

**Instituto Politécnico de Tomar**

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**João Nuno Ferreira Fernandes**

**Estágio em Manutenção**

**no**

**Centro de Produção de Eletricidade do Pego**

Relatório de Estágio

Orientado por:

Prof. Doutor Mário Gomes – IPT/ESTT

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Tomar  
para cumprimento dos requisitos necessários  
à obtenção do grau de Mestre em  
Controlo e Eletrónica Industrial



Dedico este trabalho à minha mãe e à minha namorada.







## RESUMO

---

Este documento tem como finalidade descrever o estágio realizado no Centro de Produção de Eletricidade do Pego, na área da Manutenção Elétrica e Sistemas. O âmbito do estágio consistiu, no seu essencial, na criação e implementação do plano de manutenção da nova Central de Ciclo Combinado.

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 a aplicar na Central de Ciclo Combinado.

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

Por último será feita uma breve conclusão sobre o estágio.

**Palavras-chave:** Central, Ciclo Combinado, Estágio, Plano de manutenção



## **ABSTRACT**

---

This document aims to describe the research at the Center for Production Electricity Pego, in the area of Electrical and Systems Maintenance. The scope of the stage consisted, in essence, the creation and implementation of the maintenance plan of the new Combined Cycle Power Plant.

Throughout the report provide a brief description of thermal power plants, a small presentation on the Pego and its services as well as maintenance methodology applied in the Central Coal and applies the Combined Cycle Central.

Will be also presented some works-type systems/equipments and maintenance plan of Combined Cycle Natural Gas.

Finally a brief conclusion is made on the stage.

Keywords: Central, Combined Cycle, Training, Maintenance Plan



## AGRADECIMENTOS

---

Quero agradecer ao meu orientador do Instituto Politécnico de Tomar, Doutor Mário Gomes, pela ajuda dada na realização deste relatório.

Quero agradecer à minha mãe pelo incentivo, paciência, coragem e apoio durante todo decorrer dos anos de Mestrado pois sem a sua ajuda a realização deste mestrado não teria sido possível.

Quero agradecer à minha namorada, Raquel Costa, todo o apoio dado na recta final desta etapa.

Quero agradecer à minha irmã, Rita Fernandes, o apoio dado ao longo desta etapa.

Quero agradecer ao Chefe da Manutenção Elétrica e Sistemas do Centro de Produção de Eletricidade do Pego, Eng.º Pina Ribeiro, e aos meus orientadores, Eng.º. Nuno Matos e Eng.ª. Christine Sthäli, pelos conhecimentos transmitidos ao longo de todo o estágio, principalmente ao Eng.º Nuno Matos pois foi com quem trabalhei mais diretamente.

Quero agradecer ao meu colega de estágio, Eng.º José Gaspar, pelos conhecimentos trocados, pela sua amizade e pelo seu apoio nas situações mais complicadas durante a realização do estágio.

Quero agradecer aos meus colegas de estágio da área de Mecânica pela amizade e disponibilidade que demonstraram ao longo de todo o meu estágio.

Quero agradecer à PEGOP e às pessoas que nela trabalham, nomeadamente ao pessoal da Manutenção Elétrica e Mecânica.



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CENTRAIS TÉRMICAS.....</b>	<b>7</b>
2.1	Central a carvão .....	8
2.2	Central de Ciclo Combinado a Gás Natural (CCGT) .....	9
2.3	Central Nuclear .....	13
<b>3</b>	<b>TIPOS DE ACCÇÕES DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>15</b>
3.1	Manutenção preventiva:.....	15
3.2	Manutenção corretiva: .....	17
<b>4</b>	<b>A PEGOP E A SUA MANUTENÇÃO TÉCNICA.....</b>	<b>19</b>
4.1	Introdução .....	19
4.2	Metodologia aplicada pela PEGOP .....	21
4.3	Codificação KKS .....	22
<b>5</b>	<b>O ESTÁGIO.....</b>	<b>27</b>
5.1	Introdução .....	27
5.2	Exemplos de obras-tipo criadas .....	39
5.2.1	<i>Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA (x0BAT01).....</i>	<i>39</i>
5.2.2	<i>Barras blindadas.....</i>	<i>43</i>
5.2.3	<i>Transformadores combinados TI/TT isolados a SF6 .....</i>	<i>46</i>
5.2.4	<i>Escovas de excitação do gerador .....</i>	<i>47</i>
5.2.5	<i>Escovas de terra dos geradores.....</i>	<i>49</i>
5.2.6	<i>Celas de média tensão .....</i>	<i>50</i>
5.2.7	<i>Celas de média tensão .....</i>	<i>51</i>
5.2.8	<i>Trabalhos presenciados.....</i>	<i>51</i>
5.3	Plano de manutenção criado .....	53
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>57</b>

<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
7.1	Webgrafia .....	59
7.2	Bibliografia.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 - As três fases da evolução da manutenção [3].	3
Figura 1-2 - Evolução dos sistemas administrativos e de gestão [3].	3
Figura 1-3 - Análise termográfica para a deteção de pontos quentes (maus contactos em barramentos).	4
Figura 1-4 - Os vários passos da manutenção [10].	5
Figura 1-5 - Análise de vibrações num motor.	5
Figura 2-1 - Funcionamento de uma central a vapor	8
Figura 2-2 - Funcionamento de uma central a gás natural	10
Figura 2-3 - Composição de uma turbina a gás natural	12
Figura 2-4 - Funcionamento de uma central nuclear	13
Figura 3-1 - Organigrama da manutenção	15
Figura 4-1 – Centro de Produção de Eletricidade do Pego com os dois grupos a carvão em funcionamento.	20
Figura 4-2 - Centro de produção de eletricidade do Pego (grupos a carvão e a gás natural).	20
Figura 4-3 - Vista do Centro de produção de eletricidade do Pego ao fim do dia.	21
Figura 4-4 – Atuador elétrico da electroválvula 409 na linha 30 do sistema auxiliar de vapor da turbina a vapor do grupo 30	24
Figura 4-5 – Botoneiras 1 e 2 do sistema de ventilação na linha 25 do edifício da turbina do grupo 40	24
Figura 4-6 - Transmissores de pressão do sistema de incêndio nas linhas 12 e 13 do grupo 30	25
Figura 5-1 - Turbina a vapor (turbina de alta pressão à direita seguida das turbinas de média e baixa pressão)	29
Figura 5-2 - Gerador 20kV, barras blindadas e enclausura da turbina a gás natural	30
Figura 5-3 - Indicadores visuais dos transmissores de vibrações da turbina a gás natural	32
Figura 5-4 - IGV à entrada da turbina	33
Figura 5-5 - Câmara de combustão da turbina a gás natural	33

Figura 5-6 - Último andar da turbina a gás natural.....	34
Figura 5-7 - Orifício de bypass aos andares da turbina durante a fase de arranque .....	35
Figura 5-8 - Tubagens da caldeira .....	36
Figura 5-9 - Torre de refrigeração forçada do grupo 30.....	37
Figura 5-10 - Um dos oito ventiladores de uma torre de refrigeração e respetiva caixa reductora.....	37
Figura 5-11 – Vista da chaminé e caldeira do grupo 40 e estaleiro da Siemens .....	38
Figura 5-12 - Folha de registo do estado das escovas do gerador para o grupo 30.....	48

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4-1 - Designação dos grupos da codificação KKS.....	23
Tabela 5-1 - Dados do gerador principal .....	31
Tabela 5-2 - Plano de manutenção relativo ao transformador principal.....	54
Tabela 5-3 - Plano de manutenção relativo às barras blindadas. ....	54
Tabela 5-4 - Plano de manutenção relativo ao parque de 400kV. ....	54
Tabela 5-5 - Plano de manutenção relativo às escovas do gerador.....	55
Tabela 5-6 - Plano de manutenção relativo a motores.....	55
Tabela 5-7 - Plano de manutenção realtivo ao sistema de protecção catódica. ....	55



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATEX – Norma sobre atmosferas explosivas

CCGT – *Combined Cycle Gas Turbine* – Central de Ciclo Combinado a Gás Natural

IGV – *Inlet Gate Vents* – Alhetas de entrada

ISO – *International Organization for Standardization* - Organização Internacional para Padronização

KKS – *Kraftwerk Kennzeichnen-System* – Sistema de Codificação para Centrais térmicas

OLTC – *On Load Tap Changer* – Comutador de potência em carga

ONU – Organização das Nações Unidas

PCM – Planeamento e Controlo de Manutenção

REN – Redes Energéticas Nacionais

RPM - Rptações Por Minuto

SF<sub>6</sub> – Hexafluoreto de Enxofre

TI – Transformador de intensidade/corrente

TP5 e TP8 – Manuais da Siemens para a manutenção de sistemas/equipamentos

TPM – *Total Productive Maintenance* - Manutenção Produtiva Total

TT – Transformador de tensão

Abreviaturas da codificação KKS para sistemas (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  
LBA – Tubagem do circuito de alimentação de água para a caldeira (exceto bombas)  
LAC – Bombas de alimentação de água para a caldeira  
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  
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)

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

AA – Válvula

AC – Permutadores de calor

AH – Unidade de ar condicionado, aquecimento ou refrigeração

AP – Bombas

CF – Transmissor/indicador de caudal

CH – Botoneira

CL – Transmissor/indicador de nível

CP – Transmissor/indicador de pressão, pressão diferencial ou pressão absoluta

CQ – Transmissor/indicador de qualidade

CT – Transmissor/indicador de temperatura

CY – Transmissor/indicador de vibrações

GF – Armário de instrumentação

GH – Armário de controlo



# 1 INTRODUÇÃO

A palavra manutenção surgiu quando o homem começou a desenvolver máquinas para a fabricação de vários equipamentos. Mas foi com a revolução industrial que a manutenção começou a ter algum peso, atingindo alguma importância no fim do século XIX com o início das linhas de produção em série. Nesta altura a manutenção passou a ter um peso enorme nas empresas e passou a fazer parte da operação.

Um bom exemplo é a Ford que foi das primeiras fábricas a ter produção em série e como tal, a ter objetivos de produção. Para cumprir esses objetivos foi necessário criar equipas de manutenção para que as reparações dos equipamentos fossem realizadas o mais rapidamente possível. Assim surgiu o Departamento de Manutenção nas empresas que tinha como principal objetivo de realizar limpezas, lubrificações e reparações, ou seja, a manutenção era simplesmente corretiva.

No fim da 2ª Guerra Mundial houve a necessidade de melhorar a produção a nível de qualidade e quantidade e, para isto, a manutenção corretiva já não era suficiente, Surgiu assim a manutenção preventiva que, além de reparar/corrigir falhas também tinha como objetivo evitar que as falhas surgissem. A manutenção preventiva passou a ter o mesmo nível de importância que a operação.

Foi no final da década de 50, início da década de 60 que se deu a grande evolução da industrial aeronáutica civil e da eletrónica, rapidamente se percebeu que a manutenção preventiva, que se baseava em estudos de estatística (horas de funcionamento dos equipamentos), demorava mais tempo no diagnóstico de falhas que na reparação dos equipamentos em si. Assim as empresas resolveram criar a “Engenharia de Manutenção” que tinha a seu encargo planear e controlar os planos de manutenção preventiva ao analisar causas e efeitos das avarias.

Com o desenvolvimento da informática, surgiram vários “softwares” e equipamentos para a medição e proteção de apoio à manutenção passando a existir sistemas de planeamento e controlo automáticos que reduziram a burocracia para os operadores de manutenção.

