



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

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

Relatório de Estágio

Romeu Alves Lima

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Tomar / Novembro / 2022



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Romeu Alves Lima

Manutenção Elétrica no Centro de Produção de Eletricidade do Pego

Relatório de Estágio

Orientado por:

Professor Doutor Mário Gomes – 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

Dedico este trabalho à minha família

RESUMO

Pretende-se com este trabalho descrever o estágio realizado no Centro de Produção de Eletricidade do Pego, onde no período da realização do estágio estava integrado no departamento de manutenção.

O relatório de estágio descreve essencialmente as minhas funções na área da manutenção, as responsabilidades técnicas sobre uma determinada área da instalação e mais algumas intervenções em equipamentos que foram realizadas durante esse período, nomeadamente em transformadores de potência e a preparação e realização da revisão geral do Grupo 40 onde tinha a responsabilidade dos motores elétricos.

No relatório é apresentada a empresa, é feita uma descrição acerca de centrais térmicas nomeadamente Central a Carvão e Central de Ciclo Combinado e são analisados os programas de manutenção/operação utilizados atualmente na empresa, o Q6 e o Maximo.

Palavras-chave: Transformadores de potência, motores elétricos, estágio, Central a Carvão, Central de Ciclo Combinado.

ABSTRACT

The aim of this essay is to describe the internship carried out at the Pego Electricity Production Center, where during the period of the internship I was integrated in the maintenance department.

The internship report essentially describes my duties in the maintenance area, the technical responsibilities on a certain area of the installation and more measures in devices that were carried out during that period, namely in power transformers and the preparation and execution of the general revision on the Group 40 where I was responsible for the electric motors.

The report presents the company, a description is made about thermal power stations, namely Coal Power Station and Combined Cycle Power Station, and the maintenance/operation programs currently used in the company, Q6 and Maximo, are analysed.

Keywords: Power transformers, electric motors, internship, Coal Power Station, Combined Cycle Power Station.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas fizeram parte do meu percurso académico e sem as quais não seria possível cumprir os objetivos. Não sendo possível mencioná-las todas, deixo aqui o meu agradecimento a todos os que de alguma forma me ajudaram.

Agradeço à minha família e amigos que sempre me apoiaram e nunca me deixaram desistir. Agradeço também aos meus colegas de profissão que sempre me motivaram.

Agradeço a disponibilidade demonstrada pelo Professor Doutor Mário Hélder Rodrigues Gomes, o seu contributo foi essencial para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Chefe de Departamento de Manutenção da PEGOP, Engenheiro Nuno Albuquerque, pela absoluta disponibilidade.

Por último, mas não menos importante quero agradecer ao Instituto Politécnico de Tomar e à Escola Superior de Tecnologia de Tomar pela oportunidade de concluir a minha formação académica.

A todos aqui expreso o meu sentido agradecimento.

ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	ix
AGRADECIMENTOS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos do estágio.....	1
1.2. Estratégias de manutenção	2
1.3. Estrutura do relatório	6
2. A EMPRESA.....	9
2.1. TrustEnergy.....	10
2.1.1. Estrutura Acionista	11
2.1.2. As Subsidiárias	11
2.1.3. Operação e Manutenção	14
2.2. Endesa.....	15
3. CENTRAIS TERMOELÉTRICAS	17
3.1. Departamento de manutenção da PEGOP	17
3.2. Processo de consignações	19
3.3. Codificação KKS	23
3.4. Programa de manutenção Q6.....	26
3.5. Programa de manutenção Maximo	28
3.6. Central Termoelétrica a Carvão	31
3.6.1. Funcionamento da Central Termoelétrica a Carvão	31

3.6.2.	Equipamentos da Central Termoelétrica a Carvão	36
3.7.	Central de Ciclo Combinado.....	42
3.7.1.	Funcionamento da Central de Ciclo Combinado.....	43
3.7.2.	Equipamentos da Central de Ciclo Combinado.....	44
4.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	51
4.1.	Gestão das Cinzas Volantes	51
4.1.1.	Sistema de Remoção, Transporte e Armazenagem de Cinzas Volantes	51
4.1.2.	Trabalhos realizados	61
4.2.	Avaria do transformador de potência do grupo 20	68
4.2.1.	Incidente	69
4.2.2.	Interpretação do incidente	69
4.2.3.	Medidas tomadas	73
4.2.4.	Energização do transformador.....	74
4.2.5.	Ações após energização.....	76
4.2.6.	Substituição do transformador.....	78
4.2.7.	Energização do transformador de reserva	88
4.2.8.	Conclusão	89
4.2.9.	Avaliação do transformador danificado	89
4.3.	Revisão geral do grupo 40	91
4.3.1.	Ensaios aos motores.....	93
4.3.2.	Realização da revisão geral	101
4.3.3.	Resolução do problema do motor 40LAC51AP001-M01	111
5.	CONCLUSÃO.....	115
	REFERÊNCIAS	117
	ANEXO 1 – ARQUIVO DA OBRA 202009689 – 10ETG34CL002.....	119
	ANEXO 2 – ARQUIVO DA OBRA 202009538 – 10ETG51CP001	123

ANEXO 3 – OBRA TIPO- E0246	129
ANEXO 4 – RELATÓRIO TÉCNICO 40LCA51AP001-M01	131
ANEXO 5 – OBRA TIPO - E0255	135
ANEXO 6 – OBRA TIPO - E0001	137
ANEXO 7 – RELATÓRIO DE INTERVENÇÃO 40LAC11AP001-M01	141
ANEXO 8 – OBRA TIPO - E0009	149
ANEXO 9 – RELATÓRIO DE INTERVENÇÃO 40PAC11AP001-M01	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Circuito de uma obra.....	4
Figura 2 - Localização no mapa do Centro de Produção de Eletricidade do Pego [4].....	9
Figura 3 - Área de implantação do Centro de Produção de Eletricidade do Pego [5].....	10
Figura 4 - Estrutura Acionista da TrustEnergy [3].	11
Figura 5 - Empresas responsáveis pela operação e manutenção do grupo TrustEnergy.	14
Figura 6 - Organograma hierárquico da Pegop [8].....	18
Figura 7 - KKS do motor 30PGB11AP001 -M01.	25
Figura 8 - KKS aplicado no analisador 30QUA80CQ004.	25
Figura 9 - KKS aplicado com abraçadeira na tubagem junto à válvula 30MAJ70AA202.	25
Figura 10 - <i>Layout</i> da página inicial do Q6 (retirado do programa Q6).....	26
Figura 11 - Menu Q6 (retirado do programa Q6).....	27
Figura 12 - <i>Layout</i> página inicial Maximo (retirado do programa Maximo).	28
Figura 13 - Menu do Maximo (retirado do programa Maximo).....	29
Figura 14 - Funcionamento da Central Termoelétrica a Carvão [11].....	32
Figura 15 - Localização dos sistemas SCR e WFGD [12].	35
Figura 16 - Circuito anterior e atual à instalação do novo sistema [12].....	36
Figura 17 - Estrutura da caldeira [11].....	37
Figura 18 - Moinho de carvão.	38
Figura 19 - Componentes de um moinho a carvão e o processo de moagem [11].....	39
Figura 20 - Turbinas a vapor [11].....	40
Figura 21 - Alternador.	40
Figura 22 - Condensador [11].....	41
Figura 23 - Circuito de água de refrigeração [11].	42
Figura 24 - <i>Faceplate</i> do grupo 30 no T3000 (retirado do T3000 Siemens).....	44
Figura 25 - Turbina a gás SGT5-4000F da Siemens [13].....	45
Figura 26 - Caldeira de recuperação de calor horizontal [13].	47

Figura 27 - Turbina a vapor [13].	47
Figura 28 - Gerador SGEN5 – 2000H.	48
Figura 29 – Transformador instalado na central de ciclo combinado.	50
Figura 30 - Tremonhas do economizador e aquecedores de ar regenerativo (retirado do programa Q6).	52
Figura 31 - Aquecedor de ar regenerativo [11].	53
Figura 32 - Silo de escórias (retirado do programa Q6).	54
Figura 33 - Equipamentos associados ao precipitador [11].	55
Figura 34 - Tremonhas do precipitador (retirado do programa Q6).	56
Figura 35 - Silo de transferência (retirado do programa Q6).	57
Figura 36 - Silos principais (90ETH10/20) e silo de arranque (90ETH01) (retirado do programa Q6).	58
Figura 37 - Equipamentos dos silos de cinza (90ETH10/20) e (90ETH01) (retirado do programa Q6).	59
Figura 38 - Pote de cinza dos precipitadores.	60
Figura 39 - Exemplo de uma RO (retirado do programa Q6).	62
Figura 40 - 1ª página da preparação de obra (retirado do programa Q6).	63
Figura 41 - 2ª página da preparação de obra (retirado do programa Q6).	64
Figura 42 - Requisição de material (retirado do programa Q6).	64
Figura 43 - Elaboração de uma ficha de segurança (retirado do programa Q6).	65
Figura 44 - Equipamentos consignados (retirado do programa Q6).	66
Figura 45 - Equipamentos agregados na obra (retirado do programa Q6).	67
Figura 46 - Abertura das válvulas de descompressão.	69
Figura 47 - Válvula de descompressão [15].	71
Figura 48 - Relé de Buchholz [15].	72
Figura 49 - Funcionamento relé Buchholz [16].	73
Figura 50 - Cela U do condensador do TT.	74
Figura 51 - Diagrama unifilar do sistema de transporte de energia [14].	75
Figura 52 - Travessia 1W partida.	76
Figura 53 - Chapa de características do transformador.	77
Figura 54 - Ferramenta para desmontagem do seccionador.	79
Figura 55 - Movimentação do transformador.	80

Figura 56 - Ligação hidráulica do transformador para o conservador.	80
Figura 57 - Interior do conservador.....	81
Figura 58 - Travessias em armazém.....	82
Figura 59 - Instalação de uma travessia.....	82
Figura 60 - Medições ao comutador de tomadas.....	83
Figura 61 - Depuradora.....	84
Figura 62 - Substituição da enclausura e o condensador da fase U.....	85
Figura 63- Equipamento para ensaios da Labelec.....	86
Figura 64 - Ângulo de defasamento 120° das tensões.....	86
Figura 65 - Conversor binário decimal (BCD).....	88
Figura 66 - Subida das temperaturas do transformador.....	88
Figura 67 - Cuba do comutador de tomadas.....	90
Figura 68 - Cuba da fase W.....	90
Figura 69 - Equipamentos utilizados para a realização do trabalho [20].	94
Figura 70 - Funcionamento do sistema [20].	94
Figura 71 - Espectro de densidade espectral de potência [20].	96
Figura 72 - Resumo da avaliação ao motor [20].	97
Figura 73 - Esquema elétrico dos TTs do lado esquerdo e TIs do lado direito [22].	97
Figura 74 - Ligações para a medição da tensão e corrente.....	98
Figura 75 - Relação de transformação TT e TI [22].	98
Figura 76 - Equipamento Artesis.....	99
Figura 77 - Ligações motores 400V.....	100
Figura 78 - Travamento no veio do motor.....	103
Figura 79 - Transporte a ser preparado.....	103
Figura 80 - Carga tapada com oleados.....	104
Figura 81 - Obra Maximo G202006192.....	105
Figura 82 - Ensaio ao circuito refrigeração [23].	105
Figura 83 - Chumaceira oxidada.....	106
Figura 84 - Obra Maximo G202100313.....	107
Figura 85 - Aspectos durante a beneficiação do motor [23].	107
Figura 86 - Pintura epóxi e montagem do rotor [23].	108
Figura 87 - Aspectos finais da beneficiação do motor [23].	108

Figura 88 - Alinhamento do motor com a bomba, com um equipamento da SKF.....	109
Figura 89 - <i>Faceplate</i> T3000 PAC11/PAC12 (retirado do T3000 Siemens).	110
Figura 90 - Condição de final de “pata-coxa” do motor ((do lado esquerdo) e Condição de alinhamento final motor/bomba (do lado direito) [24].	113
Figura 91 - Melhoria da estrutura e fixação do motor [24].	114

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Constituição do código alfanumérico KKS.....	24
Tabela 2 - Características técnicas do gerador SGEN5 – 2000H.	49
Tabela 3 - Características técnicas do transformador.	50
Tabela 4 - Abertura das três válvulas descompressão (programa alarmes da central a carvão).	70
Tabela 5 - Pressão normal de operação das válvulas descompressão.	70
Tabela 6 - Alarmes do escalão 1 e 2 do relé de Buchholtz (programa alarmes da central a carvão).	71
Tabela 7 - Tabela de características do transformador.	77
Tabela 8 - Nível global de vibrações [20].	95
Tabela 9 - Análise dos parâmetros elétricos [20].	96
Tabela 10 - Grau de severidade da anomalia [20].	100
Tabela 11 - Primeiro transporte para a IEME.....	102
Tabela 12 - Medições efetuadas antes e depois da correção [24].....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Corrente alternada
AP	Alta pressão
AT	Alta tensão
ATEX	Norma sobre atmosferas explosivas
BP	Baixa pressão
BT	Baixa tensão
CCGT	<i>Combined Cycle Gas Turbine</i>
CPEP	Centro de produção de eletricidade do pego
DC	Corrente contínua
FIT	Ficha individual do trabalhador
HGPI	<i>Hot Gas Path Inspection</i>
KKS	<i>Kraftwerk Kennzeichnen-System</i> – Sistema de Codificação para Centrais térmicas
LTC	<i>Load Tap-Changer</i>
MAT	Muito alta tensão
MCM	Monitorização de condição de motores elétricos
MP	Média pressão
ODAF	<i>Oil-Directed Air Forced</i>
ONAF	<i>Oil-Natural Air Forced</i>

ONAN	<i>Oil-Natural Air Natural</i>
PAC	Pedido de aquisição e compra
PPM	Partes por milhão
SFRA	<i>Sweep Frequency Response Analysis</i>
REN	Redes Energéticas Nacionais
tg	Tangente
THD	Distorção Harmónica Total
TI	Transformador de corrente
TT	Transformador de tensão
TV	Turbina a vapor

Codificação KKS

BAT	Transformador do gerador e respetivo sistema de ventilação
BFE	Auxiliares elétricos de baixa tensão
BMA	Auxiliares elétricos de baixa tensão socorridos
ETH	Silos de transferência
LAC	Sistema de bombagem água de alimentação
LCB	Bombas principais de extração de condensado
PAB	Circuito de água de arrefecimento
PAC	Sistema de bombagem água de circulação CAR
PGB	Circuito fechado água de refrigeração
UBA	Edifício dos auxiliares elétricos

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampere (unidade de medida da intensidade corrente)
bar	Unidade de medida de pressão
F	Farad (unidade de medida de capacidade de condensador)
H	Henry (unidade de medida de capacidade de bobina)
Hz	Hertz (unidade de medida de frequência)
Irms	Intensidade de corrente em valor eficaz (rms – <i>root mean square</i>)
kg	Quilograma (unidade de medida de massa)
Psi	Unidade de medida de pressão
R	Resistência elétrica
V	Volt (unidade de medida de tensão elétrica)
VAr	Unidade de medida de potência reativa
Vrms	Tensão elétrica em valor eficaz (rms – <i>root mean square</i>)
W	Watt (unidade de medida de potência)
Z	Impedância
°C	Graus celsius (unidade de medida de temperatura)
Ω	Ohm (unidade de medida de resistência elétrica)

1. INTRODUÇÃO

O relatório descreve o estágio realizado no âmbito da unidade curricular de Estágio do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica da Escola Superior de Tecnologia de Tomar (ESTT) do Instituto Politécnico de Tomar (IPT). O estágio decorreu na empresa Pegop – Energia Elétrica, S.A., localizada na cidade de Abrantes mais precisamente na freguesia do Pego. Empresa essa, que atualmente é a responsável pela operação e manutenção do Centro de Produção de Eletricidade do Pego (CPEP).

