work order G202100313. The main title is 'Obras'. The status is 'CONCLUIDA' (Completed) with a date of '13-07-2021 10:37'. The location is '40PAC11AP001-M01'. The work order description is 'REVISÃO GERAL MOTOR MT 6KV'. The interface includes various tabs like 'Garantia Siemens', 'Obras Relacionadas', 'Utilizados', 'Plano de Segurança', 'Pedidos de Instalação', 'Obras Conjuntas', and 'Histórico'. The 'Histórico' tab is active, showing a list of status changes: 'CONCLUIDA' by 'DNPOMBEIRA' on '13-07-2021 10:37', 'EXECUCAO' by 'APEREIRA' on '27-01-2021 10:25', and 'PREPARACAO EMP' by 'APEREIRA' on '27-01-2021 10:25'.

Figura 73 – Obra G202100313: Revisão geral motor 6 kV 40PAC11AP001.

Trabalhos realizados

Ensaios antes do início da paragem:

- Ensaio em Carga de preferência em vazio para deteção de possíveis anomalias;
- Medir e registar temperaturas, enrolamentos, chumaceiras.

Foram efetuados diversos trabalhos de revisão geral em oficina que se descrevem de seguida.

Os trabalhos nos refrigeradores a água incluíram:

- Isolar e retirar os refrigeradores tendo o cuidado de retirar a instrumentação;
- Tamponar as entradas e saídas da tubagem, inspecionar as mangueiras flexíveis, substituir se necessário;
- Lavar o refrigerador internamente e externamente para inspecionar e fazer prova hidráulica;
- Beneficiar, eliminar a ferrugem com tinta conversor/estabilizador de ferrugem, pintar com acabamento Epoxi cor RAL a indicar;
- Sopragem da bobinagem com ar seco e limpo;
- Limpeza e beneficiação dos enrolamentos / barras.

A Inspeção/Revisão do estator (Figura 75) consistiu na:

- Inspeção visual do isolamento das cabeças das bobinas (procura de fraturas no isolamento);
- Inspeção de todas as amarrações da bobinagem, incluindo as cavas identificando as regletes que se encontrem soltas ou destruídas (Placas de fecho);
- Inspeção visual da região interlaminar do núcleo estatórico de modo a detetar pontos sobreaquecidos;
- Medida e registo da resistência de isolamento do enrolamento estatórico;
- Medição e registo da resistência óhmica por fase.

A Inspeção ao rotor (Figura 75) consistiu na:

- Verificação da possível existência de marcas de aquecimento ou fractura de barras e anéis de fecho da gaiola;
- Verificação cuidadosa em toda a periferia da chapa magnética do rotor;
- Verificação da possível existência de lâminas soltas ou salientes;
- Verificação de todas as unidades soldadas ou aparafusadas do rotor;
- Revisão de chumaceiras;
- Equilibragem que é sempre realizada, apresentando no relatório os valores encontrados.

A revisão da caixa de bornes de potência (Figura 76) consistiu na:

- Limpeza dos bornes;
- Limpeza dos isoladores;
- Inspeção de possíveis fraturas nos isoladores ou qualquer outro defeito que comprometa o correto aperto das ligações;
- Beneficiação da pintura da caixa, eliminando possíveis zonas de corrosão;

- Verificação da ausência de esforço na ligação dos condutores;
- Verificação do perfeito isolamento da caixa de bornes, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.

A revisão da caixa de terminais da instrumentação (Figura 76) consistiu na:

- Limpeza;
- Verificação do aperto de todos os terminais;
- Verificação do perfeito isolamento da caixa, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.

Medição da resistência de isolamento das:

- a) Resistências de aquecimento: MEGA de 500 V;
- b) Resistências termométricas (PT100): MEGA de 5000 V.

A Revisão do Motor geral consistiu na:

- Pintura interior e exterior;
- Montagem do conjunto (ver folgas do entreferro na desmontagem);
- Beneficiação de termopares das chumaceiras do motor e dos enrolamentos U, V, W;
- Beneficiação dos interruptores de velocidade.

As medidas efetuadas na oficina após revisão e na receção foram:

- Medida da resistência a frio do:
 - a) Enrolamento estático
 - b) Resistência de aquecimento
 - c) Resistências termométricas (PT100)
- Realização das medidas de L e C a 100 Hz e a 1 kHz do enrolamento do estator;
- Ensaio em vazio;

- a) Nível de ruído
- b) Curva da corrente de arranque

As medidas efetuadas no motor já montado no campo foram:

- Medida da resistência de isolamento;
 - a) Enrolamento estatórico
 - b) Cabo de alimentação
- Traçar gráfico da corrente e da tensão de arranque à plena carga;
- Determinação da potência ativa;
- Determinação do deslizamento;
- Medição do ruído:
 - a) Ruído global
 - b) Ruído de fundo



Figura 74 – Desmontagem e movimentação do motor (Fonte própria).



Figura 75 – Aspectos durante a beneficiação do motor (Fonte própria).



Figura 76 – Remontagem após beneficiação do motor.

5.5. Manutenção do motor de 6 kV 40LAC12AP001

As intervenções de manutenção no motor 6 kV 40LAC12AP001 incluíram:

- Apertos;
- Limpeza;
- Beneficiação;
- Inspeções, medições e ensaios.

Na Tabela 18 apresentam-se duas obras cujos trabalhos se acompanharam durante o estágio. Esta listagem resulta da consulta de obras em preparação no Máximo, introduzido na secção 3.3. Maximo.

Uma das obras referida na Tabela 18, a obra G202006209 (número de Obra Maximo cujo ecrã principal que apresenta na Figura 77), refere-se à Inspeção no local sem desmontagem do motor MT 6 kV com a obra tipo EG0001 e que está colocada no Anexo 6.