Assim, a equipa de “Engenharia de Manutenção” passou a ser composta por duas equipas: uma com o objetivo de estudar ocorrências crónicas e outra para o Planeamento e Controlo de Manutenção (PCM).

No início da década de 70, começou a ser levantada a questão sobre os custos envolvidos na gestão da manutenção, o que deu origem à criação dum grupo que tentava combinar os meios financeiros, os estudos de fiabilidade e os métodos de gestão. Este grupo passou a ter grande importância nas decisões estratégicas das empresas. Isto deveu-se aos novos desafios que surgiram nas empresas, uma economia ao nível global e competitiva, onde as mudanças surgiram a grande velocidade, sendo a manutenção uma atividade fundamental no processo de produção (Kardec, 2002).

No final da década de 70, foi criado no Japão a Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM) que envolvia um ciclo intensivo da operação para a execução de rotinas de manutenção. Com o desenvolvimento dos computadores, foi possível às áreas de manutenção desenvolver os seus próprios programas no que diz respeito a processos de informações e à dependência humana.

Em algumas empresas, o grupo de manutenção passou a ser tão importante que o PCM passou a fazer parte das assessorias quanto à supervisão da produção, pois influencia em muito a área da operação, tanto que no final da década de 80 e devido às exigências na qualidade dos produtos por parte dos consumidores, a manutenção passou a desempenhar um papel de elevada importância no desempenho das máquinas

Pode notar-se este papel da manutenção na série 9000 da ISO que indica que a função da manutenção está incluída no processo de fabricação, ou seja, o reconhecimento (já referido pela ONU em 1975) na estrutura dum organização

Este reconhecimento pode notar-se pela ISO, quando em 1993 faz a revisão da norma série 9000 para incluir a função Manutenção no processo de certificação dando, portanto, o reconhecimento (já identificado pela ONU em 1975) da estrutura dum empresa de equivalência dessas duas funções no aumento da qualidade, fiabilidade operacional, redução de custos e redução de prazos de fabricação e entrega, garantia da segurança do trabalho e da preservação do meio ambiente.

Atualmente a manutenção tem o mesmo grau de importância que já tinha sido dado à operação, Assim, o PCM passou a ter uma importante função estratégica na área da produção com o registo de informações e análise de resultados ajudando os gestores de produção e operação na tomada de decisões.

Assim podemos dividir a evolução da manutenção em três fases distintas (como se pode ver na figura seguinte), sendo a 1ª fase a que antecede a 2ª Guerra Mundial, a 2ª fase entre a 2ª Guerra Mundial e a década de 70 e a 3ª fase após a década de 70. É nesta última fase que se acentua o conceito de manutenção preventiva [1][2][3].

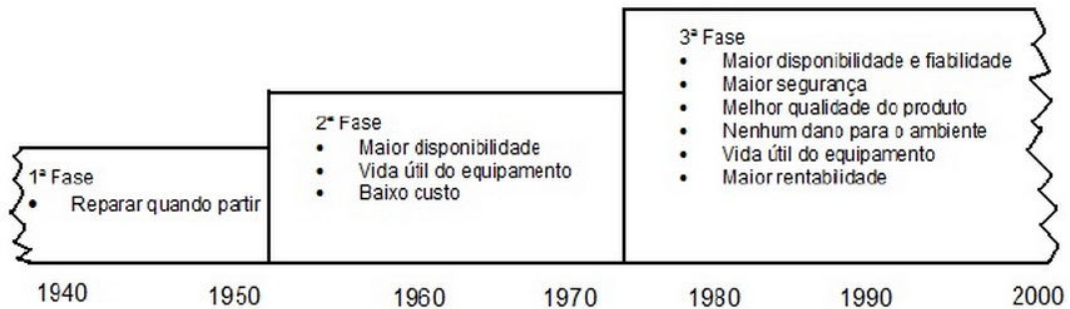


Figura 1-1 - As três fases da evolução da manutenção [3].

Na figura seguinte podemos ver as alterações nos sistemas administrativos e de gestão feitas de modo a dar resposta à evolução do conceito de manutenção.

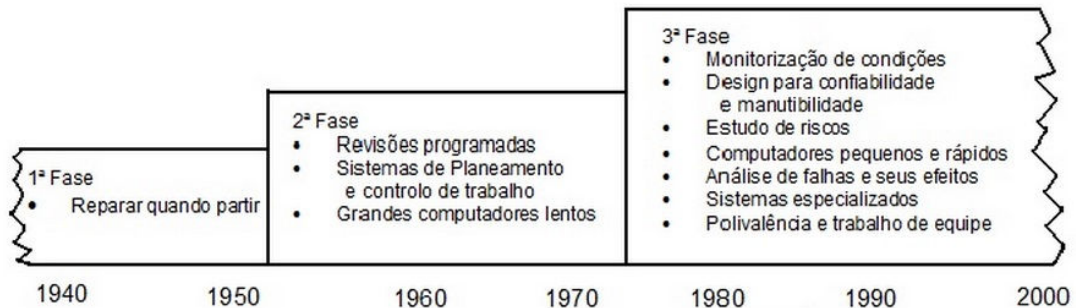


Figura 1-2 - Evolução dos sistemas administrativos e de gestão [3].

Na figura 1-3 podemos ver uma pistola de análise termográfica que permite às equipas de manutenção detetar nos equipamentos pontos onde a temperatura é elevada e fora dos padrões normais de funcionamento. Por norma têm origem numa má fixação entre condutores ou entre condutores e barras ou por existir um elevado consumo do equipamento inesperado.



*Figura 1-3 - Análise termográfica para a deteção de pontos quentes (maus contactos em barramentos).*

Na figura 1-4 podemos assistir aos vários passos da manutenção desde a deteção/monitorização até ao desenvolvimento de planos de manutenção e controlo de custos.

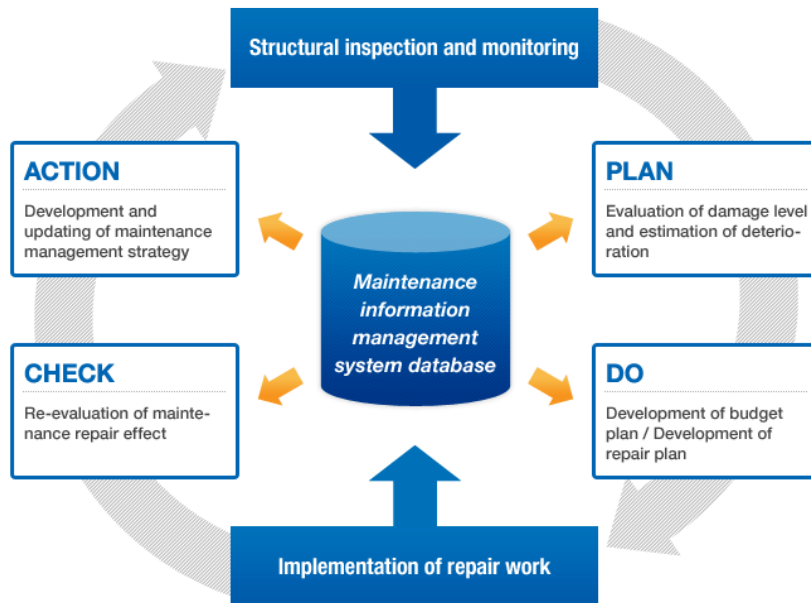


Figura 1-4 - Os vários passos da manutenção [10].

Na figura 1-5 pode ver-se um operador de manutenção a fazer uma análise de vibrações num motor. Isto permite a deteção de rolamentos danificados ou com elevada desgaste. Atualmente existem vários aparelhos no mercado para esta função mas uma simples chave de fendas pode ajudar em muito numa primeira análise.



Figura 1-5 - Análise de vibrações num motor.

O estágio tinha como principal finalidade recolher toda a informação dos documentos cedidos pela Siemens AG (*Siemens Aktiengesellschaft*) relativamente às operações de manutenção dos sistemas/equipamentos da nova Central de Ciclo Combinado a Gás Natural, bem como os tempos para essas operações. O prazo para a realização era de 12 meses.

O relatório presente continua no capítulo 2 com uma breve apresentação dos tipos de centrais termoelétricas mais em uso em Portugal (centrais a carvão e a gás natural) e a central de maior rendimento (centrais nucleares). Em seguida, no capítulo 3, são apresentados os vários tipos de manutenção bem como as suas vantagens e desvantagens. No capítulo 4 é feita uma introdução da Pegop SA, a sua metodologia de manutenção e o sistema de codificação KKS usado para a identificação dos sistemas/equipamentos e no capítulo 5 é descrito o estágio e apresentados alguns dos trabalhos realizados durante os 12 meses. No capítulo 6 é apresentada uma conclusão sobre o estágio. O relatório termina com uma webgrafia e uma bibliografia.

## 2 CENTRAIS TÉRMICAS

Centrais térmicas são centrais cujo combustível é de origem fóssil (petróleo, gás natural, carvão ou urânio), queimados numa câmara de combustão ou caldeira. O poder calorífico da queima destes combustíveis é direcionado para a caldeira fazendo com que as elevadas temperaturas passem a água ao estado gasoso.

Este fenómeno pode ser explicado com uma simples situação dos nossos dias. Numa panela de pressão coloca-se água a aquecer e deixa-se elevar a temperatura até que passe a vapor, o que origina um apito na válvula de segurança. O som resultante do vapor a passar na válvula deve-se ao aumento da pressão no interior da panela. Os gases expandem com o aumento da temperatura ocupando mais espaço do que os líquidos.

O mesmo acontece numa caldeira, a água é aquecida até atingir elevada temperatura e pressão e, como os gases não têm por onde expandir pois os tubos não são deformáveis como a panela de pressão, são direcionados para a turbina com uma elevada velocidade resultante da alta pressão e temperatura.

Quando o vapor chega às pás da turbina fá-las girar e este movimento é transmitido a um gerador que, quando devidamente excitado, produz eletricidade que é transportada por linhas elétricas até aos consumidores.

O vapor, após passar na turbina, é arrefecido num condensador e canalizado novamente até à caldeira dando origem a um novo ciclo. A água de arrefecimento do condensador tem a sua origem no exterior e pode ser captada num rio ou num lago não muito afastado da central. O vapor e a água de arrefecimento nunca entram em contacto.

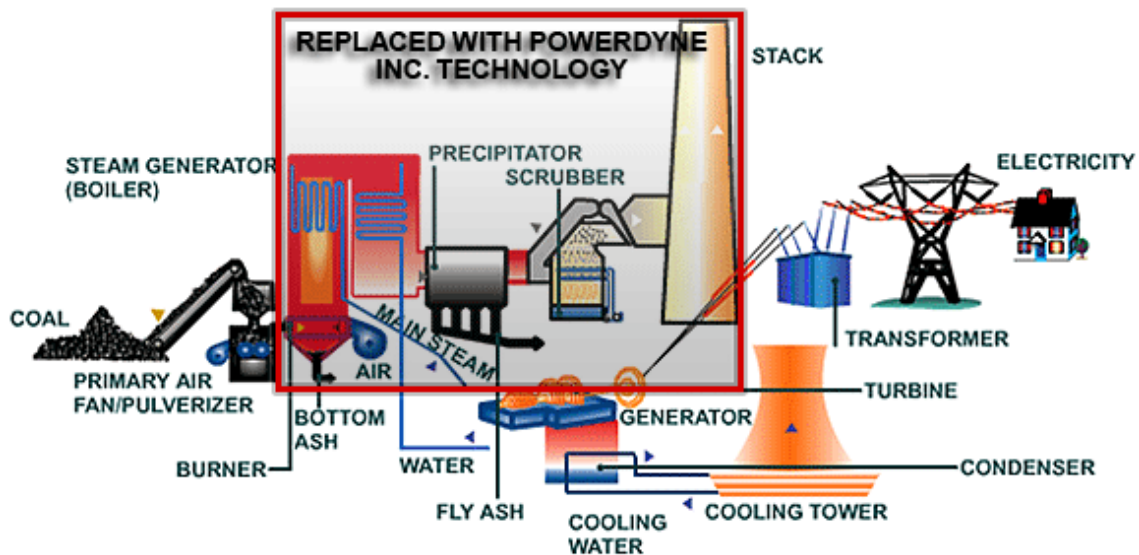
Quando uma central está parada é alimentada eletricamente pela rede e em funcionamento é alimentada por ela própria [4].