O estágio decorreu de 1 Julho de 2021 a 29 Abril de 2022, teve a duração de 1458 horas no total e este relatório descreve as funções por mim exercidas nesse período. Acrescenta-se aqui o facto de estar integrado no departamento de manutenção, tendo sobre mim a responsabilidade elétrica de uma determinada área da instalação, mais precisamente na central a carvão no transporte das cinzas volantes.

Durante esse período do estágio, foram realizados os mais variados trabalhos elétricos e mecânicos que foram bastante interessantes de acompanhar para enriquecer os meus conhecimentos. Desses, vou destacar dois mais à frente neste relatório, não por outros serem menos importantes, mas porque acompanhei estes mais ao pormenor. Vou referir uma avaria num transformador de 400/18kV do grupo 20. Foi necessário trocar esse mesmo transformador por outro de reserva num curto espaço de tempo e o grupo esteve indisponível para entrar na rede elétrica. O segundo trabalho que vou descrever mais ao pormenor é a preparação e realização da revisão geral do grupo 40 (HGPI), com especial foco nos motores elétricos.

1.1. Objetivos do estágio

Os objetivos do estágio foram vários, de uma forma geral conhecer as instalações da empresa, as pessoas com quem ia trabalhar e as metodologias de trabalho existentes.

Enumero alguns dos principais:

- Utilizar os programas de manutenção existentes na empresa, Q6 para a Central a Carvão e *Shared Services*, Maximo para a Central de Ciclo Combinado;
- Proceder à preparação de obras provenientes de requisição de obra;
- Elaboração de PACs;
- Perceber a documentação necessária para a entrada de entidades exteriores para a realização de atividades no interior do CPEP;
- Compreender o procedimento de consignações HSPR 106;
- Estudar e compreender o funcionamento dos equipamentos associados à Central a Carvão bem como da Central de Ciclo Combinado;
- Criar obras tipo para a realização de manutenção preventiva;
- Preparação e realização da revisão geral do grupo 40 (HGPI), com a responsabilidade técnica dos motores elétricos.

1.2. Estratégias de manutenção

A manutenção está presente no dia-a-dia nas mais diversas situações, sendo que é feita propositadamente ou inconscientemente. Com vista ao melhoramento dos métodos de manutenção foram criadas entidades que decidem normas para melhorar a segurança, qualidade, custo e a disponibilidade. De uma forma geral as normas são voluntárias, só se tornam obrigatórias caso haja legislação que determine o seu cumprimento. Mediante as estratégias e os objetivos traçados nas diversas áreas, poderá haver vantagens em não seguir um modelo normativo.

Em Portugal existe a Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (APMI) [1]. Tem como objetivo fomentar a divulgação da importância da Manutenção como fator do aumento da produtividade e competitividade das empresas promovendo, entre os seus associados, o conhecimento e a implementação das tecnologias, métodos e técnicas de manutenção que permitam assegurar a correta operacionalidade dos equipamentos, sistemas, instalações e edifícios, com vista a obter o máximo rendimento do investimento feito naqueles ativos, ao prolongar a sua vida útil e ao mantê-los em operação o máximo tempo possível.

A adoção de estratégias de manutenção adequadas, por forma a assegurar o funcionamento eficiente e económico das instalações, reveste-se de grande importância. Por estratégia de

manutenção entende-se o método de gestão utilizado com o fim de atingir os objetivos, designados e aceites, para as atividades de manutenção de uma organização. Consideram-se como principais estratégias de manutenção [2]:

- Manutenção curativa ou corretiva.
- Manutenção preventiva ou sistemática.
- Manutenção preventiva condicionada.

Manutenção curativa ou corretiva

A manutenção curativa é uma estratégia que assenta no princípio de que um bem deverá ser mantido em funcionamento até ao instante em que deixe de estar em condições de desempenhar a função esperada. Somente após o reconhecimento da falha se procederá às ações de reparação necessárias para que o bem possa voltar a desempenhar as funções esperadas [2].

A manutenção curativa é uma estratégia de carácter não preventivo, muito simples, com um custo fixo de implementação reduzido, e, por isso, algo ilusória do ponto de vista económico. A adoção deste tipo de estratégia permite que um pequeno defeito localizado se propague, até culminar numa situação de avaria total. Assim, os custos de reparação atingem valores mais elevados e potenciam-se situações graves do ponto de vista da segurança. Por outro lado, o carácter imprevisível inerente a esta estratégia pode resultar na ocorrência de avarias em alturas tais que os recursos, humanos e materiais, necessários, não se encontrem disponíveis e que o funcionamento das instalações fique comprometido [2].

As ações de manutenção corretiva sobre os equipamentos, são resultantes da elaboração de uma requisição de obra (RO) por qualquer colaborador Pegop.

Quaisquer destas ações são validadas pela área de planeamento passando-se a chamar Obras. No organograma da Figura 1 está representado resumidamente o circuito de uma obra.

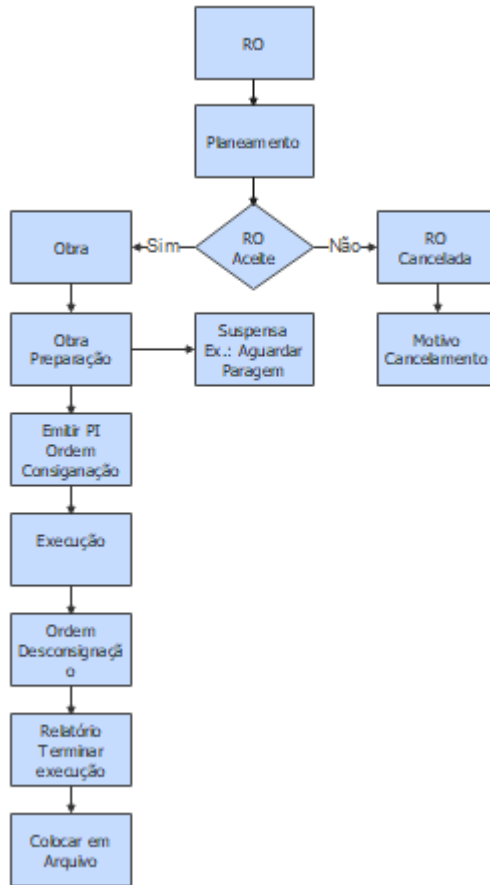


Figura 1 - Circuito de uma obra.

Manutenção preventiva ou sistemática

A manutenção preventiva ou manutenção sistemática, é desempenhada de acordo com intervalos regulares preestabelecidos, sem investigação prévia da condição do bem [2]. Nas intervenções de manutenção periódica realizam-se ações diversas, desde a substituição de componentes, à limpeza, com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um bem durante os intervalos considerados. Contudo, e apesar do avanço significativo em relação à manutenção curativa, a adoção da estratégia de manutenção preventiva não elimina a possibilidade de ocorrência de avarias entre cada intervenção. Simultaneamente, aponta-se o elevado tempo necessário para a inspeção em cada intervenção e o custo associado à substituição de um elevado número de componentes como sendo bastante onerosos em termos materiais e humanos. Não raras vezes, a adoção desta estratégia conduz à substituição de um considerável número de componentes ainda em perfeitas condições de funcionamento. Por outro lado, a frequente intervenção humana pode

traduzir-se numa maior incidência de erros e na conseqüente ocorrência de avarias que de outra forma não ocorreriam.

Manutenção preventiva condicionada

A manutenção condicionada é o que alguns autores designam por manutenção preditiva ou manutenção preventiva de condição [2]. Esta estratégia baseia as ações de manutenção, tomadas com o intuito de reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um bem, na análise da evolução do desempenho e/ou de parâmetros monitorizados. É, por isso, a estratégia que melhor se adapta ao carácter aleatório da ocorrência de anomalias. A aplicação de manutenção condicionada pressupõe a utilização de inspeções e métodos de diagnóstico que, por intermédio da monitorização de determinados parâmetros, permitam um conhecimento atualizado sobre o estado de um bem em geral ou sobre o estado de funcionamento dos equipamentos em particular e cuja subsequente análise abra a possibilidade de intervir em tempo oportuno para restabelecer condições de funcionamento, detetando as anomalias numa fase ainda incipiente do seu desenvolvimento.

Das três estratégias apresentadas [2], a manutenção condicionada é a que oferece maiores benefícios, mas simultaneamente, é a que apresenta maiores custos de implementação. Na consideração de um conjunto variado de fatores, a avaliação global custo/benefício, relativamente à implementação desta estratégia, constitui o fator preponderante de decisão, mas outros fatores, como a segurança das instalações, a complexidade e elevado custo dos equipamentos instalados ou a escassez de meios humanos, poderão influenciar na decisão. Outros fatores a ponderar são a disponibilidade de equipamentos de reserva, a existência de métodos de diagnóstico adequados à diversidade dos equipamentos e mecanismos típicos de ocorrência de avarias e a possibilidade da aplicação de tais métodos abranger todos os tipos de avarias suscetíveis de ocorrer. Comparativamente às outras duas estratégias, a manutenção condicionada apresenta vantagens, tais como:

- Os equipamentos poderão ser retirados de serviço e reparados na altura mais conveniente;
- Redução do tempo gasto na intervenção e da quantidade necessária de componentes de reserva, consequência da possibilidade de planear e programar as ações de

manutenção de acordo com a disponibilidade dos necessários meios materiais e humanos;

- Eliminação de efeitos secundários e consequente redução dos custos de reparação, resultantes de os defeitos serem detetados numa fase incipiente do seu desenvolvimento;
- Aumento significativo da fiabilidade e segurança das instalações;
- Eliminação do desperdício de equipamentos e componentes ainda em boas condições, bem como redução da interferência humana ao estritamente necessário;
- Controlo da eficiência de exploração das instalações, resultado da monitorização do funcionamento dos equipamentos. Apesar das vantagens enunciadas para a manutenção condicionada, e apesar das desvantagens apresentadas para a manutenção corretiva, esta última estratégia ainda é muito adotada e, por vezes, é-o independentemente do custo dos equipamentos ou da falta de duplicação de processos de importância vital, tal como se verifica para a maioria das instalações [2].

1.3. Estrutura do relatório

No capítulo 1 apresenta-se a introdução, sendo descrito o local da realização e os objetivos do estágio. Neste capítulo também são abordadas as estratégias de manutenção existentes, como elas estão implementadas na empresa e mais concretamente no departamento de manutenção da Pegop.

O capítulo 2 é sobre a empresa, destacando o local de implementação do Centro de Produção de Eletricidade do Pego (CPEP). Dá-se a conhecer a estrutura acionista da empresa e as suas subsidiárias.

No capítulo 3 são abordadas as centrais termoelétricas, com uma descrição das instalações do CPEP. É analisado o departamento de manutenção da Pegop, como está estruturado e implementado no organograma da empresa. Também são abordados temas importantes para o bom funcionamento da central, como o processo de consignações, a codificação KKS e os programas de manutenção utilizados. Por último, dá-se a conhecer a Central Termoelétrica a Carvão e a Central de Ciclo Combinado.

No capítulo 4 são identificadas as atividades desenvolvidas durante o estágio. Na gestão das cinzas volantes, os equipamentos associados, o seu funcionamento e os trabalhos realizados durante o estágio. Relata-se o incidente no transformador do grupo 20, a compreensão da causa e o acompanhamento na resolução do problema. Na revisão geral do grupo 40 dá-se a conhecer os trabalhos realizados nos motores elétricos numa ótica de manutenção preditiva e preventiva.

No último capítulo, relativo às conclusões é feita uma retrospectiva da realização do estágio, da sua importância no percurso académico e profissional do próprio.

2. A EMPRESA

O Centro de Produção de Eletricidade do Pego localiza-se a cerca de 150 km de Lisboa, na margem esquerda do Rio Tejo, nas freguesias do Pego e Concavada, a cerca de 8 km de Abrantes [3]. O ponto A da Figura 2 mostra a sua localização no mapa.

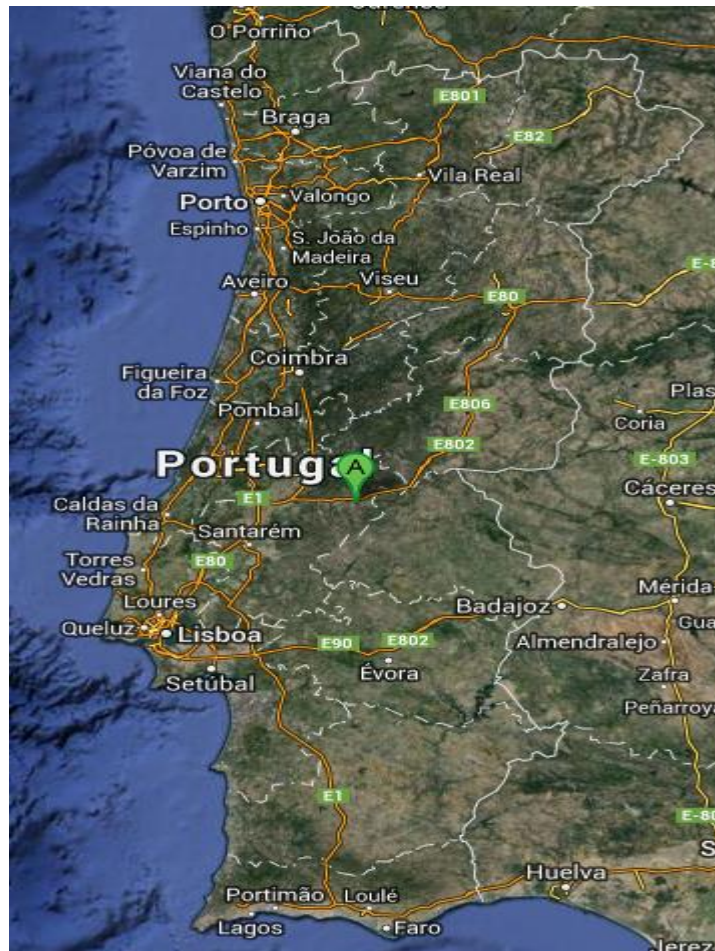


Figura 2 - Localização no mapa do Centro de Produção de Eletricidade do Pego [4].

Na Figura 3 está representada a área de implantação do Centro de Produção de Eletricidade do Pego. É possível observar os grupos a carvão, parque de carvão, aterro, os grupos de ciclo combinado e outros equipamentos afetos à central.



Figura 3 - Área de implantação do Centro de Produção de Eletricidade do Pego [5].