Tabela 18 – Tabela de obras a realizar no motor 40LAC12AP001

Ordem de Trabalho	Localização KKS	Descrição	Desc. Trabalho
G202006210	40LAC12AP001 - M01	Motor da bomba 2 água alimentação	Inspeção no local s / desmontagem motor MT 6 kV
G202006209	40LAC12AP001 -E01	Resistência aquecimento Motor da bomba 2 água alimentação	Beneficiação resistência aquecimento - motor

As verificações ao sistema geral de refrigeração do motor foram:

- Isolar e retirar os refrigeradores dos motores tendo o cuidado de desligar toda a instrumentação (Figura 78);
- Tamponar as entradas e saídas da tubagem, inspecionar mangueiras/tubos flexíveis; substituir se necessário (Figura 79);
- Lavar o refrigerador internamente e externamente para inspecionar e fazer prova hidráulica, de acordo com chapa características e PN serviço.

The screenshot displays a software interface for managing work orders. The top section shows the work order details, including the location '40LAC12AP001-M01' and the status 'CONCLUÍDA'. The 'Detalhes do Trabalho' section provides information about the work order, such as the type of maintenance 'PREV SIST' and the work order number 'E0001'. The 'Informações sobre a Programação' section shows the dates for the work order, including the start date '17-12-2020 12:15' and the end date '14-07-2021 11:09'. The 'Suspensão' section shows the suspension dates, including the start date '17-12-2020 0:00' and the end date '14-07-2021 11:09'. The 'Tempo' section shows the time spent on the work order, including the total time '0:00'. The 'Orç. em' section shows the budget information, including the budget number '07481' and the budget description 'APEREIRA'. The 'Informação de localizações' section shows the location information, including the location name '40LAC12AP001-M01' and the location description 'INSPEÇÃO NO LOCAL S / DESMONTAGEM MOTOR MT 6 KV'. The 'Histórico do Status' section shows the status history, including the status 'CONCLUÍDA' and the date '14-07-2021 11:09'.

Figura 77 – Inspeção no local sem desmontagem do motor 40LAC12AP001.

As verificações efetuadas ao motor (Figura 78) foram:

- Distância das pás à parede fixa da tampa;
- Pintura eliminando possíveis pontos ferrugem;
- Estanquicidade do motor;
- Na caixa de bornes do motor:
 - Limpeza dos bornes;
 - Limpeza dos isoladores;
 - Possíveis fraturas nos isoladores ou qualquer outro defeito que comprometa o correto aperto das ligações;
 - Pintura da caixa, detetando possíveis áreas de pintura estalada;
 - Ausência de esforços na ligação dos condutores;
 - Isolamento da caixa de bornes, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.
- As verificações da caixa de terminais de instrumentação do motor (Figura 80) foram:
 - Limpeza;
 - Aperto de todos os terminais;

- Isolamento da caixa, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade;
- Operacionalidade do interruptor de velocidade mínima.
- Verificações da medida e registo da resistência a frio do:
 - Enrolamento estatórico;
 - Resistência de aquecimento;
 - Resistências termométricas (PT100) (Utilizar obra tipo I0097).



Figura 78 – Inspeção ao motor sem desmontagem.

- Medida e registo da resistência de isolamento do:
 - Enrolamento estatórico;
 - Cabo de alimentação;
 - Resistências de aquecimento;
 - Resistências termométricas (PT100).

- Ensaios de funcionamento, acompanhamento da colocação em serviço após intervenção da:
 - Medição e registo da corrente de funcionamento e do pico de arranque;
 - Medição e registo das temperaturas e atualização das curvas respetivas.



Figura 79 – Verificações do estado geral das chumaceiras do motor (Fonte Própria).



Figura 80 – Verificações e ensaios elétricos do motor (Fonte própria).

6. CONCLUSÕES

O estágio foi concluído com sucesso e de forma muito proveitosa. Durante o estágio, foram criados e acompanhados alguns planos de manutenção dos sistemas/equipamentos. Ficaram por acompanhar alguns planos de alguns equipamentos/áreas essencialmente devido à concentração dessa manutenção durante 40 dias.

Durante o decorrer do estágio houve uma paragem para a revisão das 25000 horas num grupo da Central de ciclo combinado, onde foi possível assistir ao movimento de entrada de peças na Central. Algum tempo antes do início da paragem chegaram peças para as intervenções nos vários sistemas/equipamentos. Isto é uma característica da manutenção preventiva, não existe ou existe um baixo stock de peças até à altura duma paragem/intervenção, o que facilita a gestão de peças e a necessidade de um grande investimento.

As obras-tipo e o plano de manutenção são importantes para a PEGOP pois é nas obras-tipo que estão descritos todos os trabalhos a realizar nos sistemas/equipamentos e no plano de manutenção estão os tempos nos quais esses trabalhos são realizados, sendo possível uma avaliação e um controlo de todo o planeamento inicialmente estruturado.

O estágio realizado na PEGOP foi de elevada importância para mim pois contribuiu para o meu desenvolvimento na área da manutenção. No acompanhamento da fase final do estágio já foi possível perceber que um plano de manutenção não é estático, está em constante adaptação/correção. Como um grande exemplo disso, temos a já referida grande revisão das 25000 horas no Grupo 4, revisão essa, toda efetuada em tempo de pandemia, obrigando a constantes adaptações/acertos consoante os problemas e limitações que iam acontecendo.