## 2.1 Central a carvão

Uma central a carvão funciona através da queima do carvão que se encontra armazenado no exterior e é transportado por tapetes até aos moinhos para ser devidamente refinado. Com o aumento da temperatura na caldeira, a água passa ao seu estado gasoso e é direcionada para os vários estágios da turbina a vapor. No caso da Central a Carvão do Pego, a turbina é composta por um estágio de alta pressão, um estágio de média pressão e dois estágios de baixa pressão de modo a maximizar o rendimento da turbina.

Após a passagem pelos estágios de média pressão, o vapor já com temperatura e pressão muito inferiores ao que tinha à saída da caldeira, é entra num condensador com a função de passar o vapor a água novamente. Só assim é possível transportar a água de novo até à caldeira para iniciar um novo ciclo.

O condensador é arrefecido por outro circuito de água fechado que circula entre este e a torre de refrigeração e esta é arrefecida por um circuito aberto de água proveniente de um rio ou lago próximos da central (o rio Tejo no caso da Central a Carvão do Pego) e armazenada em depósitos e encaminhada para as torres por bombas [5].



Proprietary and Confidential. Copyright 2011 POWERDYNE INC. All rights reserved. Patent Pending.

Figura 2-1 - Funcionamento de uma central a vapor

A turbina atua um gerador que, quando excitado, produz energia. No caso da Central a Carvão do Pego, a energia produzida ronda os 300MWh por grupo sendo necessário 10 a 11 horas para o arranque completo de todos os sistemas pois é preciso ter em conta o gradiente térmico a que a caldeira está sujeita.

## 2.2 Central de Ciclo Combinado a Gás Natural (CCGT)

A Central de Ciclo Combinado a Gás Natural, como o nome indica, é composta por uma turbina a gás natural e uma turbina a vapor, como mostra a figura 2-2.

Usa o gás natural para acionar uma turbina a gás, que movimenta um gerador, produzindo calor para transformar água em vapor na caldeira. A temperatura à saída da turbina ronda os 580° C e a pressão atinge cerca de 160 Bar.

O vapor vai mover uma turbina que, depois de lançada se junta à turbina a gás para movimentar o gerador.

O ciclo de arrefecimento da água é idêntico ao referido na Central a Carvão.

Na Central do Pego, assim que a turbina atinge as 3000 RPM o gerador pode ser excitado e dá-se o início da produção de energia, cerca de 2/3 da capacidade total de cada grupo.

O arranque da turbina a gás é feito através do gerador a funcionar como um motor que acompanha a turbina até aos 90% da rotação de funcionamento.

A turbina a vapor produz o restante 1/3 assim que estão estabelecidas as condições de temperatura e pressão para os vários estágios.

A turbina a vapor é constituída por um estágio de alta pressão e um estágio de média pressão acoplado diretamente ao estágio de baixa pressão.

De forma a rentabilizar a turbina a vapor, após a passagem pelo estágio de alta pressão, o vapor volta à caldeira para aumentar a temperatura, embora com uma pressão mais baixa [6].

Em caso de problemas no estágio de alta pressão é possível fazer *bypass* e utilizar somente os estágios de média e baixa pressão.

Para aumentar a rentabilidade de cada grupo, o gás natural é aquecido a 200° C antes de ser injetado na câmara de combustão, enquanto que o ar externo deve ter a temperatura o mais baixo possível. O aquecimento do gás é feito pelo próprio vapor gerado na caldeira. Durante a fase de arranque, existe um sistema de resistência de 700kW que faz esse aquecimento.

Também existe um sistema na entrada de ar externo que impede que se forme gelo de modo a que não entre nada no estado sólido na turbina.

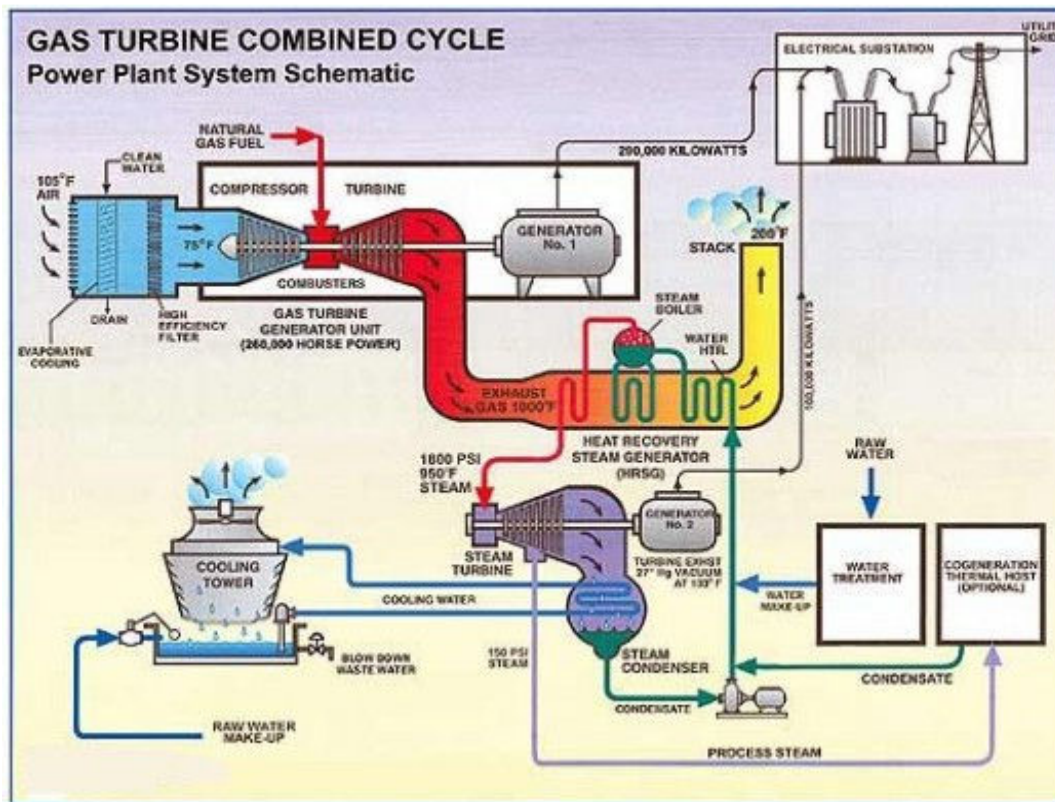


Figura 2-2 - Funcionamento de uma central a gás natural

Se houver uma paragem de emergência de modo a que a central fique sem alimentação energética exterior, existe um sistema de baterias que asseguram o funcionamento de sistemas vitais, como o sistema de lubrificação do veio geral e até o arranque dos dois geradores de emergência de 680kW a diesel.

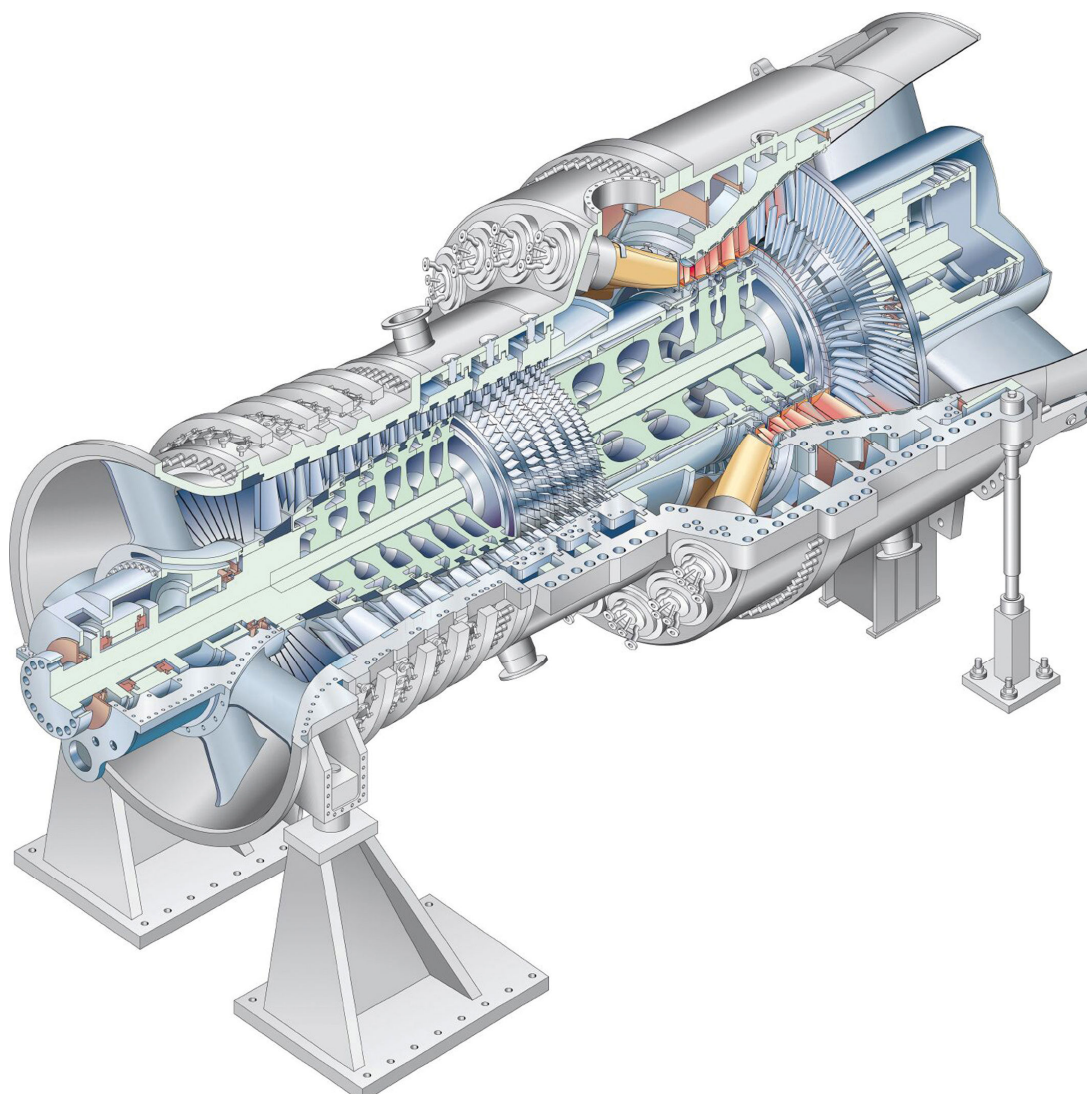
Na figura 2-3 é possível ver uma turbina e a sua aparência interna. É constituída por um compressor, uma câmara de combustão e pela turbina propriamente dita.