2.1. TrustEnergy

A TrustEnergy [3] é um grupo empresarial com uma forte presença no sector da energia em Portugal. Baseia a sua atividade na produção de eletricidade através da exploração de um portfólio diversificado de fontes de energia renovável e gás natural, possuindo ativos com fiabilidade e desempenho comprovados. Tem como objetivo produzir eletricidade de forma segura e eficiente, com o devido respeito pelo ambiente e a um preço competitivo. Para isso, gere um conjunto diversificado de ativos que combina os benefícios das energias renováveis e a flexibilidade e eficiência do gás natural.

Com uma capacidade instalada total de cerca de 3000 MW, a TrustEnergy [3] é o segundo maior *player* no sector elétrico nacional e o quarto no segmento eólico.

2.1.1. Estrutura Acionista

A TrustEnergy [3] é uma *joint-venture* (50%/50%) entre a ENGIE e a Marubeni, como ilustrado na Figura 4.

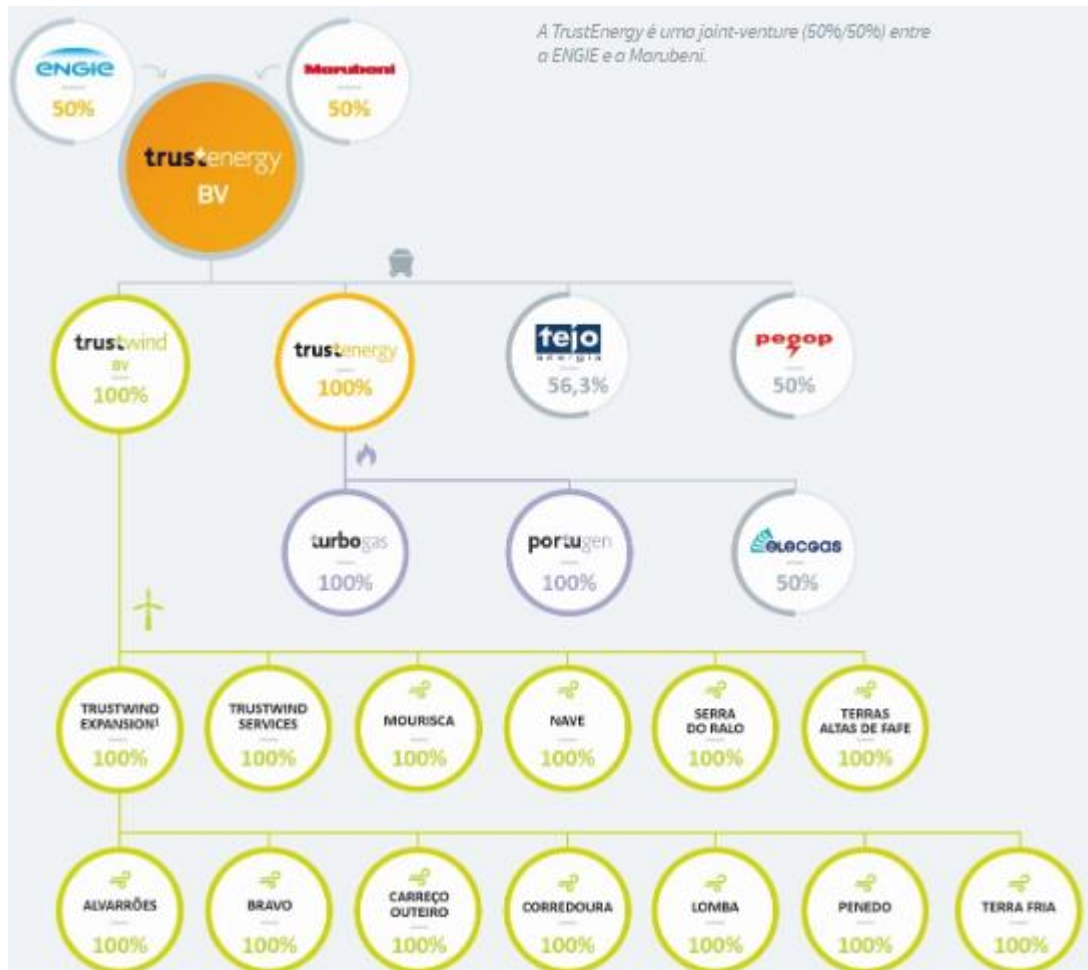


Figura 4 - Estrutura Acionista da TrustEnergy [3].

2.1.2. As Subsidiárias

TrustWind

A TrustWind [3] 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 de 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.

Turbogás

A Turbogás [3] 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 Turbogás é responsável pela gestão do contrato de compra de gás natural com a Transgás, do Contrato de Aquisição de Energia com a REN (*off-taker*) e do Contrato de Operação e Manutenção com a Portugén.

Tejo Energia

A Tejo Energia [3] 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 Tejo Energia é responsável pela gestão do Contrato de Aquisição de Energia com a REN (*off-taker*), o Contrato de Operação e Manutenção com a Pegop e do Contrato de Compra de Carvão com a CarboPego, bem como outros contratos relacionados com o projeto, assim como a gestão da relação com as instituições bancárias envolvidas, planeamento estratégico e relação com os acionistas.

ElecGás

A ElecGás [3] 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* EPC (*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 *Tolling* com a duração de 25 anos.

A ElecGás é responsável pelo contrato de *Tolling* com a Endesa Generación, bem como pelo contrato de Operação e Manutenção com a Pegop, entre outros relacionados com o projeto,

bem como a gestão da relação com instituições bancárias, planeamento e relação com acionistas.

2.1.3. Operação e Manutenção

No grupo TrustEnergy [3] as empresas responsáveis pela operação e manutenção são a TrustWind, Portugem e a Pegop, tal como se observa na Figura 5.

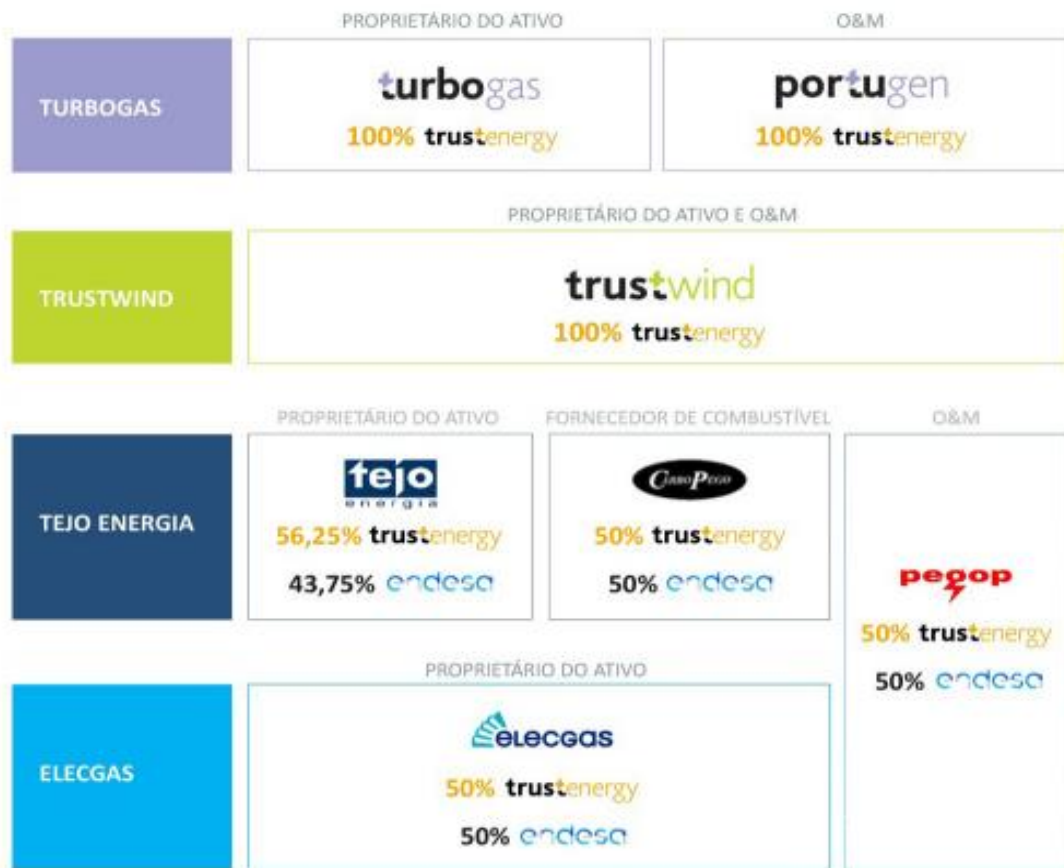


Figura 5 - Empresas responsáveis pela operação e manutenção do grupo TrustEnergy.

Pegop

A Pegop - Energia Elétrica, S.A, [4] assegura a exploração (manutenção e operação) do Centro de Produção de Eletricidade do Pego.

A Pegop foi criada especificamente para operar e manter a Central Termoelétrica do Pego (Carvão), em 1993, trabalhando apenas para um cliente, a Tejo Energia, proprietária dessa central. Com a construção da Central de Ciclo Combinado (Gás) em 2010, a atuação da Pegop foi alargada, passando também a assegurar a operação e manutenção desta, para um novo cliente, a ElecGas.

A Pegop [4] é responsável pela operação e manutenção da Central de Ciclo Combinado no seu dia-a-dia. A experiência acumulada nas áreas de produção, engenharia e recursos humanos assegura um funcionamento de excelência da central.

Todas as atividades da central são executadas respeitando os mais elevados padrões de segurança. Esta é uma das principais prioridades da Pegop e uma área onde ganhou numerosos prémios internacionais.

2.2. Endesa

A Endesa é uma empresa espanhola que atua na distribuição de gás natural e na geração e distribuição de energia elétrica. A empresa foi fundada em 18 de novembro de 1994 [6].

Em 2006 sofreu uma oferta não-solicitada de compra da E.On que o governo espanhol tentou bloquear por meio de restrições impostas pela Comissão Nacional de Energia (CNE) daquele país. Em 29 de novembro de 2006 a Comissão Europeia julgou ilegais todas as restrições impostas pela CNE. Em fevereiro de 2009 Endesa passou a ser controlada pela estatal italiana Enel.

Há mais de 20 anos no mercado português, a Endesa [7] desenvolve vários projetos de produção de energia e é uma das pioneiras no mercado liberalizado de eletricidade.

Em 2009, a Endesa aposta na comercialização nos segmentos do mercado doméstico e de pequeno negócio com potências contratadas entre os 3,45 e 20,7 kVA.

No mercado do gás natural, a Endesa disponibiliza a contratação de gás natural a clientes industriais em 2008 e a clientes domésticos com fornecimentos em Baixa Pressão dos escalões de consumo 1, 2, 3 e 4 desde 2015.

3. CENTRAIS TERMOELÉTRICAS

A situação da Central a Carvão do Pego atualmente é bem diferente, pois, finalizou a sua operação em novembro de 2021 estando neste momento a passar por um processo de descomissionamento. Durante o tempo de laboração estiveram a cargo da Pegop dois grupos a carvão, cada um com 314MW.

A Pegop é responsável pela operação e manutenção da Central de Ciclo Combinado no seu dia-a-dia, contando com dois grupos a gás natural, cada um com 415MW. A experiência acumulada nas áreas de produção, engenharia e recursos humanos assegura um funcionamento de excelência da central.

Um dos pontos mais importantes para a empresa é a segurança, daí ser importante conhecer e cumprir com todos os procedimentos exigidos. Refiro o comportamento para estar na instalação, farda de trabalho e EPIs mas também outros procedimentos de segurança que se deve ter em conta na realização dos trabalhos.

Saber o que é o processo de consignações e que cada obra que segue para execução leva sempre em anexo uma ficha de segurança para ser cumprida. De acordo com o trabalho a executar, a ficha de segurança pode ser mais ou menos complexa, dependendo se existirem trabalhos em altura, em espaços confinados ou trabalhos a quente por exemplo.

Numa fase inicial foi imprescindível conhecer de um modo geral as instalações da Central a Carvão e Central de Ciclo combinado, onde os principais equipamentos se situavam e com o passar do tempo aprofundar e consolidar esses conhecimentos. Foi dada especial atenção aos equipamentos elétricos, mas sem nunca descurar a parte mecânica porque é importante ver os sistemas como um todo para os compreender melhor neste tipo de instalações.

3.1. Departamento de manutenção da PEGOP

Nos cerca de 30 anos em que a Central a Carvão esteve no ativo, muitas mudanças foram acontecendo, os primeiros anos foram de desafios por um maior ou menor conhecimento dos

equipamentos, mas com o passar do tempo os planos de manutenção existentes foram sendo melhorados e reavaliados sob a alçada do gabinete de métodos e planeamento da responsabilidade do chefe de Engenharia e Planeamento como mostra a Figura 6.

Os planos de manutenção foram sendo revistos, ou porque não havia a necessidade das preventivas terem aquela periodicidade, devido ao bom estado do equipamento entre preventivas ou já numa fase final da Central a Carvão devido à menor utilização da central e à incerteza quanto à sua continuidade. Sem nunca pôr em causa o bom funcionamento dos equipamentos, a segurança das pessoas e a disponibilidade do grupo produtor.

Na central de ciclo combinado por sua vez, sendo os mesmos intervenientes da central a carvão estes procedimentos foram mantidos, tendo um programa de manutenção diferente, mas a essência do planeamento é o mesmo.

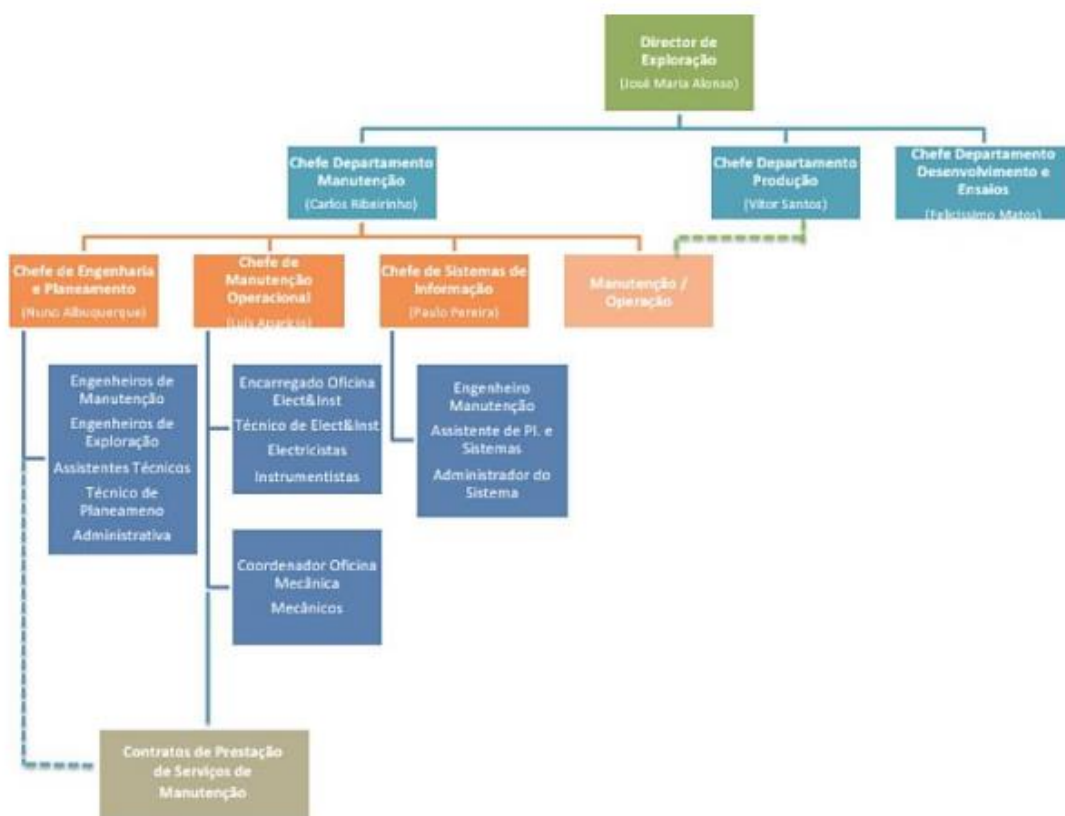


Figura 6 - Organograma hierárquico da Pegop [8].