REFERÊNCIAS

- [1] CEN/CT94, *NP EN 13306 – Terminologia da Manutenção*, IPQ, 2007.
- [2] A. C. V. Vieira, *Sebenta de Manutenção*, 2015.
- [3] infraspeak, “blog.infraspeak,” 2021. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/manutencao-corretiva/>.
- [4] “Trustenergy,” 04 Out 2021. [Online]. Available: <http://www.trustenergy.pt/>.
- [5] “Tejo Energia,” 04 Out 2021. [Online]. Available: <http://www.tejoenergia.com/>.
- [6] KKS, *Manual KKS – “Kraftwerk-Kennzeichen-System” – “Identification System for Power*, 2008.
- [7] DIN, *norma DIN 40719 - parte 2 – Catalogação por níveis hierárquicos de equipamentos industriais –codificação KKS*, 1978.
- [8] “IDENTIFICATION SYSTEM KKS,” [Online]. Available: https://www.academia.edu/28933957/IDENTIFICATION_SYSTEM_KKS_Chapter_I_KKS_Guidelines_and_Total_Plant_Key_Chapter_II_Function_Key_Chapter_III_Equipment_Unit_Key_Chapter_IV_Component_Key_Date_Updated_by_Revision_Mark.
- [9] A. C. V. Vieira, *Organização e Gestão da Manutenção das Instalações e dos Equipamentos Fixos do DEEC/FCTUC; Dissertação da Tese de Mestrado, FCTUC*, 2003.
- [10] “Maximo Application Suite,” IBM, 04 Out 2021. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/products/maximo>.
- [11] B. D. Baron, “CMMS, EAM and APM ... oh my! Making sense of the asset management spectrum,” 2020. [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-asset-management-spectrum/>.
[Acedido em 13 11 2021].

- [12] EDP, *Manuais de operação e manutenção da Central termoelétrica do Pego*, Pego, 1992.
- [13] Parlamento Europeu, *Diretiva 2001/80/CE de 23 de outubro*, Jornal oficial das Comunidades Europeias, 2001.
- [14] Pegop, *Manual Geral da Central Termoelétrica do Pego*, Pego, 2006.
- [15] SIEMENS, *Specification for the Generator Circuit-Breaker System*, 2008.
- [16] Siemens, *Manuais de operação e manutenção da Central de Ciclo Combinado do Pego*, 2008.
- [17] C. Kramp, *SIEMENS - Christian Kramp manut elec*, 2009.
- [18] Siemens, *TP5 - Electrical Sustem components*, 2008.
- [19] Elecgás, “ElecGás,” Elecgás, [Online]. Available: <http://www.elecgas.pt/>.
[Acedido em 11 setembro 2021].

ANEXO 1 – OBRA TIPO – EG0147

Obra Tipo – EG0147

QUADRO ELÉTRICO DE M.T. / B.T. – INSPECÇÃO E CONTROLE DE PONTOS QUENTES

1. EFECTUAR CONTROLO DE PONTOS QUENTES EM EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS;

Pelos métodos;

- Termovisão, termómetro / camara de IR, á distância, com os equipamentos em serviço e ponto a controlar visível;
- Etiquetas TERMOSENSÍVEIS coladas nos pontos definidos. (Só em paragem e com consignaço geral do equipamento);
- As etiquetas termosensíveis devem ser sempre substituídas por novas, colocar as retiradas no relatório de vistoria.

TEMPERATURA AMBIENTE; ____ °C, HUMIDADE ____ INSTALAÇÃO INTERIOR. ____ - INSTALAÇÃO EXTERIOR. ____.

2. QUADROS ELÉTRICOS.

BARRAMENTOS / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

FICHAS DE CONTACTO POTÊNCIA, / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

BORNES E LIGADORES / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

CAMARAS DE DISRUPÇÃO, CONTACTOS PRINCIPAIS / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

KKS / DESCRIÇÃO: _____ CELA: _____

3. TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA.

BORNES E LIGADORES / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

NUCLEO – CIRCUITO FERROMAGNÉTICO / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

BOBINAS DOS TRANSFORMADORES / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

BARRAMENTOS; _____ CELA; _____ TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C TEMP.

KKS / DESCRIÇÃO: _____ CELA: _____

4. MOTORES ELÉTRICOS.

CAIXAS DE BORNES / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

CARCAÇA ESTATÓRICA / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

CHUMACEIRAS / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C TEMP.

VEIOS E ACOPLAMENTOS / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

CAIXAS REDUTORAS / TEM. MAX. MEDIDA; ____ °C

KKS / DESCRIÇÃO: _____ CELA: _____
 ESTADO DA INSTALAÇÃO; SERVIÇO _____ PARADA _____ CARGA DO GRUPO _____ MWATT

Descrição da zona de medida / KKS	Temp.°C medida ponto nº1	Temp.°C medida ponto nº2	Temp.°C medida ponto nº3	Temp.°C medida mais elevada

EQUIPAMENTO UTILIZADO:

MARCA _____ TIPO _____ Nº SÉRIE _____

EXECUTANTE / OP. EQUIPAMENTO: _____ DATA: ____ / ____ /20__

PEGOP RESP. TÉCNICO _____

ANEXO 2 – OBRA TIPO – EG0085

Obra Tipo – EG0085

REVISÃO DISJUNTOR DE VÁCUO MÉDIA TENSÃO NATUS - 3AH5135-6/2

LOCALIZAÇÃO _____ QUADRO-CELA _0BBE_ TIPO 3AH5135-__ . Nº SÉRIE _____
 TENSÃO _____ KV . CORRENTE NOMINAL _____ AMP. SOBRECORRENTE (1)s _____ AMP.
 TENSÃO COMANDO _____ VDC . TENSÃO ALIM.º MOTOR _____ VOLTS. ANO FABRICO _____ Nº MANOBRAS _____
 DATA: 20__/__/__ . NOME DO TÉCNICO _____ ASSINATURA _____