O compressor é composto por vários andares de pás fixas soldadas ao veio e por andares de pás fixas soldadas à parte externa que permite a circulação do ar numa linha reta de modo a maximizar o rendimento do compressor. Caso não existissem os andares de pás fixas o ar que passa pelos últimos andares do compressor já não teria o devido efeito, pois já vêm em rotação juntamente com o compressor. Nesta parte da turbina a temperatura do ar aumenta à medida que vai avançando pelos vários andares.

A fase seguinte é a câmara de combustão onde é misturado o ar proveniente do compressor e onde é injetado o gás natural. Nesta zona a temperatura ronda os 1200°C por isso é revestida a placas de cerâmica (têm a mesma finalidade das placas de cerâmica usadas dos vaivéns, suportar as elevadas temperaturas).

A última fase é a da turbina e recebe os gases provenientes da combustão que ao passarem pelos andares impelem movimento a todo o conjunto. O primeiro andar é revestido a cerâmica pois tem de suportar a elevada temperatura dos gases à saída da câmara de combustão e à medida que avançam pelos andares vão perdendo temperatura até cerca dos 600°C.

No caso da CCGT do Pego, é necessário que os gases que atravessam a caldeira nunca baixem dos 80°C à saída da chaminé para que o ar se circule na direção correta.



*Figura 2-3 - Composição de uma turbina a gás natural*

## 2.3 Central Nuclear

Em Portugal não existe nenhuma central deste tipo mas considero importante pois é um método muito utilizado em vários países. Requer elevadas medidas de segurança, pois um pequeno desastre numa central nuclear pode originar várias doenças ou mesmo a morte por radiações. No entanto é o método mais rentável, e devido às elevadas reservas mundiais não existe a preocupação dum esgotamento para breve.

Uma central nuclear que tem como combustível o Urânio ou o Plutónio e é através da fissão nuclear que é feito o aquecimento da água até se tornar vapor. Esse vapor é posteriormente utilizado para movimentar a turbina a vapor. Essa turbina está acoplada a um gerador que vai produzir a eletricidade que é injectada na rede.

O vapor é novamente arrefecido no condensador ao ponto de condensação da água para ser transportada novamente para a caldeira.

A água de arrefecimento do condensador é arrefecida nas torres de refrigeração com água proveniente dum lago ou rio [7].

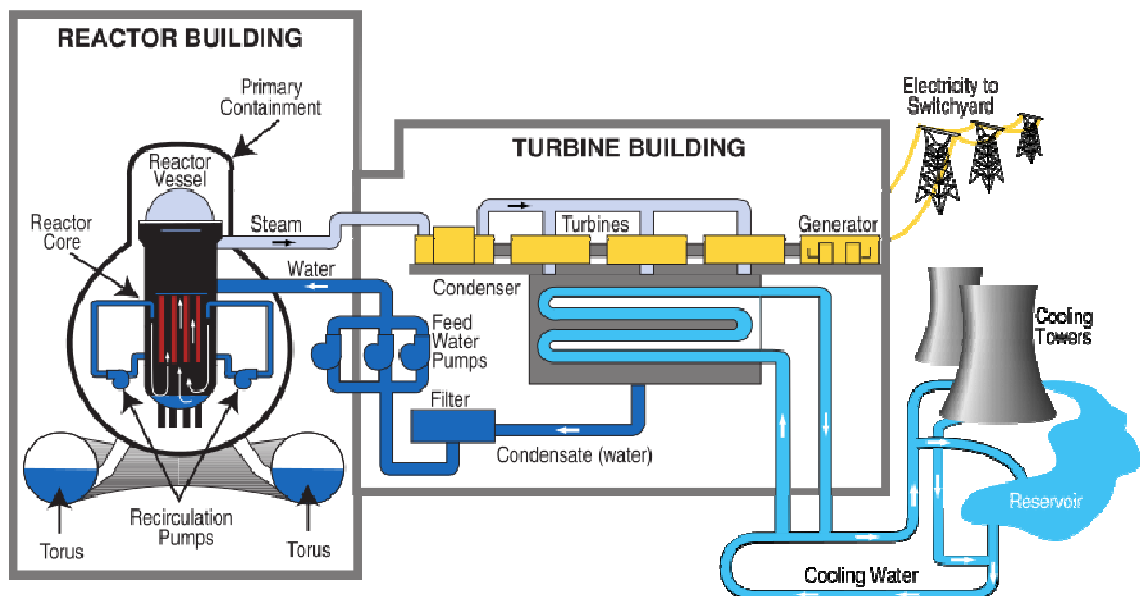


Figura 2-4 - Funcionamento de uma central nuclear

Existem registos de vários acidentes com este tipo de centrais sendo o mais recente o acidente na central de Fukushima (2012) após um terramoto/marmoto, ou seja, o acidente não foi provocado por nenhum erro humano.

No caso da central de Chernobyl (1986) é completamente diferente. Durante a preparação para testes de segurança, e devido à ineficiente comunicação entre operadores, deu-se uma fusão de um reator originando a morte de um elevado número de pessoas ao redor da central.

Para que a emissão de material radioativo fosse reduzida ao mínimo aceitável foi construída uma cúpula de cimento com vários metros de espessura e ainda hoje é uma área isolada na qual é preciso autorização governamental para se poder entrar, e o desenvolvimento de vegetação não é abundante.

### 3 TIPOS DE ACÇÕES DE MANUTENÇÃO

Neste capítulo são explicados os vários tipos de ações de manutenção: a manutenção corretiva e a manutenção preventiva, bem com as suas vantagens e desvantagens. Na figura seguinte é apresentado o respetivo organigrama [8].

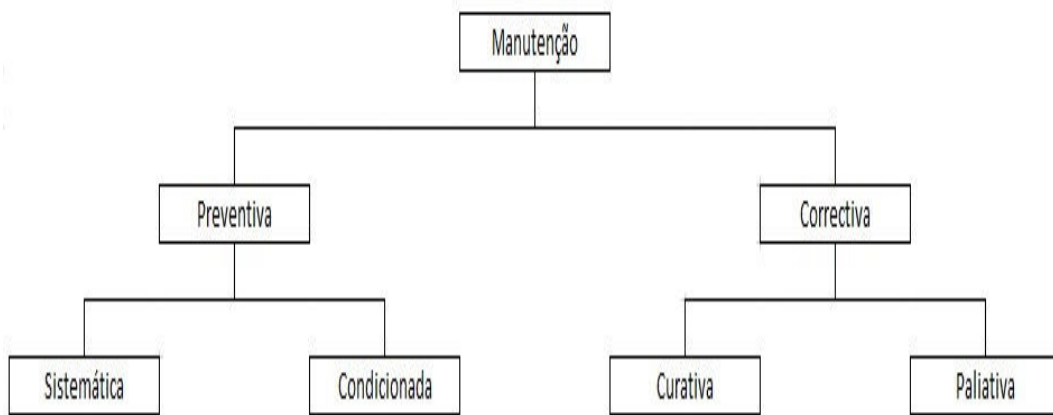


Figura 3-1 - Organigrama da manutenção

#### 3.1 Manutenção preventiva:

A manutenção preventiva baseia-se num trabalho de prevenção de avarias que originam paragens em sistemas/equipamentos. É feita a partir de estudos de estatística do estado do equipamento, do local de instalação e dados do fornecedor (condições de funcionamento corretas, periodicidade das intervenções entre outros).

A manutenção preventiva encontra-se dividida em:

- Manutenção preventiva sistemática;
- Manutenção preventiva condicionada.

A manutenção preventiva tem como objetivos

- Reduzir ao máximo o número de avarias de modo a aumentar a fiabilidade do equipamento;
- Aumentar o tempo de funcionamento dos sistemas/equipamentos;
- Reduzir ao máximo o número de intervenções, reduzindo os custos;
- Evitar paragens desnecessárias.

Para que isto seja aplicado da forma mais correta é importante que exista um gabinete de planeamento. Ajuda, também, a existência dum gabinete onde se possa encontrar todos os manuais necessários, sejam eles sobre manutenção ou catálogos de peças sobre os equipamentos.

Nestes documentos devem estar:

- Fichas do historial dos sistemas/equipamentos com o registo de intervenções e avarias já detetadas;
- Fichas com o registo dos tempos das intervenções já efetuadas;
- Fichas de planeamento com os dados dos sistemas/equipamentos, peças de reposição, ferramentas a utilizar e as ações a tomar.

A manutenção preventiva tem como vantagens:

- Redução de avarias, logo tempos de paragens menores;
- Redução dos custos das intervenções;
- Redução das reparações;
- Aumentar a durabilidade dos equipamentos;
- Aumentar o nível de produção.

A manutenção preventiva sistemática baseia-se na informação dada pelo fabricante do equipamento. Garante um elevado desempenho do mesmo.

Tem como vantagens:

- Predeterminação dos custos das intervenções;
- Simplificação da gestão financeira ao nível da manutenção e da produção;
- Programação das intervenções em conjunto com a produção.

A manutenção preventiva condicionada baseia-se nos dados do fabricante e em estudos Estatísticos e de Fiabilidade de modo a ser possível atrasar a intervenção num equipamento.

A implementação deste método é hoje possível pois a evolução não se deu somente no campo da análise e dos estudos teóricos, mas também porque houve um avanço espetacular no campo da instrumentação de inspeção do estado dos equipamentos.

Tem como grandes vantagens o aumento da longevidade dos equipamentos, o controlo mais eficaz de peças de reserva e a sua limitação, o menor custo de reparação e o aumento da produtividade.

A determinação do tempo ótimo para a intervenção resulta numa eficaz prevenção de avarias ao nível técnico e económico pois a intervenção não é feita quando o equipamento ainda está em condições de funcionamento.

### **3.2 Manutenção corretiva:**

A manutenção corretiva é a forma mais primária de manutenção e consiste em intervir após surgir a avaria e é a ação de manutenção mais dispendiosa, originando:

- Baixo nível de utilização dos sistemas/equipamentos;
- Vida útil reduzida;
- Paragens forçadas.

Esta ação de manutenção só deve ser aplicada quando os custos indiretos das intervenções são mínimos

A manutenção corretiva encontra-se dividida em:

- Manutenção corretiva curativa
- Manutenção corretiva paliativa

A manutenção corretiva curativa baseia-se em reparar ou substituir equipamentos quando o problema surge. É usada em equipamentos de baixa relevância e nos quais não justifica o investimento em técnicas de manutenção e investigação de problemas/avarias.

Obriga a que a empresa tenha uma equipa pronta para a intervenção de modo a que seja minimizado o tempo de paragem.

Tem como grandes desvantagens o elevado custo de mão-de-obra, peças e serviços, o tempo de paragem dos equipamentos, a perda de produção e os danos inerentes que pode causar equipamento defeituoso.

Nesta manutenção, o equipamento é levado ao extremo no que diz respeito à sua durabilidade, sendo a forma mais básica de manutenção.

A manutenção corretiva paliativa baseia-se em tentar reparar o equipamento provisoriamente

Esta ação de manutenção tem como grande desvantagem a não reparação total do equipamento.

## **4 A PEGOP E A SUA MANUTENÇÃO TÉCNICA**

### **4.1 Introdução**

A PEGOP assegura a exploração (manutenção e operação) da Central Termoelétrica do Pego. A empresa foi criada especificamente para manter e operar além de trabalhar em exclusivo para os clientes Tejo Energia e ElecGás.

Totalmente baseada no Pego, Abrantes, a empresa emprega a maioria dos trabalhadores do projeto 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.

Os seus acionistas são a inglesa International Power (50%) e a espanhola Endesa Generación (50%).

A cargo 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.

É atualmente o maior parque de produção de energia elétrica em Portugal.