Todas as intervenções a realizar num sistema/equipamento são acompanhadas da respetiva obra-tipo, a qual contém todas as informações importantes sobre os trabalhos a realizar, independentemente de se tratar de uma obra-tipo de beneficiação ou revisão.

Geralmente as obras-tipo de beneficiação estão associadas a paragens curtas e as obras-tipo de revisão estão ligadas às paragens maiores que acontecem geralmente a cada 25000 h, e são intervenções mais profundas.

A atividade realizada no Departamento de Engenharia e Planeamento é também suportada por outros instrumentos de suporte à manutenção, como é o caso da codificação KKS [9], bastante importante para identificação dos ativos existentes.

De salientar também que tudo o que é realizado fica registado nos programas de manutenção. É de extrema importância existir um histórico da quantidade de vezes que determinado equipamento está a ser intervencionado por manutenção corretiva, se existe a necessidade de abrir uma requisição de obra para um equipamento quando vai ter uma preventiva próxima ou mesmo se nas últimas intervenções no equipamento houve consumo de artigos de armazém.

3.2. Processo de consignações

O processo de consignação [10] de um equipamento garante a segurança de pessoas e bens, devendo estar bem assimilado por todos os intervenientes no processo. O processo aqui mencionado apenas se refere à situação normal ou de cruzeiro, para a situação de paragem tem algumas nuances.

Chefe de trabalhos

É responsável por solicitar a consignação do equipamento que se pretende intervencionar, assumindo a responsabilidade da área da instalação onde decorre o trabalho, durante o tempo em que aquele se realiza. O Chefe de Trabalhos [10] deverá ainda verificar se todas as manobras constantes da Autorização de Trabalho foram executadas.

Devido à implementação da solução de múltiplo bloqueio, deverá ainda efetuar o bloqueio, por meio de cadeado próprio, das alimentações elétricas de 400kV, 20kV, 18kV, 6kV, 690V, 400V, 220V, 110V e 24V constantes nas manobras de consignação da AT.

Chefe de consignação

É o responsável pela emissão e/ou impressão da AT e pelas condições de segurança que decorrem das manobras de consignação preconizadas/executadas.

Decide da oportunidade da execução das manobras de consignação face às realidades de exploração do momento, assim como da necessidade de envolvimento da Segurança conforme o tipo de consignação [10].

Agente de consignação

É responsável pela execução, sinalização e bloqueio das manobras indicadas nas manobras de consignação da AT/FC, de acordo com a coordenação efetuada pelo Chefe da Consignação [10].

Pedido de instalação (PI)

O PI é o documento a emitir pelo Departamento de Manutenção, resultante de uma obra Fortuita ou Sistemática, sempre que seja necessário realizar um trabalho que pela sua natureza interfira com a instalação ou parte da instalação afeta ao processo de exploração. A Satisfação de um PI [10] conduz à emissão de uma Autorização de Trabalho/Ficha de Consignação no estado de 'Pendente' (processo automático efetuado pelas aplicações Q6 e Maximo).

Este documento, PI, emitido pela Manutenção, sob a forma de écran do Q6 ou do Maximo, é composto pelos seguintes campos:

Número de Obra

- Número da Requisição de Obra que lhe deu origem.

KKS

- Identifica de forma clara o equipamento ou instalação objeto da intervenção (KKS [9] e designação de acordo com a Nomenclatura dos Bens Patrimoniais).

Descrição do Trabalho

- Descreve de forma sucinta o tipo de trabalho a realizar.

Elaboração \ Emissão

- Identifica os responsáveis pela elaboração e emissão do PI, e datas destas operações.

Estado da Instalação

- Campo que descreve o estado da instalação a consignar, e que para efeitos de facilidades introduzidas pela informatização do processo.

Códigos para o estado da instalação

- ID (Indiferente) Todas as situações em que, para a realização do trabalho não sejam necessárias quaisquer manobras, devido à ausência de tensões ou fluidos nos equipamentos em que se processa o trabalho;
- CG (Consignação Geral) Todas as situações em que se torna necessário garantir a total ausência de tensões e fluidos na zona de trabalho. Por limite da zona consignada, deve entender-se toda a zona limitada pelos órgãos de corte/isolamento, adjacentes ao equipamento designado no KKS da consignação/PI;
- CEI (Consignação Elétrica de Imobilização) Todas as situações em que seja necessário garantir a ausência de qualquer manobra do equipamento;
- CEG (Consignação Elétrica Geral) Todas as situações em que seja necessário garantir a total ausência de quaisquer tensões elétricas, no equipamento em intervenção;
- CQS (Consignação de Quadro Elétrico sem acesso à cela de entrada) Permite a realização de trabalhos em todo o quadro, com exceção das celas de entrada e de interligação;
- CIS (Consignações de Isolamento ou Simulação) Aplica-se a trabalhos de Controlo e Instrumentação, não havendo manobras de órgãos, mas podendo ser necessário a realização de simulações, que ficarão a cargo da Manutenção;

- * (Consignação asterisco) Utilizada em situações muito específicas e em condições particulares de exploração, em que seja necessário a elaboração de uma consignação adaptada a essas condições e quando os estados da instalação anteriores não sejam os adequados. O PI deve definir claramente o tipo de trabalho a ser executado e a AT as condições particulares de exploração.

Consignação

A consignação é o processo [10] através do qual se garante a segurança de pessoas e bens, bem como a transferência temporária da responsabilidade sobre uma instalação ou equipamento, da entidade que normalmente a detém (Produção), para outra que a solicitou (Manutenção), retornando à posse da primeira, após o espaço de tempo durante o qual decorreram e se deram por concluídos os trabalhos relativos a essa instalação, ou equipamento e ao abrigo deste processo.

Execução dos trabalhos

É a ação [10] de intervenção sob a responsabilidade do Departamento de Manutenção, no equipamento em causa, e que decorre durante o espaço de tempo em que a Autorização de Trabalho fica na posse da Manutenção e a Ficha de Consignação na posse da Produção. Durante este período a responsabilidade sobre a instalação passa para o detentor da Autorização de Trabalho.

Desconsignação

Processo que envolve a desconsignação [10] do equipamento conduzindo ao retorno da instalação para a responsabilidade da entidade que normalmente a detém (Produção), podendo, conforme as necessidades, reintegrá-la ou não no ciclo normal de produção.

Autorização de Trabalho/ Ficha de Consignação (AT / FC)

É o documento onde se estabelecem as condições, meios e ações a efetuar pela entidade responsável pela Operação dessa área, que garantem todas as condições de segurança de pessoas e equipamentos para a realização do trabalho referido no PI. Identifica os intervenientes nos processos de Consignação, Execução do Trabalho e Desconsignação, assim como garante a transferência da responsabilidade sobre a instalação para a entidade que solicita o trabalho e que o vai realizar. Para minimizar a possibilidade de erro humano, é também identificada a área, por intermédio da cor do papel onde é impresso a AT [10].

Situação normal ou de cruzeiro

Nos trabalhos a executar, nas instalações cuja operação é feita diretamente pela Pegop ou nas instalações cuja operação ou manutenção se encontre concessionada, será aplicável o procedimento descrito, cujas fases principais são as seguintes [10]:

Circuito da Autorização de Trabalho (AT/FC)

- Emissão do PI;
- Satisfação do PI / Emissão da AT/FC;
- Ordem de Consignação;
- Consignação do Equipamento;
- Execução dos Trabalhos;
- Desconsignação;
- Arquivo da AT.

3.3. Codificação KKS

É um sistema único de identificação uniforme que cobre todas as aplicações envolvidas no planeamento, construção e operação de centrais elétricas. Nenhum outro meio permite uma comunicação universal entre todas as partes envolvidas num determinado projeto e realizando trabalhos extremamente diversos em diferentes locais da instalação.

O Centro de Produção de Eletricidade do Pego utiliza o sistema KKS [9] que permite identificar um equipamento e o seu respetivo local na instalação a partir do seu código. O código KKS [9] é um código alfanumérico constituído por 12 caracteres divididos em 4 grupos, como se mostra na Tabela 1.

Tabela 1 - Constituição do código alfanumérico KKS.

1ºGrupo		2ºGrupo			3ºGrupo		4ºGrupo				
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 90 ou 00.

O 2º grupo (três letras) identifica o sistema. Para identificar o transformador as letras utilizadas são BAT.

O 3º grupo (dois números) indica a linha do sistema. Se o código for 20BAT10 está-se a mencionar o transformador 1 do grupo 20.

O 4º grupo (duas letras e três números) identifica o tipo de equipamento e o número do equipamento na linha. Se o código KKS [9] for 20BAT10CP001 está a mencionar o 1º sensor de pressão da 1ª válvula descompressão transformador principal.

Se a identificação for de um motor de uma bomba ou uma electroválvula é acrescentado – M01 ao código KKS [9] como está indicado na Figura 7.



Figura 7 - KKS do motor 30PGB11AP001 -M01.

A Figura 8 mostra o analisador de oxigénio e a sua respetiva designação KKS [9].



Figura 8 - KKS aplicado no analisador 30QUA80CQ004.

A Figura 9 representa uma válvula de retenção e a sua respetiva designação KKS [9].

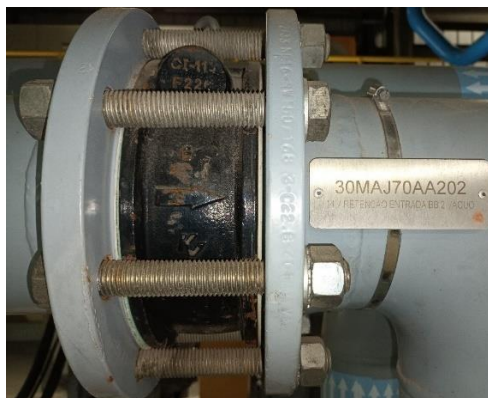


Figura 9 - KKS aplicado com abraçadeira na tubagem junto à válvula 30MAJ70AA202.

3.4. Programa de manutenção Q6

Este programa de manutenção foi desenvolvido pelos sistemas de informação da Pegop e foi sujeito a *upgrades* ao longo do tempo, inicialmente teve a designação de Q5. É o programa utilizado pela Central a Carvão e pelos *Shared Services*. O *layout* da página inicial é ilustrado na Figura 10, sempre que o utilizador tem alguma obra em preparação, PACs para validar, ou inquéritos para responder aparece logo nesta primeira página.

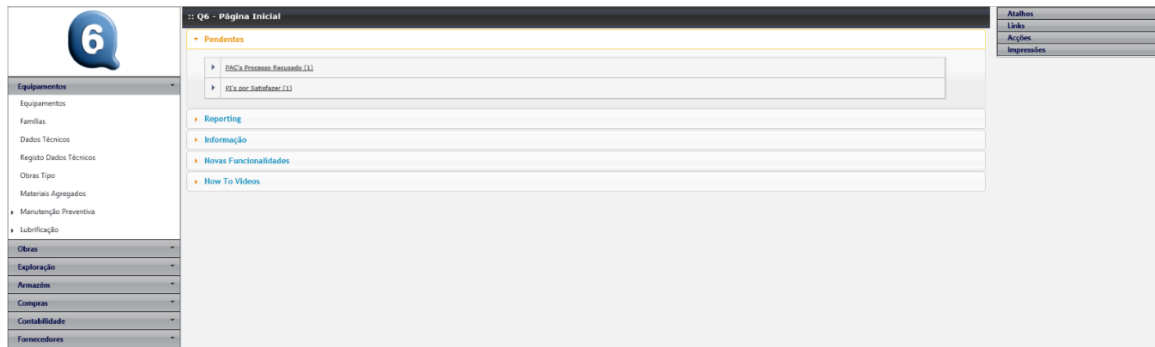


Figura 10 - *Layout* da página inicial do Q6 (retirado do programa Q6).

Esse *software* de gestão foi sofrendo atualizações ao longo dos anos, sendo hoje denominado Q6, tem como grandes vantagens a possibilidade de controlar a manutenção dos equipamentos existentes, obter informação através do armazém, obter históricos dos equipamentos arquivar desenhos dos equipamentos e da instalação, ter acesso às obras (que já decorreram, que estão a decorrer e que aguardam o seu início), etc.

Não sendo o intuito deste relatório descrever ao pormenor os programas de manutenção, enumeram-se alguns dos *links* mais utilizados durante a realização deste estágio. O menu do Q6 está representado na Figura 11.

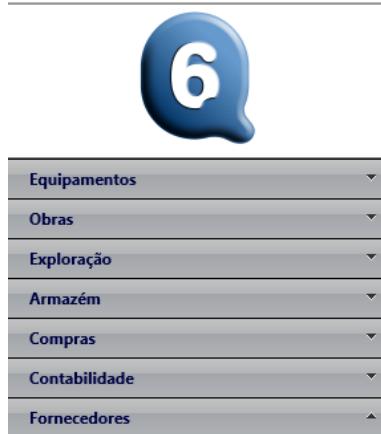


Figura 11 - Menu Q6 (retirado do programa Q6).

No menu do Q6 representado na Figura 11 é possível aceder aos seguintes submenus:

Equipamentos

- Aceder a um equipamento específico pelo seu KKS ou descrição;
- Dados técnicos;
- Obras tipo;
- Manutenção preventiva.

Obras

- Requisição de obra (Elaborar, Emitir.);
- Obras (Distribuição, Execução, Iniciada, Arquivo.);
- Relatórios.

Exploração

- Pedidos de instalação (Emitidos, Virtuais, Satisfeitos.);
- Gestão de equipamentos consignados;
- Equipamentos consignados.

Armazém

- Requisições de material (Elaborar, Estado da requisição, Histórico, Movimentos, Relação KKS – Artigo.);
- Inquérito à recuperação.

Compras

- Catálogo bens/serviços;
- PACs (Elaboração/emissão, Aprovação, Estado do PAC, GL-Codes, Receção de serviços.);
- Compras.

3.5. Programa de manutenção Maximo

Este programa de manutenção foi adquirido à IBM pela ElecGás, apenas é utilizado pela Central de Ciclo Combinado. A página inicial tem o seguinte *layout* como mostra a Figura 12, sendo personalizável pelo utilizador (podendo colocar atalhos para uma utilização mais rápida e objetiva).