1. TRABALHOS A REALIZAR: (PREENCHER CAMPOS INDEPENDENTEMENTE DO PROTOCOLO DO FORNECEDOR.)

- INSPECCIONAR ESTADO GERAL DO DISJUNTOR, INCLUINDO ESTADO DA LUBRIFICAÇÃO ENCONTRADA;
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- ASPIRAR E LIMPAR INTERIOR DA CELA E DISJUNTOR..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
 INSPECCIONAR CONTACTOS DE POTÊNCIA DO DISJUNTOR..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
- INSPECCIONAR ISOLADORES..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
- INSPECCIONAR CÂMARAS DE CORTE (ESTALADELAS / VÁCUO, SUBSTITUIR ÀS 30 000 MANOBRAS DE OPERAÇÃO)
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- LIMPAR E SUBSTITUIR MASSAS DOS CONTACTOS PRINCIPAIS..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
- REMOVER MASSAS VELHAS DO MECANISMO DE COMANDO E LUBRIFICAR DE ACORDO COM AS INSTRUÇÕES DO FABRICANTE;
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- GARANTIR AFINAÇÕES DE TODOS OS ÓRGÃOS ELÉCTRICOS E MECÂNICOS DO DISJUNTOR DE ACORDO COM AS INSTRUÇÕES DO FABRICANTE;
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- GARANTIR AFINAÇÕES DOS ACCIONAMENTOS DAS BOBINAS DE FECHO (-Y9), ABERTURA (-Y1) E DE MÍNIMA TENSÃO (-Y7);
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR APERTOS MECÂNICOS..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR TODAS AS LIGAÇÕES ELÉCTRICAS..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR FUNCIONAMENTO DO MOTOR..... TEMPO DE CARREGAMENTO: _____ [s] TENSÃO MEDIDA: _____ [V]
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR BOBINA DE FECHO Y9..... TENSÃO DE OPERAÇÃO: _____ [V]..... TENSÃO DE DESOPERAÇÃO: _____ [V]
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR BOBINA DE ABERTURA Y1..... TENSÃO DE OPERAÇÃO: _____ [V] ... TENSÃO DE DESOPERAÇÃO: _____ [V]
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR BOBINA DE MÍNIMA TENSÃO Y7..... TENSÃO DE OPERAÇÃO: _____ [V]..... TENSÃO DE DESOPERAÇÃO: _____ [V]
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR RESTANTES CONTACTORES AUXILIARES EXISTENTES..... BOM _____ MAU _____ OBS _____
- ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CONTACTO (POSIÇÃO FECHADO)..... L1: _____ [Ω].. L2: _____ [Ω].. L3: _____ [Ω]
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CONTACTO (POSIÇÃO ABERTO)..... L1: _____ [Ω].. L2: _____ [Ω].. L3: _____ [Ω]
 BOM _____ MAU _____ OBS _____
- ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO..... L1/MASSA: _____ [Ω].. L2/MASSA: _____ [Ω].. L3/MASSA: _____ [Ω]
 L1/L2: _____ [Ω].. L2/L3: _____ [Ω].. L3/L1: _____ [Ω].. BOM _____ MAU _____ OBS _____

- ENSAIO DE SINCRONISMO DE POLOS COM TEMPOS DE FECHO / ABERTURA. BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR FINS DE CURSO E RESPECTIVOS CONTACTOS AUXILIARES DE POSIÇÃO DO DISJUNTOR.
BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR, LUBRIFICAR E AFINAR FACAS DE TERRA. BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR, LUBRIFICAR E AFINAR TODOS OS MECANISMOS DA CELA. BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR, LUBRIFICAR E AFINAR TODOS OS ENCRAVAMENTOS DA CELA. BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR ESTADO DA FICHA DE COMANDO. BOM _____ MAU _____ OBS _____
- VERIFICAR DISPOSITIVO DE INTRODUÇÃO DE DISJUNTOR NA CELA INCLUINDO MECANISMO DE ABERTURA E FECHO DAS PERSIANAS;
BOM _____ MAU _____ OBS _____

2. ENSAIO FINAL DE VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO DISJUNTOR, INCLUINDO VERIFICAÇÃO DE TODOS OS ENCRAVAMENTOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS EXISTENTES NA CELA:

- VERIFICAR A NÃO ABERTURA DA JANELA DE MANOBRA DO DISJUNTOR SEM A FICHA DE COMANDO INTRODUZIDA. OBS _____
- NÃO ABERTURA DO COMPARTIMENTO DE CABOS COM AS FACAS DE TERRA ABERTAS. OBS _____
- VERIFICAR A NÃO ABERTURA DA JANELA DE MANOBRA DO DISJUNTOR COM AS FACAS DE TERRA FECHADAS. OBS _____
- VERIFICAR A NÃO ABERTURA DA JANELA DE MANOBRA DO DISJUNTOR COM O DISJUNTOR FECHADO E POSIÇÃO DE ENSAIO. OBS _____
- VERIFICAR A NÃO ABERTURA DO COMPARTIMENTO DO DISJUNTOR COM O DISJUNTOR NA POSIÇÃO DE INTRODUZIDO. OBS _____
- VERIFICAR O BLOQUEIO DAS FACAS DE TERRA COM O DISJUNTOR NA POSIÇÃO DE INTRODUZIDO. OBS _____
- VERIFICAR A NÃO ABERTURA DA JANELA DE MANOBRA DO DISJUNTOR COM O DISJUNTOR FECHADO E POSIÇÃO INTRODUZIDO. OBS _____
- NA CELA XXBBE01, VERIFICAR ENCRAVAMENTOS EXTERIORES DE MANOBRA. OBS _____
- NA CELA XXBBE02, VERIFICAR ENCRAVAMENTOS EXTERIORES DE MANOBRA. OBS _____
- NA CELA XXBBE04, VERIFICAR ENCRAVAMENTOS EXTERIORES DE MANOBRA. OBS _____

3. IDENTIFICAR TODOS OS PRODUTOS DE LIMPEZA, LUBRIFICAÇÃO E MASSAS DE CONTACTOS UTILIZADOS.

- Produto _____ Função _____
- Produto _____ Função _____
- Produto _____ Função _____
- Produto _____ Função _____
- Produto _____ Função _____

4. ANEXAR.

- Print do ensaio sincronismo;
- Print da medida resistência contacto se existir;
- Protocolo do fornecedor /fabricante se utilizado.

ANEXO 3 – OBRA TIPO – EG0085

EQUIPAMENTO DE TERRA DAS BARRAS BLINDADAS

REVISÃO

(E1034)

Trabalhos a realizar:

x0BAA25/26/27

- Efectuar limpeza;
- Verificar o binário de aperto dos terminais, reapertar se necessário;
- Resistência de contacto nos 3 polos do seccionador;
- Ensaios funcionais do sistema.

x0BAA28 (armário)

- Limpar o interior do armário com aspirador e pincel;
- Verificar o estado da porta e das dobradiças;
- Verificar o estado dos terminais e reapertar se necessário;
- Garantir a estanqueidade.