Nas figuras 4-1 a 4-3 pode ver-se vários ângulos do Centro de Produção de Eletricidade do Pego onde é possível visualizar as duas centrais (uma chaminé branca e vermelha dos dois grupos a carvão e duas chaminés independentes dos grupos a gás natural). Na figura 4-2 é mais notória a separação entre grupos e na figura 4-3 nota-se vapor a sair da torre de refrigeração do grupo 30 já em funcionamento.



*Figura 4-1 – Centro de Produção de Eletricidade do Pego com os dois grupos a carvão em funcionamento.*



*Figura 4-2 - Centro de produção de eletricidade do Pego (grupos a carvão e a gás natural).*



*Figura 4-3 - Vista do Centro de produção de eletricidade do Pego ao fim do dia.*

## **4.2 Metodologia aplicada pela PEGOP**

A PEGOP desenvolveu ao longo dos anos de existência da Central a Carvão os seus próprios planos de manutenção, a manutenção preventiva condicionada, entre os gabinetes de Métodos e de Planeamento.

Rapidamente se percebeu que, para manter os níveis de prontidão exigidos, era necessário que os equipamentos não parassem durante os períodos de funcionamento pois isto traria perdas nos lucros da empresa.

Assim passaram a aplicar ns planos de manutenção dos fabricantes dos vários equipamentos/sistemas, a manutenção preventiva.

Com o passar dos anos aperceberam-se que vários sistemas/equipamentos apresentam excelentes condições aquando da intervenção. Assim os planos de manutenção foram alterados a nível de tempos para a intervenção (de modo a que o equipamento/sistema

fosse rentabilizado ao máximo, mantendo o seu correto funcionamento) a manutenção preventiva condicionada.

Esta política foi também implementada na Central de Ciclo Combinado

Cada intervenção a realizar num sistema/equipamento é sempre acompanhado da respetiva obra-tipo, a qual contém todos os trabalhos a fazer, podendo essa obra-tipo ser 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.

As intervenções podem ser diárias, semanais, mensais, semestrais, anuais e podem corresponder uma simples verificação visual, uma beneficiação do sistema/equipamento ou uma intervenção profunda com a substituição de peças.

Tudo se resume a adaptar a manutenção dos sistemas/equipamentos o mais possível aos planos de manutenção.

Uma manutenção preventiva permite saber ao certo os custos duma intervenção nos sistemas/equipamentos bem como as peças necessárias a adquirir com antecedência.

A manutenção preventiva condicionada permite poupar elevadas quantias a nível financeiro.

### **4.3 Codificação KKS**

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.

O código KKS é um código alfanumérico constituído por 10 caracteres divididos em 4 grupos, como se mostra na tabela 4-1.

Tabela 4-1 - Designação dos grupos da codificação 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. No caso da Central do Pego são quatro, logo temos os números 10, 20, 30 e 40. Para os sistemas comuns entre grupos foi atribuído o código 00.

O 2º grupo (três letras) identifica o sistema. Se quisermos identificar o gerador as letras utilizadas são MKC.

O 3º grupo (dois números) indica a linha do sistema. Se o código for 30MKC01 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. Se o código KKS for 40LAC10CP001 estamos a mencionar o 1º sensor de pressão da 1ª bomba de água da caldeira do grupo 40.

Se a identificação for de um motor de uma bomba ou uma electroválvula é acrescentado – M01 ao código KKS como mostra s figura seguinte. As figuras 4-5 e 4-6 mostram equipamentos e a sua respetiva designação KKS [12].



Figura 4-4 – Atuador elétrico da electroválvula 409 na linha 30 do sistema auxiliar de vapor da turbina a vapor do grupo 30



Figura 4-5 – Botoneiras 1 e 2 do sistema de ventilação na linha 25 do edifício da turbina do grupo 40



Figura 4-6 - Transmissores de pressão do sistema de incêndio nas linhas 12 e 13 do grupo 30



## 5 O ESTÁGIO

### 5.1 Introdução

O estágio teve início com uma breve introdução dos trabalhos a realizar durante os 12 meses seguinte. Foi feita uma apresentação sobre a Central a Carvão e sobre os avanços dos trabalhos na Central de Ciclo Combinado. Foi-me ainda dado o acesso à documentação da Siemens para a criação e futura implementação dos planos de manutenção.

A documentação abrangia todos os equipamentos que foram instalados, desde o mais pequeno transmissor até às turbinas ou ao gerador.

A partir desta documentação retiraram-se todos os dados sobre trabalhos a realizar nos sistemas/equipamentos no que diz respeito a tempos e operações a efetuar para a sua manutenção.

A parte que me ficou destinada foi a parte de potência e alguns equipamentos da CCGT, isto é:

- Parque 400kV;
- Pórticos;
- Disjuntores 400kV 3AP2 FI (x0ACA01);
- Transformadores de tensão (TT) (x0ACA);
- Transformadores de corrente (TI) (x0ACA);
- Seccionadores de linha/terra;
- Descarregadores de sobretensões;
- Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA (x0BAT01);
  - Comutadores de tomadas OLTC;
  - Armário do neutro dos geradores;

- Relé de proteção (0XCHA01);
- Transformadores auxiliar 20/6 kV e 18MVA (x0BBT01);
- Transformadores secos 6000/690 V e 6000/400 V;
- Seccionadores/disjuntores dos geradores ABB HECS 130 XL (x0BAC01);
- Celas de 6kV (x0BBE);
- Celas de 400V (x0BF, x0BM e x0BU);
- Geradores de emergência;
- Sistemas de ventilação;
- Barras blindadas;
- Baterias dos geradores de emergência;
- Baterias do circuito de emergência (x0BTA);
  - Inversores (x0BRU)
  - Retificador (x0BTLx0)
  - Conversor DC/DC (x0BUK1x)
- Circuito de interligação entre grupos;
- Escovas de terra dos geradores (x0MKC);
- Armários de pressurização das barras blindadas (x0BAA01);
- Armários SFC (x0CJT01);
- Sistema de pré-aquecimento de gás;
- Sistema de deteção de gás;
- Sistema de extração de ar do edifício da turbina (x0SAM20ANxxx)
- Circuitos de iluminação;
- Resistências de traçagem (x0EKC20ACxxx e x0EKE20ACxxx);
- Aparelhos de ar condicionado (x0UBA);
- Sistema de proteção catódica (00PUR).

Alguns destes equipamentos são relativamente idênticos aos existentes na Central a Carvão, logo foi possível adaptar o plano de manutenção. Os equipamentos mais idênticos são os transformadores de 400/20 kV quando comparados com os transformadores de 400/18 kV da Central a Carvão. Além de a relação de transformação ser semelhante, são todos construídos pela mesma empresa, a EFACEC.

Para os sistemas/equipamentos semelhantes entre as duas centrais, como transformadores e instrumentação em geral, foi aplicado o plano de manutenção praticado na Central a Carvão devido ao seu estágio de otimização alcançado.

O contrato celebrado entre a Siemens e a ElecGás prevê que a manutenção da turbina a gás, da turbina a vapor e do gerador serão feitas por membros da própria Siemens.

Na figura 5-1 é possível ver parte da embraiagem mecânica (imediatamente à esquerda da ponte giratória) que faz o acoplamento da turbina a vapor ao gerador.

Do lado direito do grupo pode ver-se o estágio de alta pressão separado dos estágios de média e baixa pressão.



*Figura 5-1 - Turbina a vapor (turbina de alta pressão à direita seguida das turbinas de média e baixa pressão)*

Na figura 5-2 é possível ver o gerador de 20kV, as barras blindadas que transportam a eletricidade até ao transformador principal e a enclausura da turbina a gás natural. Entre o gerador e a turbina é possível ver a porta de acesso às escovas de terra do gerador que permitem fazer a descarga de eletricidade estática. Ao lado da enclausura da turbina está

uma ponte giratória que permite retirar alguns equipamentos do local de montagem para o exterior de modo a permitir a sua manutenção ou substituição.

O gerador mostrado na figura é arrefecido a hidrogénio o que leva a enormes medidas de segurança. Se existir uma fuga para a atmosfera e a percentagem de hidrogénio estiver entre os 4 e os 74,2%, este tornar-se inflamável [9].



*Figura 5-2 - Gerador 20kV, barras blindadas e enclausura da turbina a gás natural*

Na tabela 5-1 podem-se ver alguns dados do gerador com a sua potência aparente (503MVA) e aparente máxima (524MVA à temperatura de 25°C para o hidrogénio), a potência real (427.55MW), a corrente e a corrente máxima (14520 e 15923A respetivamente). Pode ainda ver-se o fator de potência (0.85).

Os restantes dados estão relacionados com o sincronismo entre grupo e a rede.

Tabela 5-1 - Dados do gerador principal

1. Generator (30MKA)

1.1. Generator Data

Rated Voltage	$U_N$	20 kV $\pm$ 5%
Rated apparent power (35°C cold gas)	$S_N$	503 MVA
Max. apparent power = Peak Load (25° cold gas)	$S_{max}$	524 MVA
Power factor	p.f.	0,85
Rated active power	$P_N$	427,55 MW
Rated current	$I_N$	14.520 A
Rated max. current	$I_{max}$	15.923 A
Rated frequency	$f_N$	50 Hz
Reactive Capability Curve		attachment 1
Time for cooling down (stator) from 100 % to 0 % for thermal image	$t_{cool\ down\ s}$	3600 s
Permissible overexcitation capability time	$t\ (U/f)_{max}$	200 s
Synchronous reactance (sat.)	$X_d$	186,62 %
Transient synchronous reactance (sat.)	$X_d'$	36,14 %
Subtransient synchronous reactance (sat.)	$X_d''$	27,48 %
No-load excitation voltage	$U_{exc-0}$	141 V
SFC DC link voltage	$U_{DC-link}$	3,375 kV
Maximum continuously permissible negative sequence current I2	$I_{2max} / I_N$	8 %
Thermal capability time ( $t_2$ ) unbalanced load time curve	$K=(I_2/I_N)^2$	10 s

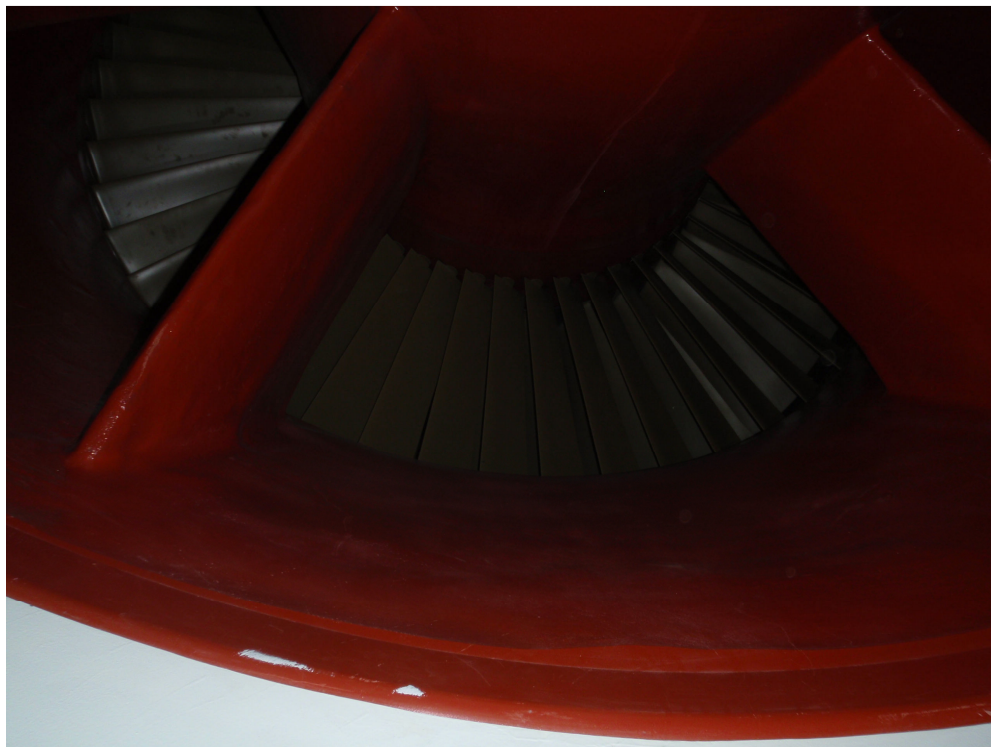
Na figura 5-3 é apresentada uma imagem dos vários indicadores de vibrações da turbina a gás natural. Servem de proteção pois, se atingir o nível máximo, à uma paragem imediata do grupo de modo a proteger todo o sistema.