BO n.º	Localização	Equipamento	Anomalia	Status	Status Date	Elaborado por	Elaborado em
016426	40SAM204H003		Interruptor On/Off danificado	FECHADA	04-12-2020 15:10	RALMA	19-11-2020 11:33
016404	40MAL710A001			FECHADA	27-09-2021 13:59	RALMA	18-12-2020 14:13
016405	40P0811AP001			ACEITE	11-12-2020 9:03	RALMA	18-12-2020 14:32
016406	40P0811AP001			ACEITE	11-12-2020 9:07	RALMA	18-12-2020 14:39
016407	40P0812AP001			ACEITE	11-12-2020 9:05	RALMA	18-12-2020 14:42
016408	40LCA10AP001			ACEITE	11-12-2020 9:06	RALMA	18-12-2020 14:46
016409	40MAV11AP001			FECHADA	18-03-2021 16:09	RALMA	18-12-2020 14:54
016401	40MAV12AP001			FECHADA	20-02-2021 18:38	RALMA	18-12-2020 15:00
016402	40MAV13AP001			FECHADA	05-03-2021 19:09	RALMA	18-12-2020 15:06
016403	40SAM204H001			FECHADA	17-02-2021 18:28	RALMA	18-12-2020 15:11
016404	40SAM204H002			FECHADA	03-03-2021 19:28	RALMA	18-12-2020 15:29
016405	40SAM204H003			FECHADA	15-03-2021 22:13	RALMA	18-12-2020 15:31
016555	90KEX12CP001			FECHADA	31-12-2020 10:45	RALMA	29-10-2020 12:33
016556	30EK060			FECHADA	31-12-2020 10:40	RALMA	28-12-2020 12:26
016642	40G0M12AP001.A01			FECHADA	05-04-2021 14:07	RALMA	04-02-2021 20:23
016651	40G0M13AP001.A01			FECHADA	25-02-2021 10:28	RALMA	05-02-2021 19:21
016656	40MAL710A001.A01			FECHADA	27-02-2021 11:30	RALMA	07-02-2021 17:25
016783	40URA			FECHADA	17-06-2021 16:16	RALMA	04-03-2021 12:19
016789	40LXK11AP001.A01			FECHADA	21-04-2021 11:47	RALMA	05-03-2021 12:57
016778	40LXK12AP001.A01			FECHADA	21-04-2021 12:28	RALMA	05-03-2021 13:02

Figura 12 - *Layout* página inicial Maximo (retirado do programa Maximo).

Este programa (da mesma forma que o Q6) também tem inúmeras funcionalidades, sendo descritas algumas das mais utilizadas durante a realização deste estágio. O menu do Maximo está representado na Figura 13.

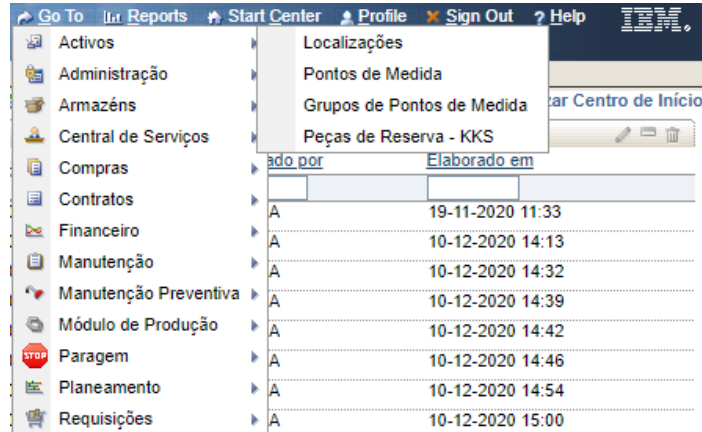


Figura 13 - Menu do Maximo (retirado do programa Maximo).

No menu do Maximo representado na Figura 13 é possível aceder aos seguintes submenus:

Ativos

- Localizações por KKS ou descrição do equipamento;
- Peças de reserva – KKS.

Armazéns

- Requisição de armazém;
- Gestão de requisição de armazém;
- Gestão de artigos;
- Requisições Pegop.

Compras

- PACs;

- Encomendas;
- Receções;
- Consultas de mercado;
- Catálogo de bens e serviços.

Manutenção

- Obras;
- Requisições de obra;
- Manutenção preventiva;
- Propostas de manutenção preventiva.

Produção

- Pedidos de instalação;
- Códigos de pedidos de instalação;
- Autorização de trabalho.

Paragem

- Consignações chave;
- Consignações mestras;
- Obras de paragem.

Planeamento

- Obras tipo;
- Segurança (Riscos, Precauções, Ficha de consignação tipo, Fichas de segurança.);

Requisições

- Requisições de obra (Criar requisição de obra, Visualizar requisições de obra.).

3.6. Central Termoelétrica a Carvão

Inicialmente construída pela empresa pública Eletricidade de Portugal (EDP), a Central Termoelétrica do Pego foi posteriormente vendida em 1993 a um consórcio internacional, constituindo, nesse ano, a maior transação de capitais a nível europeu.

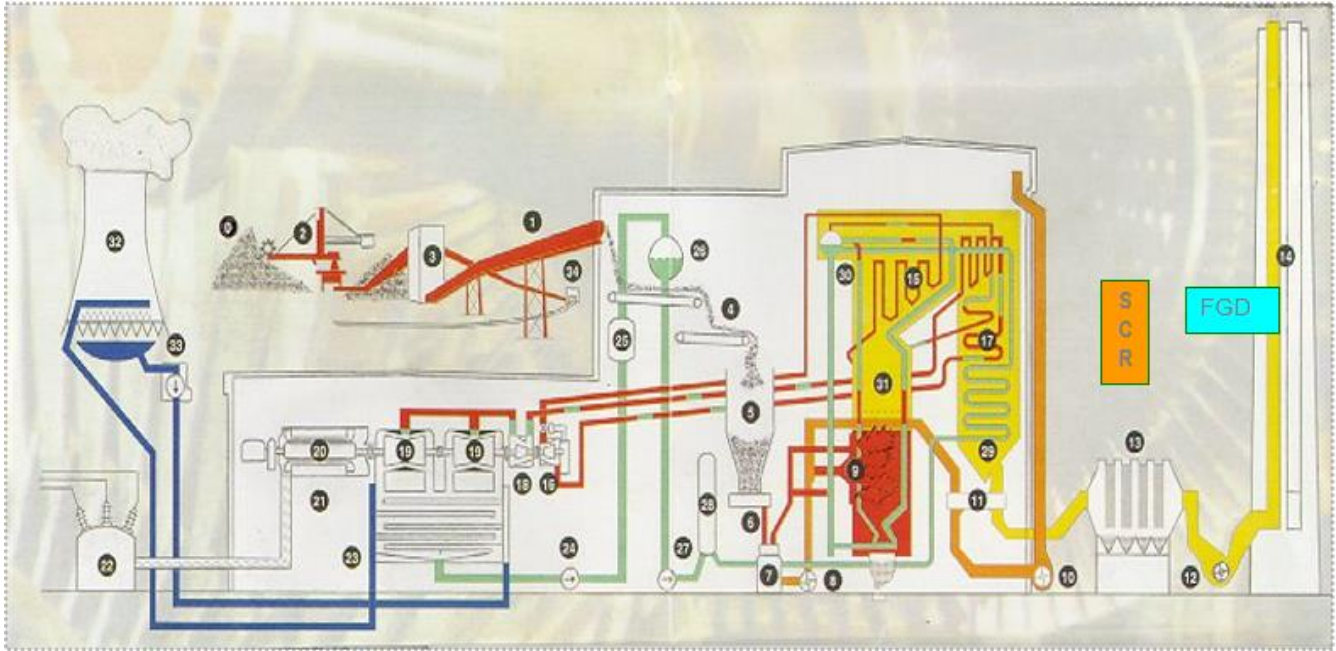
A Central tornou-se assim propriedade de capitais ingleses (National Power), espanhóis (Endesa), franceses (EDF) e portugueses (EDP). Este consórcio formou três empresas: a Tejo Energia S.A, empresa mãe; a Carbo-Pego S.A, empresa responsável pela compra e transporte do carvão; e a Pegop S.A, empresa responsável pela exploração da instalação.

A exploração da Central esteve assente num contrato com a REN denominado por *Power Purchase Agreement* (PPA). O PPA obrigava a que num período de 15 anos a Central só entrava na rede quando a Rede Elétrica Nacional o indicar. Esta fá-lo através de um despacho nacional. O pagamento do serviço prestado pela Central e considerado no PPA obedece a duas modalidades: uma referente aos custos de produção da energia em si; outra referente à capacidade de, a qualquer momento, poder produzir energia. Esta capacidade é decretada pela Central em termos percentuais e é conhecida por ‘disponibilidade’. Estão também contempladas penalizações em caso de violação dos compromissos assumidos por ambas as partes.

Embora concebida para albergar quatro grupos geradores de energia elétrica, a Central Termoelétrica do Pego esteve apenas dotada de dois grupos. Com uma potência nominal máxima de 314MW, debita à saída, por cada grupo, uma potência de 289 MW.

3.6.1. Funcionamento da Central Termoelétrica a Carvão

A Central Termoelétrica do Pego [11] é constituída por dois grupos com um funcionamento similar e que, de uma forma genérica, está de acordo com seguinte diagrama da Figura 14.



- | | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| 0- Pilha de carvão | 12- Ventilador de tiragem induzida | 24- Bomba de extração de condensado |
| 1-Transportador carvão | 13- <u>Despoeirador electrostático</u> | 25- Pré – aquecedor de baixa pressão |
| 2- Máquina combinada | 14- Chaminé | 26- Tanque água de alimentação |
| 3-Torre de transferência | 15- <u>Sobreaquecedor</u> | 27- Bomba de água de alimentação |
| 4-Transportador de alimentação dos silos | 16-Turbina – corpo de alta pressão | 28- Pré aquecedor de alta pressão |
| 5- Silo de Carvão | 17- <u>Reaquecedor</u> | 29 – Economizador |
| 6- Alimentador de carvão | 18- Turbina – corpo de média pressão | 30 - Barrilete |
| 7- Moinho de carvão | 19- Turbina – corpo de baixa pressão | 31 - Caldeira |
| 8- Ventilador de ar primário | 20- Alternador – rotor | 32 - Torre de refrigeração |
| 9- Queimadores | 21- Alternador – estator | 33 - Bomba de água de refrigeração |
| 10 - Ventilador de ar secundário | 22- Transformador principal | 34 - Descarga ferroviária |
| 11- Aquecedor de ar regenerativo | 23- Condensador | |

Figura 14 - Funcionamento da Central Termoelétrica a Carvão [11].

O carvão mineral, com uma granulometria de 50 mm (na compra), é a matéria-prima usada na Central Termoelétrica do Pego. É adquirido no mercado internacional e transportado desde o porto de Sines até à central por via ferroviária, onde é descarregado para uma tremonha de receção. De seguida, o carvão ou é armazenado em parque ou é diretamente

transportado para o grupo. No parque existe uma máquina de retoma, responsável pela retoma do carvão para o grupo e pelo empilhamento do carvão no próprio parque.

As distâncias físicas entre a receção do carvão, o parque e os silos são vencidas por meio de sistema de telas transportadoras. O carvão contido nos silos do grupo, a ser queimado, passa por dois componentes: Alimentadores de carvão, cuja função é pesarem o carvão e transportá-lo para os moinhos. Nos moinhos o carvão é seco e reduzido a uma granulometria de 0.09 mm, para assegurar uma combustão o mais completa possível na câmara de combustão da caldeira.

Para realizar a combustão, é necessário o elemento comburente, que neste processo é o ar. O ar quente circulante na parte superior do edifício da caldeira, ar secundário, é aspirado pelos ventiladores de ar secundário, passando pelos aquecedores de ar regenerativo onde sofre um aumento de temperatura. Uma parte deste ar é conduzida para os queimadores, a outra parte é impulsionada pelos ventiladores de ar primário e enviado para os moinhos com a função de secar o carvão previamente pulverizado, transportando-o posteriormente em suspensão para os queimadores. Por fim, o carvão pulverizado é inflamado e queimado na câmara de combustão da caldeira, constituída por painéis tubulares onde circula água. Esta água é aquecida por radiação e convecção de calor, resultando vapor, separado da mesma ao nível do barrilete.

O vapor, proveniente do barrilete, é aquecido no sobreaquecedor a uma temperatura de 535°C e pressão de 162 bar e enviado para a turbina de alta pressão (TAP). O vapor na turbina é submetido a sucessivas expansões, através das pás que fazem rodar o veio a uma velocidade de 3000 rpm, diminuindo a pressão e a temperatura parte da sua energia térmica é assim transformada em energia mecânica. Depois de uma primeira expansão, o vapor, a uma pressão de 44 bar, volta à caldeira para o reaquecedor, sendo novamente expandido na turbina de média pressão (TMP), o último estágio de expansão feito na turbina de baixa pressão (TBP), escoando-se por fim para o condensador.

À turbina esta associado um alternador (rotor e estator) que converte a energia mecânica em energia elétrica. A potência produzida a 18kV e depois elevada para 400kV, por um transformador principal com a potência nominal de 340MVA, fornecendo cada grupo 289 MW à rede nacional de energia para distribuição aos consumidores.

No condensador o vapor vindo da TBP é condensado e a água resultante é retirada por meio de uma bomba de extração de condensados, passando sucessivamente por vários sistemas: pré-aquecedores de baixa pressão, desgaseificador, tanque de água de alimentação, bomba de alimentação, pré-aquecedores de alta pressão.

A água que refrigera o condensador é denominada água de circulação. Esta água é aspirada das bacias de retenção das torres de refrigeração e bombeada através de bombas de circulação. Quando a água sai do condensador tem uma temperatura elevada, resultado da transferência de calor, pelo que é pulverizada nas torres de refrigeração e ao entrar em contacto com ar que aí circula, arrefece. O ar, no entanto, arrasta algumas gotículas de água que se veem aparecer no cimo das torres como uma nuvem de vapor. Como se perde uma parte da água de refrigeração, por evaporação, para repor esta mesma quantidade, retira-se água do rio.

Por outro lado, os gases resultantes da combustão transferem parte do seu calor ao ar secundário e primário na passagem pelos aquecedores de ar regenerativo, que comunicam com a câmara de convecção, constituinte da caldeira (constituída por painéis de vapor sobreaquecido e reaquescido).

Estes gases contêm cinzas, as quais se fixam nos despoiradores eletrostáticos. Estas cinzas são conduzidas por via pneumática para um pote, onde são armazenadas até serem levadas para o local de destino, nomeadamente para uso na indústria cimenteira.

Os fumos resultantes, depois de libertados das cinzas, são aspirados pelos ventiladores de tiragem induzida e lançados na atmosfera pela conduta principal da chaminé. Como resultado da combustão do carvão, existem também as escórias, matérias pesadas, que caem para o fundo da caldeira (cinzeiro que contem água), transportadas para um silo próprio e daí por um camião para um aterro no próprio estacionamento da Central, onde ficam depositadas.

Para obedecer à nova legislação ambiental [12], a nível de poluição atmosférica, a central teve de reduzir as suas emissões para os seguintes valores máximos:

- $\text{SO}_2 \leq 200\text{mg/Nm}^3$;
- $\text{NO}_x \leq 200\text{mg/Nm}^3$;
- Partículas $\leq 50\text{mg/Nm}^3$.