Nota – Os trabalhos só deverão ser dados como terminados após a conclusão dos ensaios eléctricos a realizar nas barras blindadas de 20kV.

ANEXO 4 – OBRA TIPO – EG1018

TRANSFORMADOR PRINCIPAL – x0BAT01

REVISÃO - EFACEC 505MVA

(E1018)

(BAT.TP5.01+)

ENSAIOS ELÉCTRICOS:

TRAVESSIAS DE A.T. ISOLADAS A ÓLEO (TRANSFORMADOR ISOLADO DA REDE, PRIORIDADE EM PARAGEM)

- MEDIR TANGENTE DELTA E DESCARGAS PARCIAIS DAS TRAVESSIAS LADO DA A.T.
- ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE GASES DISSOLVIDOS NO ÓLEO ISOLANTE DAS TRAVESSIAS
- VERIFICAR AUSÊNCIA DE ESTALADELAS, FUGAS DE ÓLEO, NÍVEL DE ÓLEO E ESTADO DA COLAGEM DAS FERRAGENS À PORCELANA.

ENROLAMENTOS A.T./B.T. (COM TRANSFORMADOR ISOLADO DA REDE, EM PARAGEM)

- MEDIR ISOLAMENTO DOS ENROLAMENTOS AT/MT.
- VERIFICAR RAZÃO DE TRANSFORMAÇÃO COM PASSAGEM POR TODAS AS TOMADAS.
- MEDIR TANGENTE DELTA.
- MEDIR DESCARGAS PARCIAIS DOS ENROLAMENTOS DO TRANSFORMADOR.

ANÁLISES AO ÓLEO:

ÓLEOS DA CUBA E DO RUPTOR

(30 DIAS ANTES DO INÍCIO DA PARAGEM, A ACORDAR COM A ELECGÁS/PEGOP)

- ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DO TRANSFORMADOR.
(De acordo com as normas aplicáveis e análises de seguimento do estado dos transformadores existentes na ELECGÁS/PEGOP).
- ANÁLISE DOS GASES DISSOLVIDOS NO ÓLEO (Norma CEI 60567 Ponto 7.2).

ÓLEOS DA CUBA E DO RUPTOR

(15 DIAS APÓS COLOCAÇÃO DO TRANSFORMADOR EM SERVIÇO NA REDE, A ACORDAR COM A ELECGÁS/PEGOP)

- ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS E DIELECTRICOS DO ÓLEO DO TRANSFORMADOR. (De acordo com as normas aplicáveis e análises de seguimento do estado dos transformadores existentes na ELECGÁS/Pegop).
- ANÁLISE DOS GASES DISSOLVIDOS NO ÓLEO Norma CEI 60567 Ponto 7.2.
- VERIFICAÇÃO DA AUSÊNCIA DE PCB POR CONTAMINAÇÃO.

TRABALHOS A REALIZAR:

DESENHO "EFACEC" E8020057A/B (POR136-EFS019-BAT-742025/68)
PLANO DE CIRCUITOS AUXILIARES 4TG082533/4

- VERIFICAR AUSÊNCIA DE ESTALADELAS, FUGAS DE ÓLEO, PURGAR AR E DAR REAPERTOS, VERIFICAR AUSÊNCIA DE AQUECIMENTOS NOS BORNES, LAVAR OU LIMPAR COM MASSA DE LIMPEZA SAKAPHEN ISOLADORES LADO 400kV, LADO 20kV E ISOLADOR DE NEUTRO.
- REGISTO FOTOGRÁFICO DO NÍVEL ÓLEO DAS TRAVESSIAS;
- VERIFICAR EM TODAS AS CUBAS E REFRIGERADORES AUSÊNCIA DE FUGAS DE ÓLEO, ESMAGAMENTO E APERTO DAS JUNTAS E FLANGES. SEMPRE QUE O ESMAGAMENTO DE UMA JUNTA ULTRAPASSE OS 50%, DEVERÁ SER SUBSTITUÍDA.
- BAT01AN001 ... 048 – RETIRAR VENTILADORES, BENEFECIAR MOTORES E VENTILADORES, SUBSTITUIR ROLAMENTOS. (VER FICHAS RESPECTIVAS).
- BAT01 AN49 ... 054 – ABRIR CAIXAS DE LIGAÇÃO DAS BOMBAS DE ÓLEO, BENEFECIAR E MEDIR MOTORES (TYPE TG 200/4 – 1500RPM).
- BENEFECIAR E ENSAIAR