Existem mais medidores de vibrações no gerador, na embraiagem mecânica e na turbina a vapor com a mesma finalidade dos indicadores mostrados na figura acima.



*Figura 5-3 - Indicadores visuais dos transmissores de vibrações da turbina a gás natural*

Nas figuras 5-4 a 5-6 são mostradas partes da turbina a gás natural, desde a zona de admissão de ar até ao último andar de compressão, passando pela câmara de combustão revestida a placas de cerâmica para suportar temperaturas na ordem dos 1200°C. Cada placa tem um valor aproximado de 40000€. Na figura 5-6 é possível ver o último andar da turbina suportado por uma chumaceira lubrificada a óleo. Se o sistema de lubrificação estiver em funcionamento é possível rodar o veio que liga a turbina ao gerador à mão.



*Figura 5-4 - IGV à entrada da turbina*

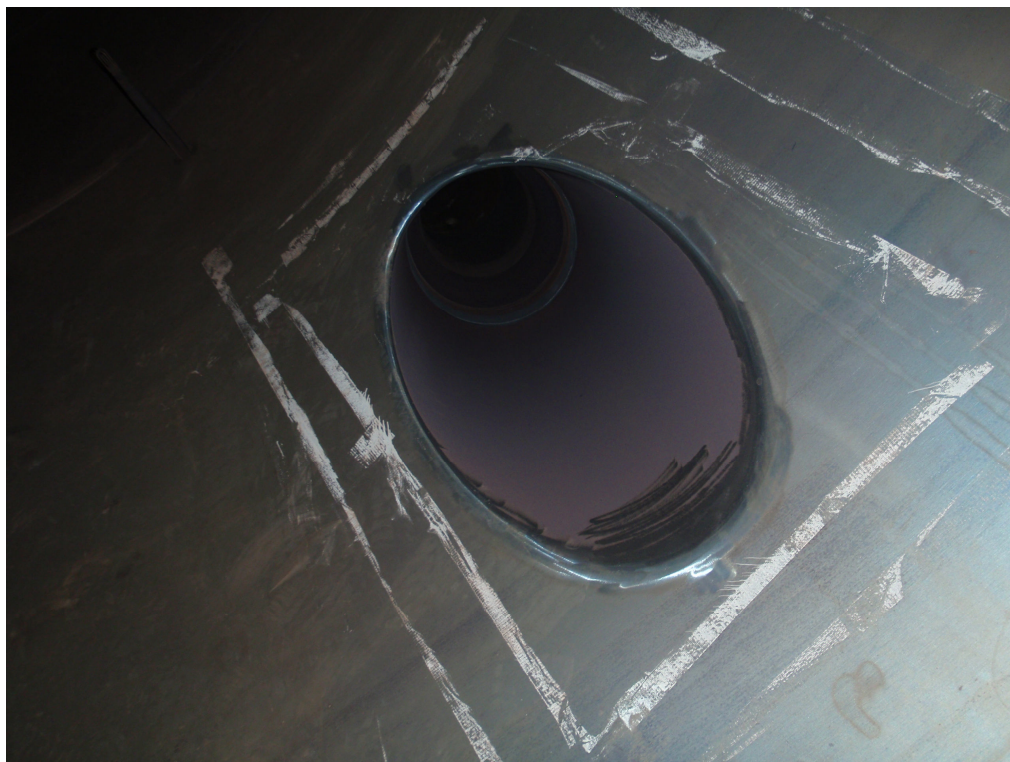


*Figura 5-5 - Câmara de combustão da turbina a gás natural*



*Figura 5-6 - Último andar da turbina a gás natural*

Na figura 5-7 pode ver-se um dos 4 orifícios de *bypass* aos andares da turbina para facilitar o arranque da mesma. Servem para desviar o circuito de ar evitando a sua passagem pelos andares após a câmara de combustão.



*Figura 5-7 - Orifício de bypass aos andares da turbina durante a fase de arranque*

Na figura 5-8 pode ver-se algumas tubagens que atravessam toda a caldeira e onde circula a água que é transformada em vapor.



*Figura 5-8 - Tubagens da caldeira*

Na figura 5-9 é mostrada a torre de refrigeração forçada do grupo 30 constituída por 8 ventiladores. Um desses ventiladores corresponde à figura 5-10 com a respetiva caixa redutor atuado por um motor de 690V. São os únicos motores que trabalham com essa tensão existindo 2 transformadores 6000/690V junto a cada torre.



*Figura 5-9 - Torre de refrigeração forçada do grupo 30*



*Figura 5-10 - Um dos oito ventiladores de uma torre de refrigeração e respetiva caixa redutora*

Na figura 5-11 pode ver-se, à esquerda, a parte final da caldeira do grupo 40 com a respetiva chaminé. Ao centro temos a tubagem de água que alimenta a torre de refrigeração. Ao fundo ainda está montado o estaleiro de obras da Siemens.



*Figura 5-11 – Vista da chaminé e caldeira do grupo 40 e estaleiro da Siemens*

## **5.2 Exemplos de obras-tipo criadas**

Neste capítulo são apresentadas algumas obras-tipo que contêm os trabalhos a efetuar durante as intervenções a sistemas/equipamentos. A informação contida nas obras-tipo criadas foi retirada dos vários manuais cedidos pela Siemens ao longo dos doze meses do estágio. A duração da recolha de informação varia com o número de manuais a consultar, pois a informação é apresentada ao longo dos vários dossiers. [11]

Nas secções 5.2.1. a 5.2.7 apresentam-se algumas obras-tipo criadas durante o estágio, de acordo com a documentação da Siemens.

### **5.2.1 Transformadores 400/20 kV EFACEC 505 MVA (x0BAT01)**

# **TRANSFORMADOR PRINCIPAL – x0BAT01**

## **REVISÃO - EFACEC 505MVA**

**(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 INICIO 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).
- ANALISE 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 SOKAPEX ISOLADORES LADO 400kV, LADO 20kV E ISOLADOR DE NEUTRO.
- 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, BENEFICIAR MOTORES E VENTILADORES, SUBSTITUIR ROLAMENTOS. (VER FICHAS RESPECTIVAS).
- BAT01 AN49 ... 054 – ABRIR CAIXAS DE LIGAÇÃO DAS BOMBAS DE ÓLEO, BENEFICIAR E MEDIR MOTORES (TYPE TG 200/4 – 1500RPM).
- BENEFICIAR 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

- RETIRAR, INSPECCIONAR E REGENERAR OU SUBSTITUIR SILICA GEL COM INDICADOR CASO APRESENTE COR BRANCA, NÃO FICANDO LARANJA APÓS REGENERAÇÃO.
- **BAT01GH009** - ARMÁRIO LOCAL COMANDO VENTILADORES E BOMBAS BENEFICIAR/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). BENEFICIAR/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 DISPONIVEL: 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.  
- BENEFICIAR 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.)

J.N.F 2010-07-19

## 5.2.2 Barras blindadas

# BAA

## BARRAS BLINDADAS 20kV

(POR136-EDC059-BAA-715027, DOSSIER BAA\_BAB.TP5.01+)

### ENSAIO INICIAL DE ESTANQUEIDADE:

- PRESSURIZAR BAINHAS COM 15mbar (MÁXIMO DE 20mbar)
- FECHAR ALIMENTAÇÃO DE AR COMPRIMIDO.
- AGUARDAR 30MIN
- PRESSÃO INICIAL: \_\_\_\_\_ mbar
- PRESSÃO FINAL: \_\_\_\_\_ mbar

## **REVISÃO GERAL A TODO O EQUIPAMENTO ASSOCIADO:**

- DESLIGAR EXTREMIDADES DOS BARRAMENTOS
- DESLIGAR DESCARREGADORES DE SOBRE-TENSÕES LOCALIZADOS POR CIMA DO TRANSFORMADOR
- ASPECTO GERAL DAS BAINHAS
- INSPECCIONAR JUNTAS DE BORRACHA
- INSPECCIONAR O ESTADO DE LIMPEZA INTERIOR DAS BAINHAS
- DESMONTAGEM, LIMPEZA E INSPECÇÃO VISUAL AO ESTADO DOS ISOLADORES (PARA ACESSO AO ISOLADOR SUPERIOR NAS ZONAS EXTERIORES É NECESSÁRIA A DESMONTAGEM DA COBERTURA DE PROTECÇÃO SOLAR).
- INSPECCIONAR SUPORTES DOS BARRAMENTOS
- INSPECCIONAR FERRAGENS DE SUPORTE
- ABERTURA DAS PORTAS DE INSPECÇÃO E VERIFICAÇÃO DE APERTO NAS LIGAÇÕES FLEXÍVEIS ENTRE SECÇÕES DO CONDUTOR.
- VERIFICAÇÃO DE APERTO DAS FLANGES DE CONEXÃO DA CONDUTA
- ABRIR CONDUTA JUNTO AOS BORNES DOS TRANSFORMADORES BAT E BBT E VERIFICAR AUSÊNCIA DE FUGAS DE ÓLEO
- VERIFICAÇÃO DE APERTO DA LIGAÇÃO ENTRE A CONDUTA DA FASE L1 TRANSFORMADORES BAT, BBT, MKC E ALTERNADOR (LIGAÇÕES DA CONDUTA À TERRA), LIGAÇÕES ENTRE A CONDUTA DA FASE L1 e AS RESTANTES E AS LIGAÇÕES EXISTENTES JUNTO A JUNTAS DE COMPENSAÇÃO DE BORRACHA.
- INSPECÇÃO DAS ZONAS CONDUTORAS APARAFUSADAS (POR136-ETL019-BAA-715003) QUANTO À:
  - MUDANÇA DE TONALIDADE
  - COR MANCHADA NOS PONTOS DE CONTACTO
  - MARCAS VISÍVEIS NAS LIGAÇÕES APARAFUSADAS
- CONFIRMAR BINÁRIOS DE APERTO NO MANUAL DO FABRICANTE (POR136-EDC159-BAA-715018)
- DESLIGAR BARRAMENTOS PARA ENSAIOS ELÉCTRICOS E REMOVER TERRAS

## **ENSAIOS ELÉCTRICOS A REALIZAR:**

- MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO (ENTRE FASES E FASE-MASSA)
- MEDIÇÃO DAS CORRENTES DE FUGA DOS BARRAMENTOS

## **APÓS DECISÃO A SER TOMADA PELA PEGOP (GABINETE DE MÉTODOS):**

- RESTABELECER AS LIGAÇÕES ELÉCTRICAS
- VERIFICAR APERTO COM CHAVE DINAMOMÉTRICA
- MEGAR BARRAMENTOS À MASSA
- FECHAR TODAS AS PORTAS DE ACESSO DAS BAINHAS

## **ENSAIO FINAL DE ESTANQUEIDADE:**

- PRESSURIZAR BAINHAS COM 15mbar (MÁXIMO DE 20mbar)
- FECHAR ALIMENTAÇÃO DE AR COMPRIMIDO.
- AGUARDAR 30MIN
- PRESSÃO INICIAL: \_\_\_\_\_ mbar
- PRESSÃO FINAL: \_\_\_\_\_ mbar
- SE A QUEDA DE PRESSÃO FOI INFERIOR A 10mbar ENTÃO O ENSAIO É DADO COMO BEM SUCEDIDO
- SE A QUEDA DE PRESSÃO FOR SUPERIOR USAR MIL-BOLHAS OU ÁGUA C/SABÃO PARA DETECTAR/REPARAR FUGA E POSTERIORMENTE REPETIR ENSAIO DE ESTANQUEIDADE.