Para a obtenção destes valores de emissões, a Tejo Energia optou pela instalação de um sistema de redução catalítica para a redução do NO_x (SCR) e um sistema de dessulfuração por via húmida (WFGD) [12]. Na Figura 15 está representado o sistema SCR e WFGD.



Figura 15 - Localização dos sistemas SCR e WFGD [12].

A implementação destes novos sistemas levou a alterações na instalação, na Figura 16 está ilustrado o circuito anterior e atual à instalação do novo sistema. Neste sistema destacam-se as seguintes etapas:

SCR - Redução Catalítica Seletiva

Reação:

- O processo de redução catalítica seletiva de gases de combustão reduz os óxidos de azoto (NO_x) a azoto molecular (N₂) e água (H₂O);
- O NO_x decompõe-se quando reage com um agente redutor, normalmente amoníaco (NH₃), na presença de um catalisador.

FGD - Dessulfurização de gases de combustão

Reação:

- Num sistema de dessulfuração com calcário húmido, ocorre uma série complexa de reações;
- Dessas reações químicas resulta um subproduto, o gesso.

Instalação:

- Cada um dos grupos da central terá um absorvedor dedicado para tratamento dos respectivos gases de combustão;
- Na preparação do calcário, para posterior reação com os gases de combustão, existe uma unidade comum aos dois grupos.

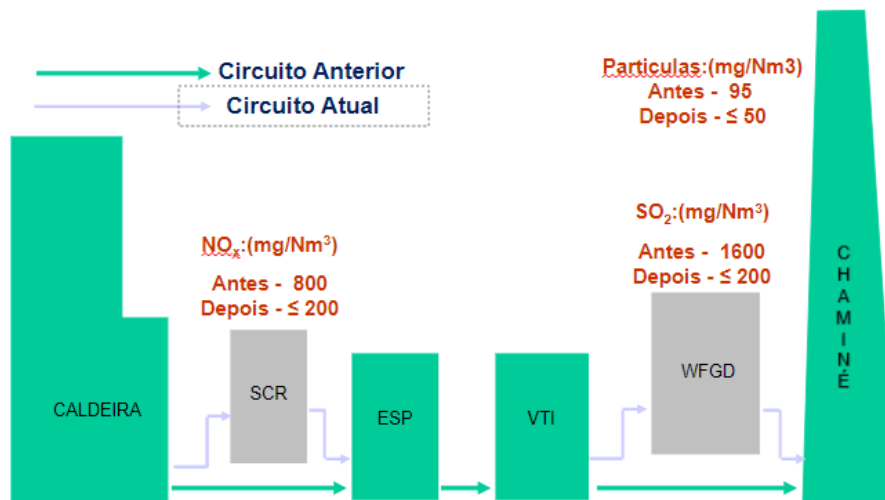


Figura 16 - Circuito anterior e atual à instalação do novo sistema [12].

3.6.2. Equipamentos da Central Termoelétrica a Carvão

Neste capítulo vão ser descritos alguns dos equipamentos que constituem a Central a Carvão do Pego. Entre eles destacam-se, a Caldeira, Moinhos de Carvão, Turbinas a Vapor, Alternador e Condensador.

Caldeira

Em termos simplificados a caldeira [11], representada na Figura 17, pode ser fisicamente comparada a um enorme caixote paralelepípedo, forrado com tubos, soldados entre si, por onde circula água. Tem como função transformar a energia química, água, em energia calorífica, na forma de vapor. Chegado a este estado, o vapor será levado e introduzido nas turbinas onde desempenhará o seu papel no acionamento das mesmas.

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. O facto de os tubos estarem soldados entre si deve-se, além da questão prática, à existência de diferentes temperaturas ao longo da caldeira. Face a essa diferença de temperaturas os tubos têm de apresentar diferentes características.

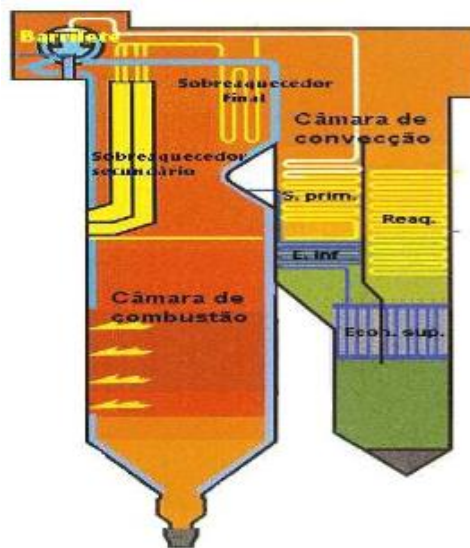


Figura 17 - Estrutura da caldeira [11].

Moinhos de Carvão

A pulverização do carvão [11] 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 da chama. É também durante o processo da combustão que se faz sentir, em maior ou menor extensão, a influência de outras características do carvão. Daí, o existir uma relação íntima entre os teores dos vários componentes de um dado carvão e grau de pulverização necessário para uma boa queima. O processo de moagem/pulverização é realizado nos moinhos, ilustrado na Figura 18. Em cada grupo gerador de vapor existem

quatro moinhos de rolos, alimentados por quatro alimentadores de carvão e por igual número de silos.



Figura 18 - Moinho de carvão.

Na Figura 19 estão representados os componentes de um moinho a carvão e o processo de moagem.

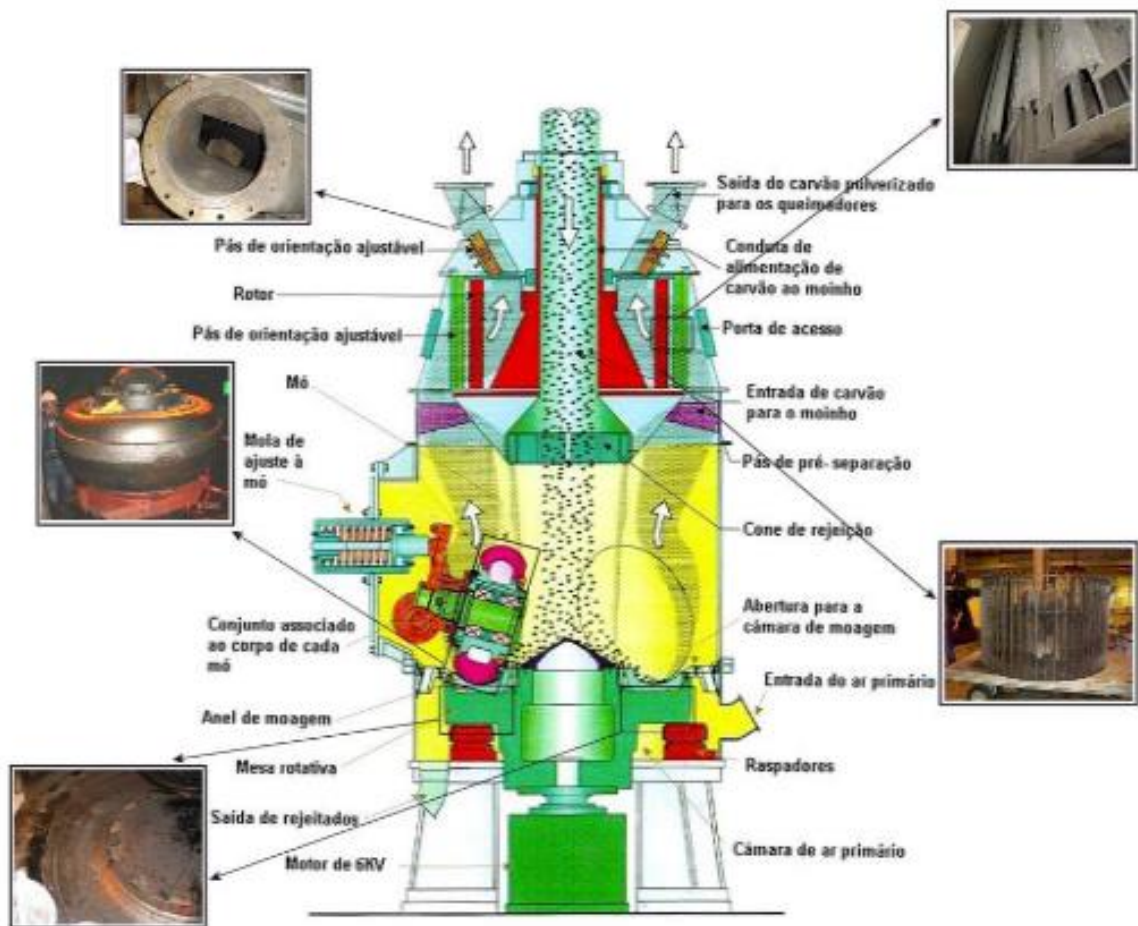


Figura 19 - Componentes de um moinho a carvão e o processo de moagem [11].

Turbinas a Vapor

As turbinas [11], representadas na Figura 20, têm como função transformar a energia potencial do vapor, produzido no gerador de vapor (caldeira), em energia mecânica. Esta, por sua vez, transmitida ao gerador (alternador), transforma-se em energia elétrica.

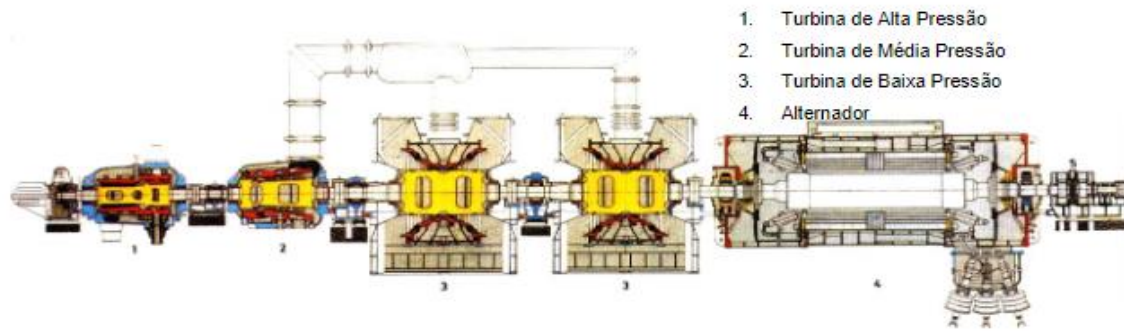


Figura 20 - Turbinas a vapor [11].

Cada grupo é constituído por 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).

Alternador

O alternador [11], representado na Figura 21, 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. O alternador tem uma potência nominal de 317MW a 3000 rpm e a uma tensão de 18kV.



Figura 21 - Alternador.

A excitação do alternador é de grande importância, pois o valor do campo magnético está dependente dela. O campo magnético do rotor é estabelecido por uma corrente que passa pelos seus enrolamentos.

O sistema de excitação é alimentada através do transformador MKC. A energia consumida por este sistema é proveniente da rede elétrica (no arranque), ou do gerador (em funcionamento normal). Até chegar aos coletores de escovas a corrente é retificada.

A corrente de excitação é fornecida ao alternador através de dois polos em forma de anel. Sobre cada um destes polos estão colocados contactos denominados por escovas, que permitem a transmissão da corrente ao alternador.

Condensador

O vapor depois de se expandir nos corpos das turbinas de alta e média pressão, chega aos corpos das turbinas de baixa pressão, onde por último sofre a expansão, antes de se condensar. O condensador [11], representado na Figura 22, é a fonte fria da turbina, cuja principal função é condensar o vapor de escape resultante da turbina de baixa pressão e desta forma fornecer água de alimentação à caldeira, dando início a um novo ciclo termodinâmico.

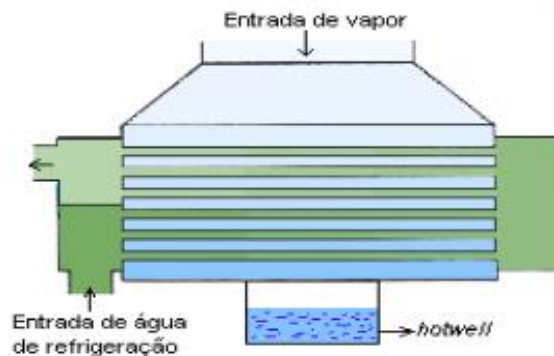


Figura 22 - Condensador [11].

A água de refrigeração faz parte do circuito de água de circulação, como ilustrado na Figura 23. Constitui a fonte fria do ciclo termodinâmico e é introduzida no circuito pela bacia da torre de refrigeração. Como já foi dito, é esta a água que recebe o calor resultante da condensação do vapor, no condensador principal. O calor recebido, irá libertá-lo na torre de refrigeração por permutação de calor com o ar atmosférico. Para a água circular entre um e outro permutador, necessita que sobre ela se realize trabalho. Essa tarefa é executada por

uma bomba de circulação. A renovação da água no circuito é realizada tendo em conta o nível de água na bacia de retenção da torre de refrigeração, bem como a concentração de sais na água. Quando a água atinge determinadas concentrações de sais é purgada para o rio, através de uma conduta.

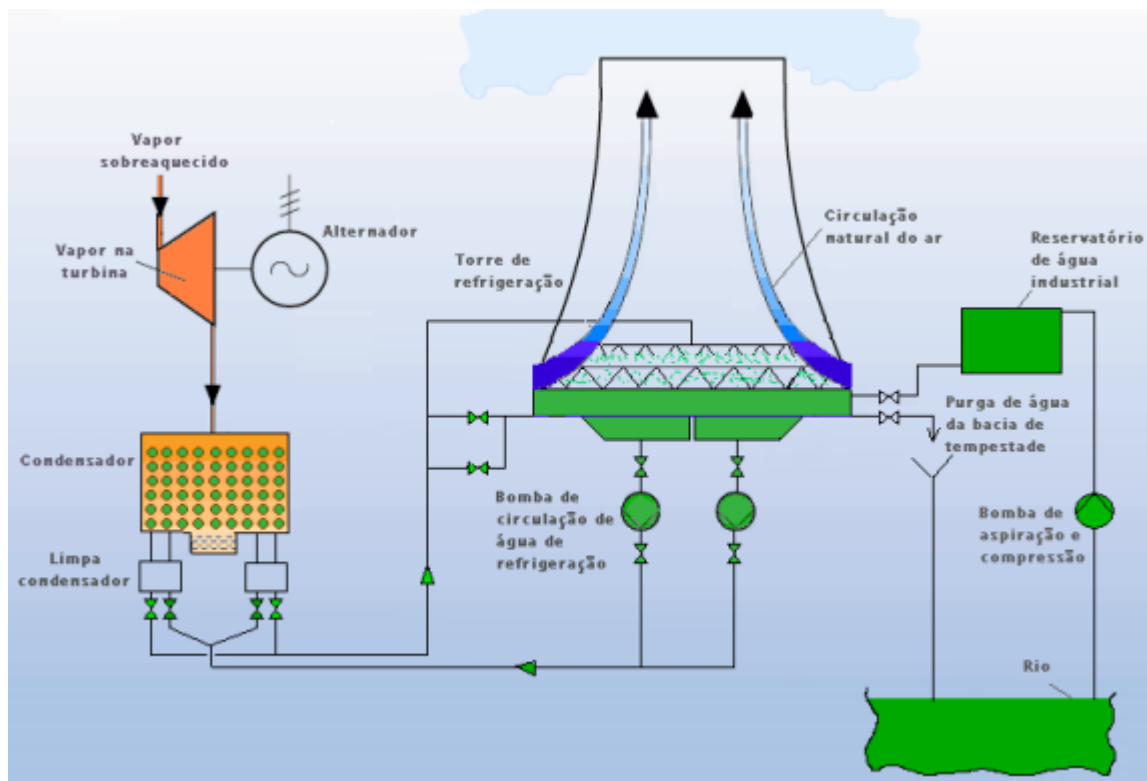


Figura 23 - Circuito de água de refrigeração [11].