- BAT01CF050A.XG04	RELÉ BUCHHOLZ EMB - BF 80/10 – ALARME
- BAT01CF050B.XG05	RELÉ BUCHHOLZ EMB - BF 80/10 – DISPARO
- BAT01CT031A.XG04	TERMÓMETRO TEMPERATURA DE ÓLEO AKM T.34 -ALARME 86°C
- BAT01CT031B.XG05	TERMÓMETRO TEMPERATURA DE ÓLEO AKM T.34 -DISPARO 96°C
- BAT01CT031C.XG04	QUALITROL ETM 509-200 – TEMPERATURA DE ÓLEO SUPERIOR – ALARME 86°C
- BAT01CT033A.XG04	QUALITROL ETM 509-200 – TEMPERATURA ENROLAMENTO - ALARME 101°C
- BAT01CT033B.XG05	QUALITROL ETM 509-200 – TEMPERATURA ENROLAMENTO - DISPARO 111°C
- BAT01CF061A.XG04	RELÉ DE PROTECÇÃO OLTC RS2001-MR
- BAT01CF061B.XG05	RELÉ DE PROTECÇÃO OLTC RS2001-MR
- BAT01CL060A.XG52	INDICADOR NÍVEL DE ÓLEO CONSERVADOR, TRANSFORMADOR – ALARME <MIN
- BAT01CL060B.XG01	INDICADOR NÍVEL DE ÓLEO CONSERVADOR, TRANSFORMADOR – ALARME >MAX
- BAT01CL060C.XQ01	QUALITROL ETM 509-200 – NÍVEL DE OLEO TRANSFORMADOR (4-20mA)
- BAT01CL060D.XG04	QUALITROL ETM 509-200 – NÍVEL DE ÓLEO TRANSFORMADOR BAIXO - ALARME
- BAT01CL064A.XG52	INDICADOR NÍVEL DE ÓLEO CONSERVADOR, OLTC – ALARME <MIN
- BAT01CL064B.XG01	INDICADOR NÍVEL DE ÓLEO CONSERVADOR, OLTC – ALARME >MAX
- BAT01CL064C.XQ01	QUALITROL ETM 509-200 – NÍVEL DE OLEO OLTC (4-20mA)
- BAT01CP081B.XG05	VÁLVULA DE DESCOMPRESSÃO – DISPARO (SINAL AGRUPADO CP081/CP082/CP083)
- BAT01CF600 ... 605	INDICADORES DE CAUDAL ELETTRINDUSTRIA CCL2-0
- BAT01CF601A.XG01	INDICADORES DE CAUDAL – ALARME (SINAL AGRUPADO CF600/CF601/CF602)
- BAT01CF603A.XG01	INDICADORES DE CAUDAL – ALARME (SINAL AGRUPADO CF603/CF604/CF605)
- BAT01CT051.XQ01	QUALITROL ETM 509-200 - TEMPERATURA ENROLAMENTO (4-20mA)
- BAT01CT052.XQ01	QUALITROL ETM 509-200 - TEMPERATURA DE ÓLEO SUPERIOR (4-20mA)
- R701	RTD – PT100
- BAT01CE001	TRANSFORMADOR DE CORRENTE HV 1W
- BAT01CE002	TRANSFORMADOR DE CORRENTE HV 1V
- BAT01CE003	TRANSFORMADOR DE CORRENTE HV 1U
- BAT01CE004	TRANSFORMADOR DE CORRENTE NEUTRO 1N
- SUBSTITUIR SILICA GEL COM INDICADOR.

- **BAT01GH009 - ARMÁRIO LOCAL COMANDO VENTILADORES E BOMBAS**
BENEFECIAR/REAPERTAR/ENSAIAR:
 - K1/2 CONTACTOR - CONTROLO DOS VENTILADORES
 - K3/4 CONTACTOR - CONTROLO DAS BOMBAS
 - K5 RELÉ TEMPORIZADO (0 A 3MIN)
 - K11/12 CONTACTOR - SELECÇÃO DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO (1 OU 2)
 - K13/14/15 RELÉ DE SEQUÊNCIA E FALTA DE FASE
 - Q1/...36 DISJUNTORES
 - B50 TERMÓSTATO TEMPERATURA AMBIENTE (0 A 30°C)
 - R50 RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO - 100W
 - R701 TRANSMISSOR DA TEMPERATURA SUPERIOR DO ÓLEO (RTD PT100)
 - S50/51 INTERRUPTOR DA PORTA
 - S101 INTERRUPTOR PARA CONTROLO DOS VENTILADORES E BOMBAS (MANUAL OU AUTOMÁTICO)
 - X70 TOMADA MONOFÁSICA 16A
 - X1/2/3 RÉGUA DE BORNES - ALIMENTAÇÃO
 - X13...X19 RÉGUA DE BORNES - SINAIS
- **BAT01GH009 - ENSAIAR A COMUTAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DE BFE01.EA001 PARA BMA08.GA001.**
- **BAT01GX001 - ARMÁRIO LOCAL DO REGULADOR DE TENSÃO EM CARGA (OLTC).**
BENEFECIAR/REAPERTAR/ENSAIAR: (CONSULTAR ESQUEMA MR – POR136-EFS019-BAT-742032/742069)
EQUIPAMENTOS:
E1, F12, F13, F25, K1, K2, K20, K37, M1, Q1, R1, S1, S2, S3, S4, S5, S6A, S6B, S8A, S8B, S10, S12, S13A, S13B, S14, S32, S37, S38M, S38P, S39M, S39P, S40M, S40P, U8, U9, X19.

ENSAIO: COM O RUPTOR DO REGULADOR DE TOMADAS DISPONÍVEL: FAZER 3 MOVIMENTOS DE SUBIDA E DESCIDA DE TOMADAS, VERIFICANDO AS INDICAÇÕES LOCAL E T-3000 (SALA DE CONTROLO)
- **ELIMINAÇÃO DE FUGAS, ANTES DE PROCEDER A QUALQUER PINTURA.**
- **PINTURA GERAL DO TRANSFORMADOR.**
- BENEFECIAR A PINTURA NAS ZONAS EM MAU ESTADO, REMOVER QUALQUER PONTO DE FERRUGEM E RETOCAR COM TINTA ESMALTE DE ACABAMENTO, COR VERDE, RAL 6000. (IGUAL À ORIGEM.)

ANEXO 5 – OBRA TIPO – E0009

Obra Tipo E0009 REVISÃO GERAL MOTOR MT 6KV

Fabricante _____ Modelo _____ Nº Fab. _____
 _____ Tipo _____ Pot. _____ KW. Tensão _____
 Volt. LIG _____ Consumo _____ Amp. RPM _____
 Isol CI _____ Rol LA _____ Rol LOA _____ Chum -LA _____
 Chum LOA _____ Vedante(s) _____ Acoplamento _____

1.0 ENSAIOS ANTES/INICIO DA PARAGEM:

- 1.1. Ensaio em Carga de Preferência ou vazio para detecção de possíveis anomalias.
 1.2. Medir e registar temperaturas, enrolamentos, chumaceiras;

Fase U _____ CT - _____ Hora _____ Data ____ / ____ / ____
 Fase V _____ CT - _____
 Fase W _____ CT - _____ I carga Motor _____ Amp _____
 Chumaceira L.A. _____ CT - _____
 Chumaceira L.O.A. _____ CT - _____ Temp Ambiente _____ °C

1.3. DIAGNÓSTICO DE VIBRAÇÕES EM MOTORES.

Garantir evidência da realização do ENSAIO DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES actualizado (-/+) 15 dias de calendário da data desta verificação, (Consultar Q6 ou solicitar ao responsável técnico). Anexar relatório ou nº obra do registo MTOP ou outra entidade responsável, pelo diagnóstico e registo vibrações.