J.N.F 2010-08-10

### 5.2.3 Transformadores combinados TI/TT isolados a SF<sub>6</sub>

## ACA01 - T2

### TRANSFORMADORES COMBINADOS TI/TT ISOLADOS EM SF<sub>6</sub>

#### INSPECÇÃO VISUAL:

- INSPECÇÃO VISUAL AO ESTADO DO ISOLADOR (SILICONE)
- VERIFICAR PRESSÃO DO SF<sub>6</sub>
- VERIFICAR AUSÊNCIA DE FUGAS

#### LIMPEZA:

- LIMPEZA DOS ISOLADORES TENDO EM ATENÇÃO QUE ESTES SÃO DE SILICONE (NÃO UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS ABRASIVOS)

#### VERIFICAÇÃO DE APERTOS:

- REAPERTAR CONTACTOS E VERIFICAR FUNCIONAMENTO DE RESISTÊNCIAS DE AQUECIMENTO NAS CAIXAS DE REAGRUPAMENTO DE TENSÕES E NAS CAIXAS DE REAGRUPAMENTO DE CORRENTES.

CASO SEJA NECESSÁRIO REPOR PRESSÃO DE SF<sub>6</sub> (HEXAFLUORETO DE ENXOFRE) ANOTAR QUANTIDADE UTILIZADA DE MODO A REPORTAR À APA (AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE).

O EXECUTANTE:

O RESPONSÁVEL:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

P'LA PEGOP:

DATA:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

J.N.F 2010-05-26

## 5.2.4 Escovas de excitação do gerador

# ESCOVAS DE EXCITAÇÃO DO GERADOR

## INSPEÇÃO/SUBSTITUIÇÃO

De acordo com procedimento HS PR 115 Manutenção das Escovas do Alternador

**NOTA:** Antes da intervenção, e de modo a prevenir queimaduras, analisar pontos quentes na zona dos porta-escovas através da câmara/pistola termográfica de infravermelhos.

INSPECCIONAR E REGISTRAR ESTADO DAS ESCOVAS:

- Nº da escova
- Estado da escova

CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DA ESCOVA COM VARETA APROVADA:

- Comprimento > 3 marcas - Ótimo
- Comprimento > 2 marcas - Bom
- Comprimento < 1 marca - Mau (necessário substituir)

Verificar o contacto da escova com os anéis coletores do rotor, e no caso de existência de arco elétrico, identificar a causa. Em alguns casos deve-se retirar a escova e remover o pó de carbono.

Após a inspeção de todas as escovas, deve proceder à substituição das escovas identificadas tendo como limitação a substituição de 2 escovas em cada anel coletor, só sendo possível nova substituição após 24 horas.

PROCEDIMENTO DE SUBSTITUIÇÃO DE ESCOVAS:

- Remover a escova do anel
- Remover o punho telescópico que faz a ajuste automático da escova - desenroscando
- Puxar os cabos de forma a retirar a escova do suporte, desapertar o terminal da escova do borne
- Colocar nova escova no suporte, e aperto do respetivo terminal ao borne
- Aperto do punho telescópico, verificando o movimento da escova no suporte
- Introdução da escova no anel

INSPEÇÃO DOS FILTROS DE AR NO CUBÍCULO DAS ESCOVAS:

Sem remover o equipamento de segurança de mudança de escovas, e só após ter terminado a mesma, inspecionar os filtros de ar no cubículo das escovas.

J.N.F 2010-11-24

## Manutenção de Escovas do grupo 30

Grupo 2

	16	11	6	1	
	O	B	N	T	
22	17	12	7	2	
O	B	N	T		
	18	13	8	3	
	O	B	N	T	
24	19	14	9	4	
O	B	N	T		
	20	15	10	5	
	O	B	N	T	

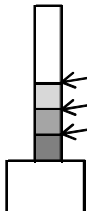
Grupo 4

	30	35	40	45	50
	O	B	N	T	
	29	34	39	44	
O	B	N	T		
	28	33	38	43	48
O	B	N	T		
	27	32	37	42	
O	B	N	T		
	26	31	36	41	46
O	B	N	T		

	71	66	61	56	51
	O	B	N	T	
		67	62	57	52
		O	B	N	T
	73	68	63	58	53
O	B	N	T		
		69	64	59	54
		O	B	N	T
	75	70	65	60	55
O	B	N	T		

	80	85	90	95	
	O	B	N	T	
	79	84	89	94	99
O	B	N	T		
	78	83	88	93	
O	B	N	T		
	77	82	87	92	97
O	B	N	T		
	76	81	86	91	
O	B	N	T		

**Gerador - 30MKA**



- O - Ótimo
- B - Bom
- N - Necessário Substituir
- T - Trocada

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_

Ass.: \_\_\_\_\_

Obs.: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 5-12 - Folha de registo do estado das escovas do gerador para o grupo 30

### 5.2.5 Escovas de terra dos geradores

# ESCOVAS DE TERRA DO GERADOR – X0MKC

## REVISÃO

### Trabalhos a realizar:

- Limpar a superfície do veio com um solvente;
- Verificar o aperto das barras onde assentam os porta-escovas;
- Escovas e porta-escovas:
  - Limpar as escovas com ar comprimido seco e, se necessário, usar um solvente;
  - Inspeccionar e limpar os porta-escovas;
  - Verificar a força das molas. Se o valor não for aceitável, o porta-escova deve ser substituído;
  - Verificar a pressão sobre cada uma das escovas;
  - Verificar o livre movimento das escovas dentro do porta-escovas.

Ao colocar as escovas verificar se a parte de carbono (EG 50) é seguida pela parte de prata (AG 20), no sentido de rotação do veio (na escova existe uma seta de orientação). Ter também atenção às malhas de ligação (umas saem pela parte de prata outras pela parte de carbono) que devem ficar orientadas para o parafuso de fixação, sem esforço.

J.N.F 2010-11-18

## 5.2.6 Celas de média tensão

# BENEFICIAÇÃO DAS VÁRIAS CELAS DE MÉDIA TENSÃO

**(XOBBE)**

**(BBE.TP5)**

### EM TODAS AS CELAS É NECESSÁRIO UMA BENEFICIAÇÃO GERAL:

- LIMPAR INTERIOR COM ASPIRADOR DE PÓ E PINCEL;
- LIMPAR EXTERIOR;
- PROCURAR PONTOS DE CORROSÃO, TRATAR CASO EXISTAM;
- REMOVER MASSA ANTIGA;
- PROCURAR POR FALHAS NOS ISOLAMENTOS;
- REAPERTAR CONTACTOS (CONSULTAR POR136-EDC159-BBE-721052 PARA OBTER VALORES DE BINÁRIO DE APERTO);
- VERIFICAR O ESTADO E BENEFICIAR, SE NECESSÁRIO:
  - FECHADURAS;
  - PORTAS;
  - REGISTOS;
  - DOBRADIÇAS;
  - MECANISMOS DE BLOQUEIO;
  - ATUADORES;
- LUBRIFICAR PARTES MÓVEIS E LIGAÇÕES À TERRA (CONSULTAR POR136-EDC159-BBE-721052 PARA SABER QUAIS OS TIPOS DE MASSA A APLICAR);
- VERIFICAR APERTOS NAS RÉGUAS DE BORNES;
- CALIBRAR TODA A INSTRUMENTAÇÃO;
- BENEFICIAR INTERRUPTORES.

J.N.F 2010-11-15

### 5.2.7 Celas de média tensão

## RESISTÊNCIAS DE TRAÇAGEM

### BENEFICIAÇÃO

(x0EKC20ACxxx e x0EKE30AC011)

(EK.TP8.2.06+)

#### TRABALHOS A REALIZAR:

- Verificar o aparelho de comando e controlo das resistências;
- Limpar a caixa de bornes e apertar os terminais, beneficiar se necessário;
- Medir e registar a resistência óhmica;
- Medir e registar a resistência de isolamento;
- Medir e registar a corrente de funcionamento;
- Garantir a estanqueidade e etiquetagem do equipamento.

J.N.F. 30-09-2010

### 5.2.8 Trabalhos presenciados

Durante o decorrer do estágio foi possível assistir a algumas intervenções em sistemas/equipamentos como a inspeção às escovas do gerador e à análise/substituição do gel detetor de humidade do transformador principal. Em nenhuma destas áreas foi possível fazer um registo fotográfico pois são zonas de elevada segurança (não é permitido a entrada de equipamentos eletrónicos que não cumpram as normas ATEX), salienta-se que o transformador principal se encontra no parque de 400kV e o gerador é arrefecido a hidrogénio.

No transformador principal foi necessário fazer a substituição do gel detetor de humidade (no óleo), pois este foi contaminado com óleo o que não permite obter uma correta análise. Este gel tem uma cor amarelada e quando apresenta vestígios de humidade muda de cor para um branco azulado, mas na altura da substituição a cor, de grande parte do gel era negra. A operação passou por limpar bem as cubas transparentes e posterior reposição do gel.

Quanto às escovas do gerador, a inspeção consistiu em fazer uma verificação do tamanho das várias escovas. Para tal, foi necessário, em primeiro lugar, fazer uma análise termográfica dos coletores e, se a temperatura permitir, retirar uma a uma e verificar se atingiu o traço que indica elevado desgaste. Caso este traço tenha sido atingido, a escova deve ser substituída.

É possível fazer esta operação com o grupo em funcionamento, bastando para tal informar a sala de comando para que não sejam feitas variações de carga no gerador. Nesta situação podem ser trocadas no máximo duas escovas por intervalo de intervenção (14 dias como consta no plano de manutenção apresentado no capítulo seguinte). Isto deve-se porque as novas escovas não têm o formato do coletor, a sua base é um quadrado e até ter a forma normal de funcionamento a superfície de contacto tem que ser moldada.

Estive também envolvido em trabalhos no sistema de proteção catódica (00PUR). Existe uma unidade central que faz o controlo do sistema e recolha de dados que podem ser descarregados para um cartão de memória. Inicialmente a unidade estava programada para recolher informação a cada 24h mas após uma análise nos primeiros 28 dias chegou-se à conclusão de que era insuficiente. Alterou-se a recolha de dados para 1h por dia mas a memória da unidade de controlo é insuficiente para armazenar toda a informação durante os 28 dias. Fez-se um ensaio para a aquisição de dados a cada 3h e foi suficiente.

### **5.3 Plano de manutenção criado**

Nas tabelas seguintes disponibilizam-se extratos do plano de manutenção criado, sendo possível encontrar vários tipos e trabalhos como inspeções, beneficiações, revisões, análises e diagnósticos a motores.