3.7. Central de Ciclo Combinado

A ElecGás [3] 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* EPC (*Engineering, Procurement and Construction*).

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

3.7.1. Funcionamento da Central de Ciclo Combinado

A central ciclo combinado [13] utiliza como combustível o Gás Natural para a produção de energia elétrica de uma forma eficiente e menos impactante para o ambiente. Uma central de ciclo combinado consiste na combinação de um ciclo de turbina a gás (ciclo *Brayton*), com um ciclo de vapor (ciclo *Rankine*). As centrais de ciclo combinado com turbinas a gás convertem cerca de 55% a 60% da energia do combustível em energia elétrica, enquanto as centrais convencionais, a fuel ou carvão, convertem apenas 30% a 40% da energia do combustível.

A central de ciclo combinado do Pego, consiste em 2 grupos idênticos, cada um com uma turbina a gás (modelo SGT5-4000F), um gerador (modelo SGEN5-2000H), uma turbina a vapor (modelo SST-3000) e uma caldeira de recuperação de calor, de fluxo horizontal (HRSG) tipo *Benson once-through*. Em operação normal o conjunto turbina a gás/alternador/turbina de vapor funciona como um único veio. A turbina a vapor é ligada/desligada do grupo gerador automaticamente durante a operação através de uma embraiagem de acoplamento mecânico auto-sincronizante (*cluch*). Este conjunto quando em funcionamento permite obter um rendimento de perto de 60%.

A turbina a gás está equipada com uma câmara de combustão anelar, onde é injetado gás natural como único combustível. Para tornar a queima mais eficiente o ar que é injetado é primeiro comprimido através de um compressor de 15 etapas, acoplado solidariamente com a turbina a gás.

Os gases de exaustão da turbina a gás são levados a um gerador de vapor, concebido como uma caldeira horizontal tipo *Benson once-through* de três níveis de pressões.

A Turbina a Vapor (modelo SST-3000C) é constituída por três corpos (alta, média e baixa pressão) de fluxo axial, onde é aproveitada a energia do vapor gerado na HRSG. O vapor ao sair da turbina é condensado no condensador com sentido axial. Este funciona como um permutador, onde o vapor é condensado através do circuito fechado de água (PAB), que percorre os tubulares do condensador. Para garantir que esta condensação se faz há mais alta temperatura possível, o condensador encontra-se em depressão atmosférica, para assim evitar uma ainda maior quebra de rendimento.

A potência produzida por cada grupo nas condições ideais de funcionamento é de 415MW. A Figura 24 mostra o *faceplate* do grupo 30 no T3000.

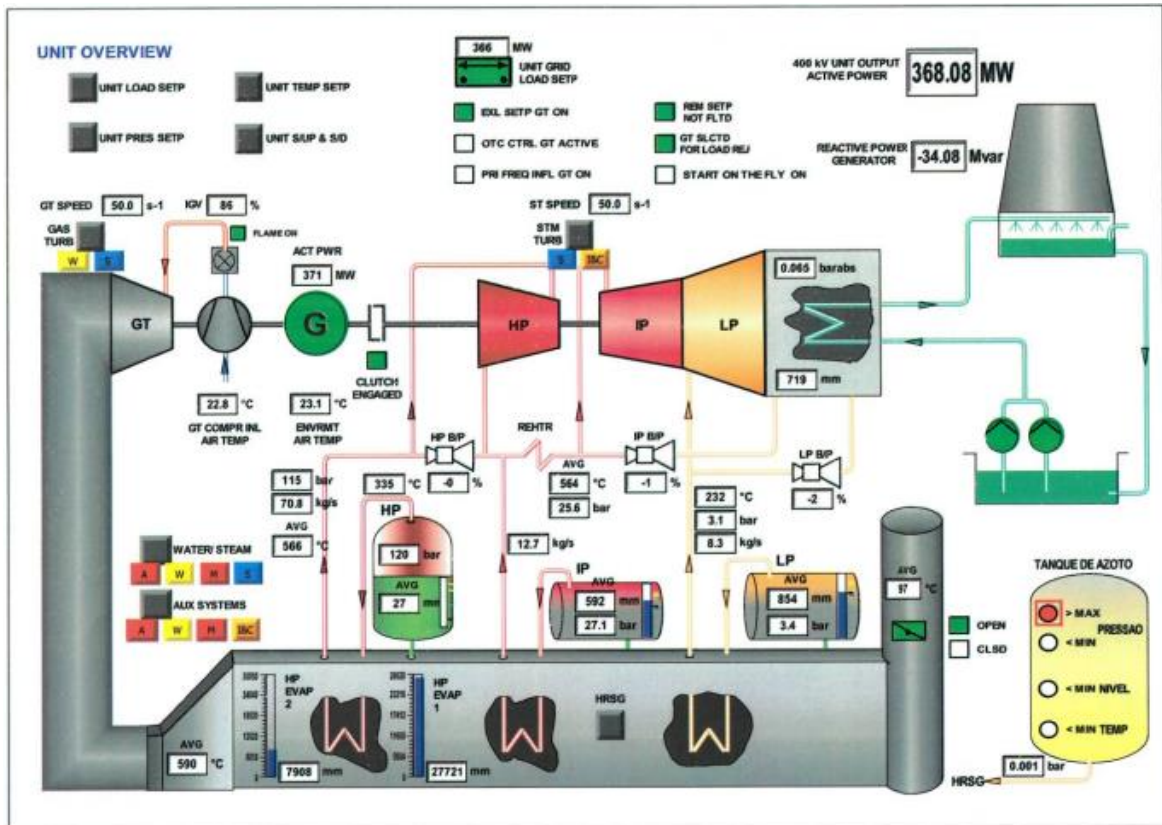


Figura 24 - Faceplate do grupo 30 no T3000 (retirado do T3000 Siemens).

3.7.2. Equipamentos da Central de Ciclo Combinado

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

Turbina a Gás

A turbina a gás (SGT5-4000F) [13], ilustrada na Figura 25, é essencialmente constituída por um compressor axial multi-estágios de 15 etapas, uma câmara de combustão anelar com 24 queimadores e de uma turbina axial de 4 etapas. A câmara de combustão anelar inclui

queimadores que funcionam em pré-mix (o gás natural é pré-misturado com o ar antes de ser queimado).

O compressor recebe ar da atmosfera, comprimindo-o e levando-o até à câmara de combustão. O gás natural é injetado na câmara de combustão e queimado com o ar proveniente do compressor. Os gases resultantes da combustão são expelidos da câmara de combustão para a turbina de 4 andares de pás e aí os gases expandem fazendo girar a turbina, que por sua vez aciona o gerador e o próprio compressor.

Os gases de exaustão, após serem expandidos na turbina de gás, como estão a elevadas temperaturas são levados para uma caldeira de recuperação de calor e geradora de vapor (HRSG). O vapor gerado é então expandido nas turbinas de vapor e, assim, é possível elevar o rendimento do ciclo até bem perto dos 60%.

O gás utilizado nos queimadores da turbina de gás é pré-aquecido até aproximadamente 170°C através da extração de água retirada do economizador de MP a uma temperatura perto de 200°C. O retorno da água é introduzido na água de condensados antes do pré-aquecedor de condensados.

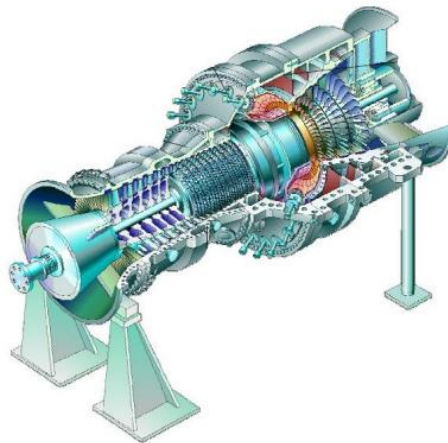


Figura 25 - Turbina a gás SGT5-4000F da Siemens [13].

Caldeira de Recuperação de Calor e Geradora de Vapor (HRSG)

A caldeira de recuperação de calor [13], ilustrada na Figura 26, é um gerador de vapor de circulação natural, de três níveis de pressão e de disposição horizontal.

A composição da caldeira consiste em economizadores, evaporadores e sobreaquecedores. A água de alimentação é enviada pelas bombas dedicadas (bombas de água de alimentação - LAC) no caso da alta e média pressão e/ou, diretamente pelas bombas de extração de condensado (LCB) no caso da baixa pressão. Esta água antes de ir aos barriletes é aquecida aproximadamente até à temperatura de ebulição nos economizadores e, então, levada aos barriletes (na BP a água vai diretamente das LCB para o barrilete).

Dos barriletes, a água é levada aos evaporadores, onde uma porção da mesma é evaporada. O vapor húmido resultante volta ao barrilete, onde é separado no separador. O vapor separado é levado ao sobreaquecedor e aí sobreaquecido até à temperatura de vapor principal (vapor seco).

No caso da alta pressão, a água de alimentação não passa por nenhum barrilete. Esta após ter passado no pré-aquecedor de condensados é enviada diretamente pelas LAC para a caldeira (HRSG) passando pelos economizadores, evaporadores e sobreaquecedores (sem ir a nenhum barrilete). Existe apenas um separador entre os evaporadores e os sobreaquecedores para garantir a separação entre água e vapor e assim só chegar vapor seco à turbina de alta.

O vapor de AP segue até à turbina de alta pressão onde expande e volta à caldeira. No retorno é misturado com o vapor sobreaquecido de MP e juntos são reaquecidos para, subsequentemente, todo o vapor seguir para a turbina de média pressão onde se expande.

O vapor de baixa pressão gerado é levado até à turbina de baixa pressão para se juntar com o caudal de vapor que foi expandido na turbina de média, voltando a expandir-se agora juntamente com o vapor de baixa na turbina de vapor de baixa pressão.

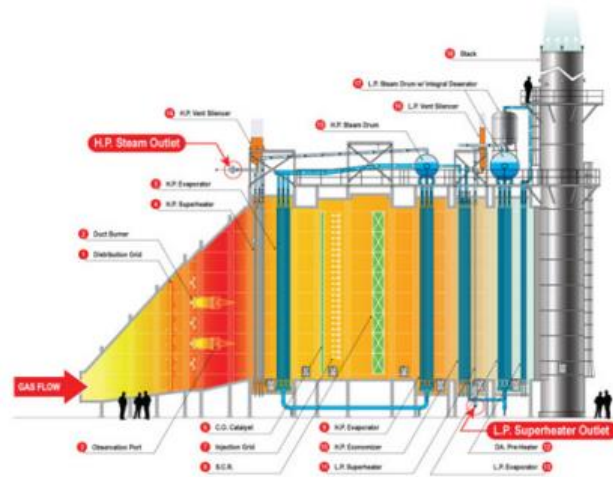


Figura 26 - Caldeira de recuperação de calor horizontal [13].

Turbina a Vapor

A turbina a vapor [13], ilustrada na Figura 27, é constituída por um corpo de alta, um de média e um de baixa pressão. A turbina a vapor, o gerador e a turbina a gás estão ligados por um “veio único”. A turbina a vapor quando acoplada à turbina de gás fornece maior potência ao gerador, que está localizado entre as 2 turbinas. Esta entra em funcionamento algum tempo depois da turbina de gás, pois há necessidade de cumprir critérios de qualidade de vapor e gradientes de temperatura. Só depois de tudo isto estar cumprido é que a velocidade da turbina de vapor é elevada um pouco acima das 3000rpm onde através do sistema mecânico de embraiagem é acoplada ao conjunto turbina de gás/alternador funcionando depois como um só grupo de veio único.

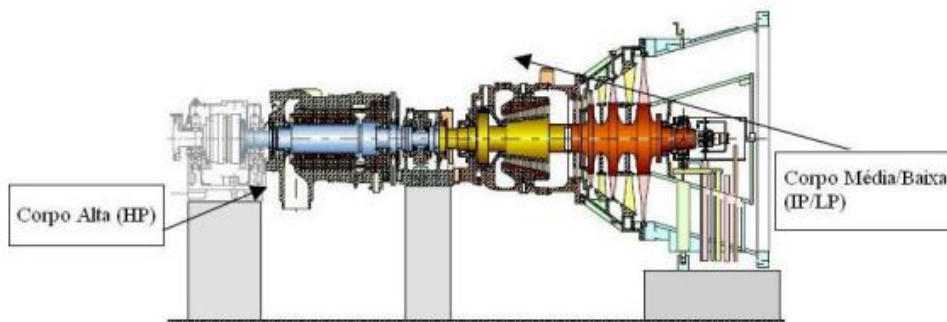


Figura 27 - Turbina a vapor [13].

No arranque e paragem do gerador, o vapor reaquecido de média pressão e o vapor de baixa pressão são levados diretamente ao condensador através das estações de *by-pass* de MP e BP. O vapor de alta pressão é levado à linha de vapor reaquecido de média através de uma estação de redução de alta pressão, onde é despressurizado e arrefecido através da injeção de água de alimentação proveniente das LAC.

Gerador

É no gerador [13], ilustrado na Figura 28, que se produz a energia elétrica através do movimento mecânico do veio. Está localizado entre a turbina a gás e a turbina a vapor, faz parte integrante do veio da turbina a gás, podendo ser acoplado ou desacoplado ao veio da TV através de uma embraiagem mecânica para que o conjunto funcione em sintonia, como um veio único, girando a 3000rpm e à frequência de 50Hz.

Os geradores arrefecidos a hidrogénio são utilizados para uma potência até 600MVA em ciclo simples, ciclo combinados e centrais térmicas convencionais. Estes geradores têm esta capacidade devido a uma maior transferência de calor derivado das características de baixa densidade do hidrogénio em relação ao ar. O hidrogénio a uma pressão de 5 bar aumenta para sete vezes a capacidade de transferência de energia. O modelo do gerador que está instalado na CCGT do Pego é o SGEN5 – 2000H.



Figura 28 - Gerador SGEN5 – 2000H.

As características técnicas do gerador estão representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características técnicas do gerador SGEN5 – 2000H.

Frequência	50 Hz
Modelo	SGen5 – 2000H
Fator Potência	0.85
Potência Aparente	502 MVA
Eficiência	Até 99%
Tensão de Saída	20 kV \pm 5%
Temperatura Ambiente	15,7°C

Transformador

O Transformador tem como principal função elevar a tensão de 20kV produzida no gerador para 400kV, que é a tensão de fornecimento para a rede.

Na eventual falha dos grupos e do sistema de alimentação auxiliar, o transformador funciona como redutor de tensão de 400kV para 20kV.

A Figura 29 ilustra o Transformador [13] instalado na central de ciclo combinado.



Figura 29 – Transformador instalado na central de ciclo combinado.

As características técnicas do transformador estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Características técnicas do transformador.