2.0 REVISÃO GERAL EM OFICINA.

Importante:

Abertura de MOTORES VERTICAIS; Serão desmontados e remontados na vertical.
 Abertura de MOTORES HORIZONTAIS; Serão desmontados e remontados na horizontal.

2.1 Motores com refrigerados a ar.

Antes de abrir Efectuar limpeza dos canais de refrigeração com escovilhão de latão ou fibra sintética, aspirar e soprar as sonas mais difíceis.
 Estado Bom _____ Limpo _____ OBS. _____

2.2 Motores com refrigeradores a água.

Isolar e retirar os refrigeradores tendo o cuidado de retirar instrumentação
 Tamponar as entradas e saídas da tubagem, inspeccionar as manguelras flexíveis, substituir se necessário;
 Bom estado _____ Substituídos _____
 Lavar o refrigerador internamente e externamente para inspeccionar e fazer prova hidráulica; Ver recomendações do fabricante

Pressão de ensaio _____ Tempo de ensaio _____

Ensaio acompanhada pela Pegop. Visto Pegop _____ Data _____

Beneficiar, eliminar a ferrugem com tinta conversor/estabilizador de ferrugem, pintar com acabamento Epoxi cor RAL a indicar.

2.3. Desmontagem do motor (ver folgas do entreferro). Eixo X / Y

Lado ataque _____ (_____) _____ Lado O. Ataque _____ (_____) _____
 (_____) _____ (_____) _____

2.4. Verificação de folgas nas tampas e no rotor e respectiva limpeza.

Estado: Bom _____ Reparado _____

2.5. Sopragem da bobinagem com ar seco e limpo.

2.6. Limpeza e beneficiação dos enrolamentos / barras.

3.0 INSPECÇÃO DO ESTATOR

- 3.1. Inspeção visual do isolamento das cabeças das bobinas (procura de fracturas no isolamento).

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

- 3.2. Inspeção de todas as amarrações da bobinagem, incluindo as cavas identificando as regletes que se encontrem soltas ou destruídas. (Placas de fecho).

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

Anexar mapa do batimento estado das regletes, placas de fecho das cavas.

- 3.3. Inspeção visual da região interlaminar do núcleo estatórico de modo a detectar pontos sobreaquecidos.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

Anexar mapa da localização dos pontos quentes.

- 3.4. Medida e registo da resistência de isolamento do enrolamento estatórico:

U - V ; _____ Mega Ohm U - Massa ; _____ Mega Ohm

U - W ; _____ Mega Ohm V - Massa ; _____ Mega Ohm

V - W ; _____ Mega Ohm W - Massa ; _____ Mega Ohm

- 3.5. Medir e registar a resistência óhmica por fase.

U - X ; _____ Ohm V - Y ; _____ Ohm W - Z ; _____ Ohm

4.0 INSPECÇÃO AO ROTOR.

- 4.1. Verificação da possível existência de marcas de aquecimento ou fractura de barras e anéis de fecho da gaiola.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

Barras fracturadas Não _____ Sim _____ Quantidade _____

Reparação Efectuada _____

- 4.2. Verificação cuidadosa em toda a periferia da chapa magnética do rotor. Verificação da possível existência de lâminas soltas ou salientes.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

- 4.3. Verificação de todas as unidades soldadas ou aparafusadas do rotor.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

- 4.5. Revisão de chumaceiras:

Anotar coloração e estado do óleo em serviço:

Bom estado visual _____ Coloração _____

Resíduos de metal no óleo _____

Chumaceiras de rolamentos.

Substituição de rolamentos ; Verificar sempre a posição / referências de montagem encontradas na desmontagem, nos rolamentos encontrados montados aos pares verificar o tipo de montagem encontrada, confirmar com o responsável a posição de montagem a observar, conforme o tipo de rolamentos e planos de chumaceiras fornecido pelo fabricante
Garantir que os rolamentos novos a montar obedecem à especificação pretendida.

Rolamentos encontrados: L.A. _____

Rolamentos novos montados: L.A. _____

Rolamentos encontrados: L.O.A. _____

Rolamentos novos montados: L.O.A. _____

ANEXO 6 – OBRA TIPO – E0001

Obra Tipo E0001

INSPECÇÃO NO LOCAL S / DESMONTAGEM MOTOR MT 6 KV

Fabricante _____ Modelo _____ Nº Fab. _____
 _____ Tipo _____ Pot. _____ KW. Tensão
 _____ Volt. LIG _____ Consumo _____ Amp. RPM _____
 Isol Cl _____ Rol LA _____ Rol LOA _____ Chum -LA _____
 Chum LOA _____ Vedante(s) _____ Acoplamento _____

O Controle dimensional das chumaceiras será registado num dos
 Relatórios, obra tipo MECÂNICA M1383.4.5.6.7, M1711 OU M1710

1. VERIFICAR ENSAIOS, CONSULTAR REGISTOS, EFECTUADOS ANTES DA PARAGEM

1.1-Consumos; In _____ Amp / Un _____ Volts, Temperaturas, chumaceiras, LA _____ °C,
 chumaceiras LOA _____ ° Enrolamentos _____ CT _____ Fase U _____ °C, CT _____ Fase V _____ °C,
 Fase W _____ °C. Ar-Água refrigeração/CT _____ °C, CT _____ °C, CT _____ °C, CT _____ °C.