Tirando alguns sistemas/equipamentos, a maioria das revisões e análises de vibrações a motores são feitas, durante as grandes paragens, a cada 1008 dias (aproximadamente 3 anos). As restantes obras-tipo são de inspeções e beneficiações.

Uma inspeção consiste numa simples visualização ao estado do sistema/equipamento para avaliar se o estado de degradação está conforme o indicado pelo fabricante. Numa beneficiação, já são realizadas algumas intervenções principalmente de limpeza e lubrificação. A revisão é uma intervenção profunda no sistema/equipamento e inclui a inspeção, a beneficiação e a substituição de componentes, ou seja, no geral a revisão é feita a cada x beneficiações e a beneficiação é feita a cada y inspeções.

Como se pode ver nas tabelas 5-2 a 5-7, extrato do plano de manutenção, cada sistema/equipamento tem uma obra-tipo e frequência correspondente. As obras-tipo de instrumentação começam por I e as obras-tipo elétricas começam por E, e ainda é feita a distinção entre as obras-tipo criadas durante o estágio (que estão identificadas como x1xxx) e as obras-tipo já existentes da Central a Carvão (identificadas como x0xxx).

O plano de manutenção completo é apresentado em suporte digital no CD anexado juntamente com o relatório.

Na tabela 5-2 estão indicados todos os trabalhos a realizar no transformador de 400kV em que a recolha e análise do óleo é feita por uma empresa externa e qualificada para o objetivo. Os restantes trabalhos são realizados por pessoal da PEGOP e de empresas subcontratadas. Os restantes trabalhos estão descritos no capítulo 5.2.1.

Tabela 5-2 - Plano de manutenção relativo ao transformador principal.

Descrição	Equipamento	Freq	Unid	OT	Trabalho
RECOLHA AMOSTRAS ÓLEO PARA ENSAIOS	30BAT01	182	dias	E0463	ELÉCTRICA
REVISÃO TRANSFORMADOR PRINCIPAL - EFACEC 505MVA	30BAT01	1008	dias	E1018	ELÉCTRICA
PINTURA E REVISÃO TRANSFORMADOR PRINCIPAL 18/400 KV	30BAT01	1008	dias	E0193	ELÉCTRICA
REVISÃO COMUTADOR DE TOMADAS(OLTC)	30BAT01	1008	dias	E1045	ELÉCTRICA
REVISÃO TRANSFORMADOR A ÓLEO	30BAT01	1008	dias	E1052	ELÉCTRICA
REVISÃO TRAVESSIAS DO TRANSFORMADOR PRINCIPAL	30BAT01	1008	dias	E1023	ELÉCTRICA

Na tabela 5-3 estão indicados os trabalhos a realizar nas barras blindadas, condutores da energia desde o gerador até ao transformador 400kV. É necessário um cuidado especial pelo facto de as barras estarem pressurizadas para impedir a criação de arcos elétricos. Os trabalhos a realizar estão descritos no capítulo 5.2.2.

Tabela 5-3 - Plano de manutenção relativo às barras blindadas.

Descrição	Equipamento	Freq	Unid	OT	Trabalho
REVISÃO ARMÁRIO DE PRESSURIZAÇÃO DAS BARRAS BLINDADAS 20kV	30BAA01	1008	dias	E1017	ELÉCTRICA
REVISÃO EQUIPAMENTO DE TERRA DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA25	1008	dias	E1034	ELÉCTRICA
REVISÃO EQUIPAMENTO DE TERRA DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA26	1008	dias	E1034	ELÉCTRICA
REVISÃO EQUIPAMENTO DE TERRA DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA27	1008	dias	E1034	ELÉCTRICA
REVISÃO EQUIPAMENTO DE TERRA DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA28	1008	dias	E1034	ELÉCTRICA
REVISÃO DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA45	1008	dias	E1043	ELÉCTRICA
REVISÃO DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA46	1008	dias	E1043	ELÉCTRICA
REVISÃO DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES DAS BARRAS BLINDADAS	30BAA47	1008	dias	E1043	ELÉCTRICA
REVISÃO BARRAS BLINDADAS 20kV	30BAA	1680	dias	E1008	ELÉCTRICA

Na tabela 5-4 apresenta-se o plano de manutenção para o parque de 400kV que engloba todas as obras-tipo para os vários sistemas/equipamentos. É uma zona de elevado perigo onde as medidas de proteção são enormes: é confirmado visualmente se os seccionadores de linha estão abertos, são trancados manualmente e são colocadas tranças de terra para, no caso de haver uma ligação inadvertida por parte da REN, os operários estão protegidos.

Também é preciso especial atenção pelo facto de os TI/TT estarem cheios com SF<sub>6</sub>, pelo que devem ser tomadas as medidas necessárias para que não haja fugas para o exterior. Os trabalhos estão descritos em pormenor no capítulo 5.2.3.

Tabela 5-4 - Plano de manutenção relativo ao parque de 400kV.

Descrição	Equipamento	Freq	Unid	OT	Trabalho
REVISÃO PARQUE 400KV	30AC	1008	dias	E1037	ELÉCTRICA

Na tabela 5-5 são apresentados os trabalhos para a inspeção das escovas de excitação do gerador. Começa-se por se informar a sala de comando para que não haja variação de carga no gerador a inspecionar. Depois de se ter acesso à zona dos coletores é feita uma análise termográfica para evitar queimaduras e outros acidentes. É retirada escova a escova e verificada a marca em que se encontra o desgaste da própria. Caso esteja abaixo do mínimo deve ser trocada. Os equipamentos eletrónicos a usar nesta área (como a pistola termográfica) devem obedecer às normas ATEX devido aos riscos de incêndio e explosão. No final, a sala de comando é novamente informada de que a operação está concluída.

Tabela 5-5 - Plano de manutenção relativo às escovas do gerador.

Descrição	Equipamento	Freq	Unid	OT	Trabalho
INSPECÇÃO ESCOVAS DE EXCITAÇÃO DO GERADOR	30MKC	14	dias	E1022	ELÉCTRICA

Na tabela 5-6 são apresentados os trabalhos para análise de vibrações e é efetuada antes e depois da paragem. Consiste em medir as vibrações nos motores com aparelhos específicos para a tarefa, nas zonas dos rolamentos/chumaceiras para que durante a paragem seja feita a respetiva manutenção, caso seja detetada alguma falha ou vibração fora dos parâmetros.

Tabela 5-6 - Plano de manutenção relativo a motores.

Descrição	Equipamento	Freq	Unid	OT	Trabalho
DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES MOTORES EM SERVIÇO ANÁLISE VIBRAÇÕES, MOTORES ANTES E APÓS PARAGEM	30BAA60AN001-M01	336	dias	E0246	ELÉCTRICA
DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES MOTORES EM SERVIÇO ANÁLISE VIBRAÇÕES, MOTORES ANTES E APÓS PARAGEM	30EKT25AP001-M01	336	dias	E0246	ELÉCTRICA
DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES MOTORES EM SERVIÇO ANÁLISE VIBRAÇÕES, MOTORES ANTES E APÓS PARAGEM	30SAM20AN001-M01	336	dias	E0246	ELÉCTRICA
DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES MOTORES EM SERVIÇO ANÁLISE VIBRAÇÕES, MOTORES ANTES E APÓS PARAGEM	30LAC11AP001-M01	1008	dias	E0246	ELÉCTRICA

Na tabela 5-7 estão indicadas as duas obras relativas ao sistema de proteção catódica que tem como finalidade a constante monitorização das tubagens de gás natural até aos grupos. A inspeção e recolha de dados é feita mensalmente enquanto que a revisão é feita anualmente e consiste numa limpeza profunda aos equipamentos constituintes do sistema e verificação dos valores das várias resistências na unidade de controlo.

Tabela 5-7 - Plano de manutenção relativo ao sistema de proteção catódica.

Descrição	Equipamento	Freq	Unid	OT	Trabalho
INSPECÇÃO SISTEMA DE PROTECÇÃO CATÓDICA	00PUR01	28	dias	E1074	ELÉCTRICA
REVISÃO SISTEMA DE PROTECÇÃO CATÓDICA	00PUR01	336	dias	E1075	ELÉCTRICA

O estágio teve início no mês de Março de 2010 e o grupo 30 entrou em funcionamento em Dezembro, antes da data prevista. Já o grupo 40 entrou ao serviço em Fevereiro de 2011 e teve alguns dias de atraso por problemas na zona da embraiagem. Por consequência só foi possível assistir a alguns trabalhos que se encontram descritos neste relatório.

## 6 CONCLUSÃO

O estágio foi concluído com sucesso pois, durante os dozes meses em que decorreu, foram criados os planos de manutenção de quase todos os sistemas/equipamentos. Ficou por concluir o plano de algumas áreas de menor importância até à data da finalização do estágio como os escritórios da ElecGás por ainda estavam em fase de construção.

Durante o decorrer do estágio houve uma paragem num grupo da Central a Carvão onde foi possível assistir ao movimento de peças no armazém. Com alguns meses de antecedência começaram a chegar peças para as intervenções nos vários sistemas/equipamentos. Isto é uma característica da manutenção preventiva, o armazém tem um baixo *stock* de peças até à altura duma paragem/intervenção, o que facilita a gestão de peças sobressalentes.

As obras-tipo e o plano de manutenção criados ao longo do estágio são importantes para a PEGOP pois nas obras-tipo estão descritos todos os trabalhos a realizar nos sistemas/equipamentos e no plano de manutenção estão inseridos os tempos nos quais esses trabalhos são realizados.

O estágio realizado na PEGOP foi de elevada importância para mim pois contribuiu para o meu desenvolvimento na área da manutenção. Serviu para tomar conhecimento duma área de manutenção muito diferente da qual estão agora inserido (manutenção preventiva vs manutenção correctiva).

Na fase final do estágio já foi possível perceber que um plano de manutenção não é estático, está em constante adaptação/correção. Como exemplo disso, temos o sistema de protecção catódica em que a frequência com que eram recolhidos os dados (segundo a indicação do fabricante) não era suficiente para uma correcta análise, sendo necessário efectuar acertos ao longo do tempo.



## 7 Referências

### 7.1 Webgrafia

- [1] <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/evolucao-do-sistema.pdf>
- [2] [http://paginas.fe.up.pt/~em97143/#\\_Toc222127673](http://paginas.fe.up.pt/~em97143/#_Toc222127673)
- [3] <http://pt.scribd.com/doc/44259612/Historia-e-Importancia-da-Manutencao>
- [4] [http://www.infopedia.pt/\\$central-termoelectrica](http://www.infopedia.pt/$central-termoelectrica)
- [5] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Central\\_Tejo\\_\(funcionamento\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Central_Tejo_(funcionamento))
- [6] <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno99/Combined%20Cycle%20Gas%20Turbines/CCFIN.htm>
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_plant](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_plant)
- [8] <http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/05%20-%20Cap%EDtulo%203.pdf>
- [9] [http://www.marioloureiro.net/seguran/incend/inc\\_Explos/FENOMOLOGIACOMBUSTaO.pdf](http://www.marioloureiro.net/seguran/incend/inc_Explos/FENOMOLOGIACOMBUSTaO.pdf)
- [10] <http://www.hanshin-exp.co.jp/english/operation/maintenance/asset.html>



## **7.2 Bibliografia**

[11] Documentação da Siemens para a Central do Pego CCGT relativa aos equipamentos descritos no capítulo 7.

[12] Manual KKS – “Kraftwerk-Kennzeichen-System” – “Identification System for Power Plants”, “Kurzfassung für Fossilbefeuerte Kraftwerke und Regenerative Energien” – “Abridged version for Fossil Fired Power Plants and Regenerative Energy”, 2008