1.3 DIAGNÓSTICO DE VIBRAÇÕES EM MOTORES.

Garantir evidência da realização do ENSAIO DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES actualizado (-/+ 15
 dias de calendário da data desta INTERVENÇÃO.* Consultar Q6 ou solicitar
 relatório(s) ao responsável técnico.
 Anexar / ver relatório ou nº obra do registo, empreitada ou outra entidade responsável,
 pelo diagnóstico e registo vibrações.
 ENTIDADE; _____ nº OBRA; _____

Data Registo _____ / _____ / _____; ESTADO BOM _____ Aceitável _____ Requer Intervenção _____

Decisão da PEGOP _____

1.4 Verificar estado chumaceiras (curva de tendência da análise SFM/MME)
 CHUM ROL _____ / ÓLEO _____ LA Bom _____ Mau _____ / LOA Bom _____ Mau _____

1.5 Verificar ausência ou eliminar fugas de óleo
 Bom s/fugas _____ Reparado _____ Substituir Labirintos _____

OBS; _____

2. VERIFICAÇÕES AO SISTEMA GERAL REFRIGERAÇÃO DO MOTOR.

2.1. Motores com refrigeração a ar.
 Efectuar limpeza dos canais de refrigeração c/ escovilhão de latão ou
 Fibras sintéticas, aspirar e soprar as zonas mais difíceis, remover
 Restos de óleo, pó e lixo agarrado, etc.

2.2. Motores com refrigeradores a água.
 Isolar e retirar os refrigeradores dos motores tendo o cuidado de
 Desligar toda a instrumentação.
 Tamponar as entradas e saídas da tubagem, inspeccionar manguelras/tubos
 Flexíveis; substituir se necessário.
 Lavar o refrigerador internamente e externamente para inspeccionar faser
 Prova hidráulica, de acordo com chapa características e PN serviço.
 (ver recomendações do fabricante).
ENSAIO HIDRÁULICO a ser acompanhado e aprovado pela Pegop.
 Soprar e limpar o motor não deixando qualquer vestígio de pó nomeadamente
 Nos canais de refrigeração.

Resultados;
 PN utilizada _____ BAR, / Tempo prova Hidráulica _____ Minutos.

Assinatura responsável da Pegop pela aceitação do ensaio.

ENSAIO ACEITE / BOM _____ N-Aceite / _____

Responsável Pegop _____ Data ____/____/____

3. MOTOR GERAL / VERIFICAÇÕES.

- 3.1. Verificação distância das pás à parede fixa da tampa. D1 _____ mm D2 _____ mm
 3.2. Retocar a pintura eliminando possíveis pontos d, ferrugem. Sim _____ Não _____
 3.3. Confirmar a estanqueidade do motor. Bom estado _____, Mau _____

3.4. Caixa de bornes do motor:

- Limpeza dos bornes, Bom estado _____, Mau _____
- Limpeza dos isoladores, Bom estado _____, Mau _____
- Inspeção de possíveis fraturas nos isoladores ou qualquer outro defeito que comprometa o correcto aperto das ligações.
Bom estado _____, Mau _____
- Beneficiação da pintura da caixa, detectando possíveis áreas de pintura estalada. Bom estado _____, Mau _____
- Verificação da ausência de esforços na ligação dos condutores
Bom estado _____, Mau _____
- Verificação e correcção se necessário do perfeito isolamento da caixa de bornes, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.
Bom estado _____, Mau _____

3.5. Caixa de terminais de instrumentação do motor:

- Limpeza, Bom estado _____, Mau _____, Reparado _____
- Verificação e correcção se necessário do aperto de todos os terminais.
Bom estado _____, Mau _____, Reparado _____
- Verificação e correcção se necessário do perfeito isolamento da caixa, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.
Bom estado _____, Mau _____, Reparado _____
- Verificar a operacionalidade do interruptor de velocidade mínima
Bom estado _____, Mau _____, Reparado _____

3.6. Medir e registar a resistência a frio do:

- a) Enrolamento estatorico, U/X _____ Ohm, V/Y _____ ohm, W/Z _____ ohm.
 b) Resistência de aquecimento, R1-Raq _____ ohm, R2-Raq _____ ohm
 c) Resistências termométricas (PT100) (Utilizar obra tipo I0097)

Estator:

Enrolamentos/

_____ CT _____ PT100 Fase U1 _____ / U2 _____ °C
 _____ CT _____ PT100 Fase V1 _____ / V2 _____ °C
 _____ CT _____ PT100 Fase W1 _____ / w2 _____ °C

Ar-Água refrigeração

_____ CT _____ PT100 In _____ °C
 _____ CT _____ PT100 Out _____ °C
 _____ CT _____ PT100 _____ °C.

d) Verificação dos termopares de medida de temperaturas das chumaceiras

LA1 TIPO _____ OHM _____ / _____ °C
 LA2 TIPO _____ OHM _____ / _____ °C
 LOA1 TIPO _____ OHM _____ / _____ °C
 LOA2 TIPO _____ OHM _____ / _____ °C

Verificar funcionamento do detector de Velocidade. (obra Tipo I0148)

Sentido directo _____ Bom _____, Substituído _____ Ajuste _____

3.7. Medida e registo da resistência de isolamento.

a) Enrolamento estatórico:

U - V ; U - Massa, _____ Mohm
 U - W ; V - Massa, _____ Mohm
 V - W ; W - Massa, _____ Mohm

b) Cabo de alimentação:

R - S ; R - Massa, _____ Mohm
 R - T ; S - Massa, _____ Mohm
 S - T ; T - Massa, _____ Mohm

c) Resistências de aquecimento:

EL/Raq - Massa, _____ Mohm

d) Resistências termométricas (PT100):

EL/PT100 + Fase U - Massa, _____ Mohm
 EL/PT100 + Fase V - Massa, _____ Mohm
 EL/PT100 + Fase W - Massa, _____ Mohm

3.8. Ensaio funcionamento, acompanhar colocação em serviço após Intervenção.

- Medição e registo da corrente de funcionamento e do pico de arranque
Obtendo:
Curva de arranque respectiva.
I serv _____ Amp/I arranque _____ Amp.