Potência Nominal	505 MVA
Grupo de Ligações	Ynd11
Frequência	50 Hz
Tipo de Arrefecimento	ODAF
Relação Transformação	20kV / 400kV
Temperatura Ambiente	15,7°C

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

4.1. Gestão das Cinzas Volantes

Durante a realização do estágio, a responsabilidade técnica das Cinzas Volantes incidiu sobre a parte elétrica, sendo uma área da instalação com bastante instrumentação, pressóstatos, sensores de nível, atuadores pneumáticos, electroválvulas, etc. Como era uma instalação da central a carvão o *software* de manutenção utilizado foi o Q6.

Numa fase inicial o trabalho incidiu em aprofundar os conhecimentos sobre aquela aérea específica da instalação, onde os equipamentos se situavam e o seu funcionamento.

4.1.1. Sistema de Remoção, Transporte e Armazenagem de Cinzas Volantes

A função do Sistema de Remoção, Transporte e Armazenagem de Cinza [14] é remover a cinza volante captada pela ação dos Precipitadores Eletrostáticos, das tremonhas dos precipitadores e a cinza volante que por ação gravimétrica cai nas tremonhas do economizador e dos aquecedores de ar regenerativos e transportá-la para os silos de cinza.

Economizador

Antes de a água de alimentação entrar no barrilete, passa por uma última fase de aquecimento. Esse aquecimento faz-se pela transmissão de calor por convecção entre os fumos da combustão e um sistema de tubulares que constituem o economizador [11].

Devido às dimensões do gerador de vapor, de forma a aproveitar-se o mais possível o calor dos gases de combustão (através do aumento da superfície de contacto com os fumos), este sistema encontra-se dividido em duas secções ou estágios: economizador inferior e economizador superior.

A localização do economizador na caldeira está condicionada pelo aquecimento progressivo a que a água de alimentação vem sendo sujeita. Por isso, encontra-se situada na zona de convecção da caldeira, onde as temperaturas dos fumos são as mais baixas, cerca de 450°C. Os fumos, ao passarem pelo economizador perdem calor para a água, que dessa forma eleva a sua temperatura antes de entrar no barrilete. No esquema da Figura 30 estão representadas as cinco tremonhas do economizador.

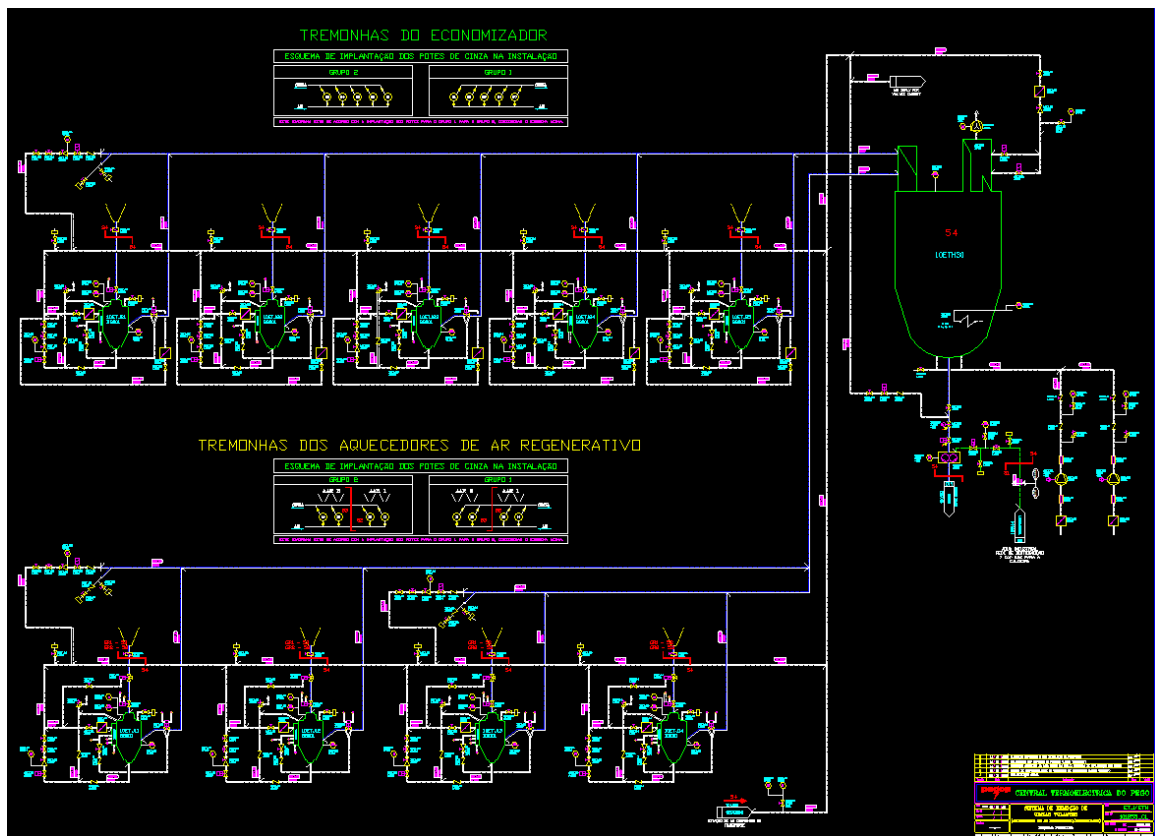


Figura 30 - Tremonhas do economizador e aquecedores de ar regenerativo (retirado do programa Q6).

Aquecedores de Ar Regenerativo

Os aquecedores de ar regenerativo [11] são câmaras circulares, constituídas por um rotor com um diâmetro de cerca de 10m, com uma altura superior a 1.7m. A finalidade deste equipamento é absorver parte do calor residual existente nos gases de combustão provenientes na caldeira, a fim de aquecer o ar de combustão (ar secundário) necessário à queima do combustível na caldeira, assim como aquecer o ar necessário à secagem e

transporte do carvão proveniente dos moinhos, onde é pulverizado para os queimadores. O aproveitamento do calor residual existente nos gases de combustão, o qual de outro modo se perderia para atmosfera, aumenta o rendimento térmico do gerador de vapor. Cada caldeira é equipada com dois AAR do tipo tri-sector, com veio vertical.

O permutador de ar regenerativo é projetado em contra corrente e composto por três sectores (tri-sectorial) por onde passam o caudal de gases de combustão e os caudais de ar primário e secundário, como ilustrado na Figura 31. Assim confinados no rotor, em rotação e com uma velocidade angular muito reduzida, encontram-se favos, que fazem a recolha de calor, numa metade da câmara, através dos gases quentes que passam por eles.

O calor recebido pelos favos é posteriormente transmitido ao outro lado da câmara através do contacto com o ar primário e secundário, que circulam em corrente contrária aos fumos. Assim, à extremidade do rotor por onde entra o caudal de gases de combustão quentes, provenientes da caldeira, e por onde saem os caudais de ar secundário e primário aquecidos é denominado 'lado quente' e a outra 'lado frio'. Na Figura 30 estão representadas as quatro tremonhas dos aquecedores de ar regenerativos.

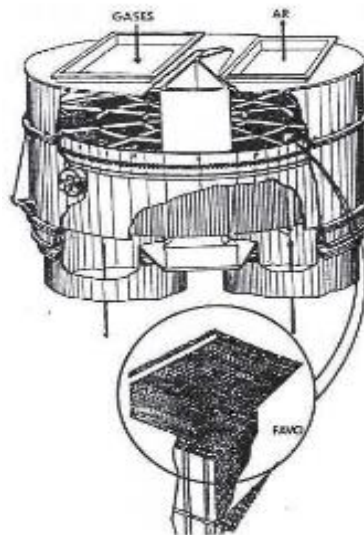


Figura 31 - Aquecedor de ar regenerativo [11].

A cinza volante que cai nas tremonhas do economizador e aquecedores de ar regenerativos é transportada para o silo de escórias e aí recolhida através de transporte móvel representado no esquema da Figura 32, sendo depois depositado no aterro.

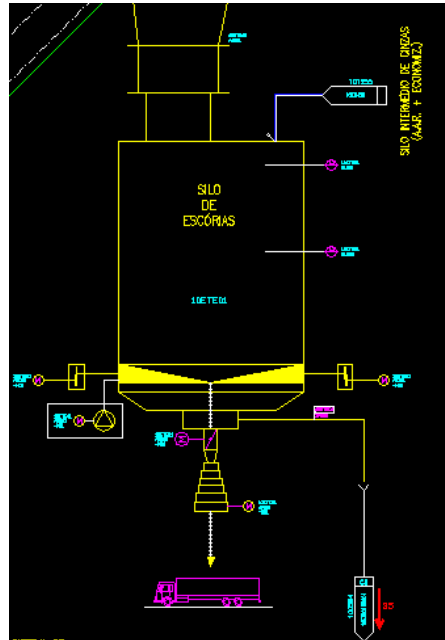


Figura 32 - Silo de escórias (retirado do programa Q6).

Precipitador Eletrostático

Estes equipamentos, localizados na zona dos fumos e a jusante dos aquecedores de ar regenerativos e SCR, têm como objetivo reduzir ao máximo a emissão de poeiras ou cinzas dos gases quando o seu trajeto para a chaminé. Os fumos, ao saírem dos aquecedores de ar regenerativo e SCR, 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 [11] e, portanto, das cinzas (que arrastam consigo), as quais acabarão por ser retiradas por ação de um sistema de eléttodos sobre as partículas sólidas previamente eletrizadas.

O sistema de eléttodos é constituído por um conjunto de eléttodos emissores/eléttodos coletores e está ligado diretamente aos retificadores de alta tensão contínua (60kV) localizado no teto do precipitador. Os eléttodos 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). A Figura 33 ilustra os equipamentos associados ao precipitador e o seu funcionamento.

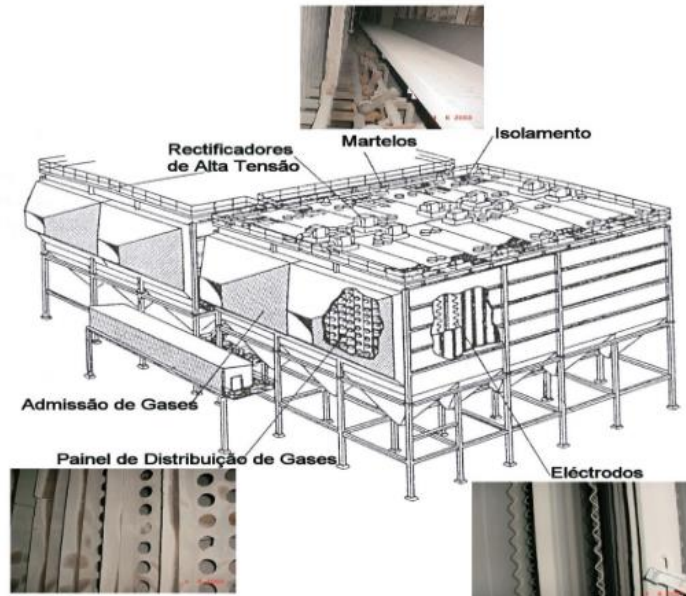


Figura 33 - Equipamentos associados ao precipitador [11].

As partículas de cinzas contidas nos fumos ao fluírem no precipitador são carregadas com iões negativos do sistema emissor. As cinzas 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 eletrostático 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”). Podem existir partículas carregadas positivamente antes de chegarem ao precipitador eletrostático. Estas são atraídas pelos eléctrodos emissores, de carga 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.

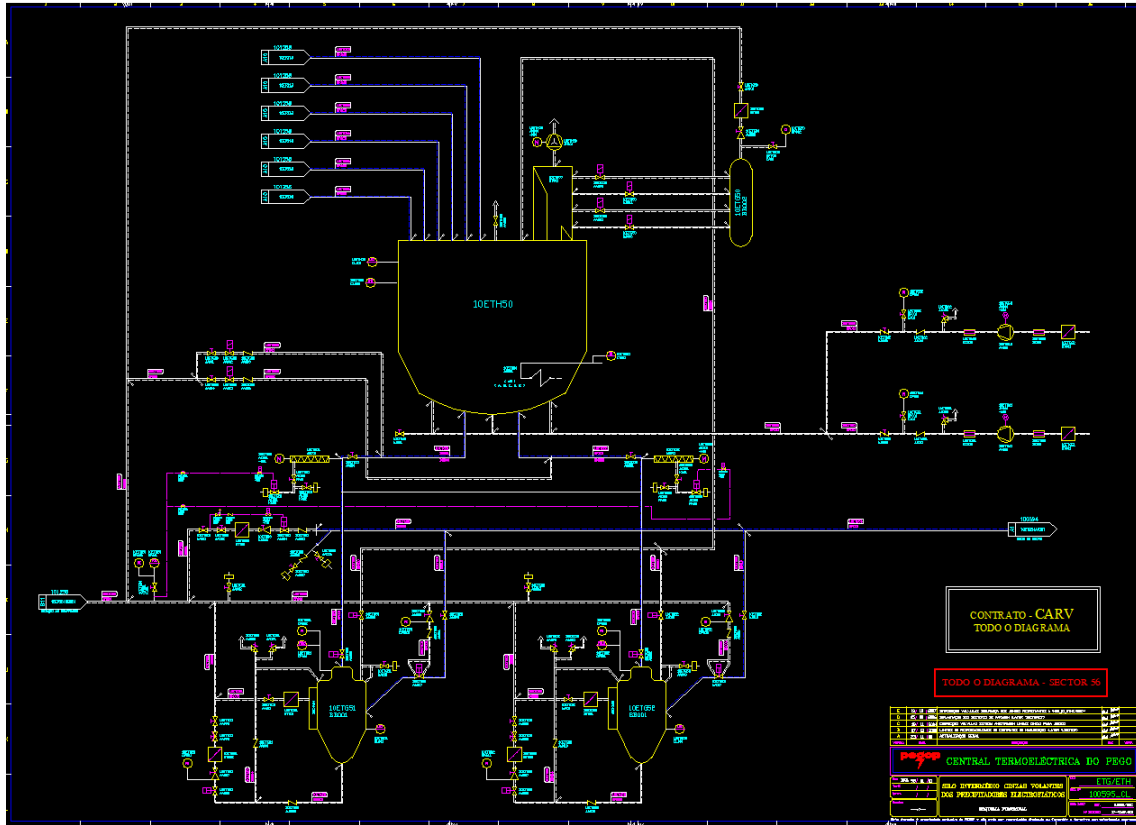


Figura 35 - Silo de transferência (retirado do programa Q6).

Dos silos faz-se trasfega para camiões que as levam para cimenteiras e outras indústrias, onde são utilizadas como matéria-prima no caso de apresentarem determinadas características, nomeadamente no que diz respeito aos valores de inqueimados (termo utilizado na empresa para matéria-prima não queimada).

A cinza armazenada nos silos principais (90ETH10/20), representado no esquema da Figura 36, pode ser descarregada para o exterior por um sistema de descarga húmida ou por um sistema de descarga seca.

A cinza volante que não reúna condições satisfatórias de teor de inqueimados pode ser transportada para o silo de cinzas de arranque, aonde é armazenada. A cinza armazenada no silo de arranque (90ETH01), representado no esquema da Figura 36, é descarregada para o exterior por um sistema de descarga húmida, posteriormente segue para aterro.

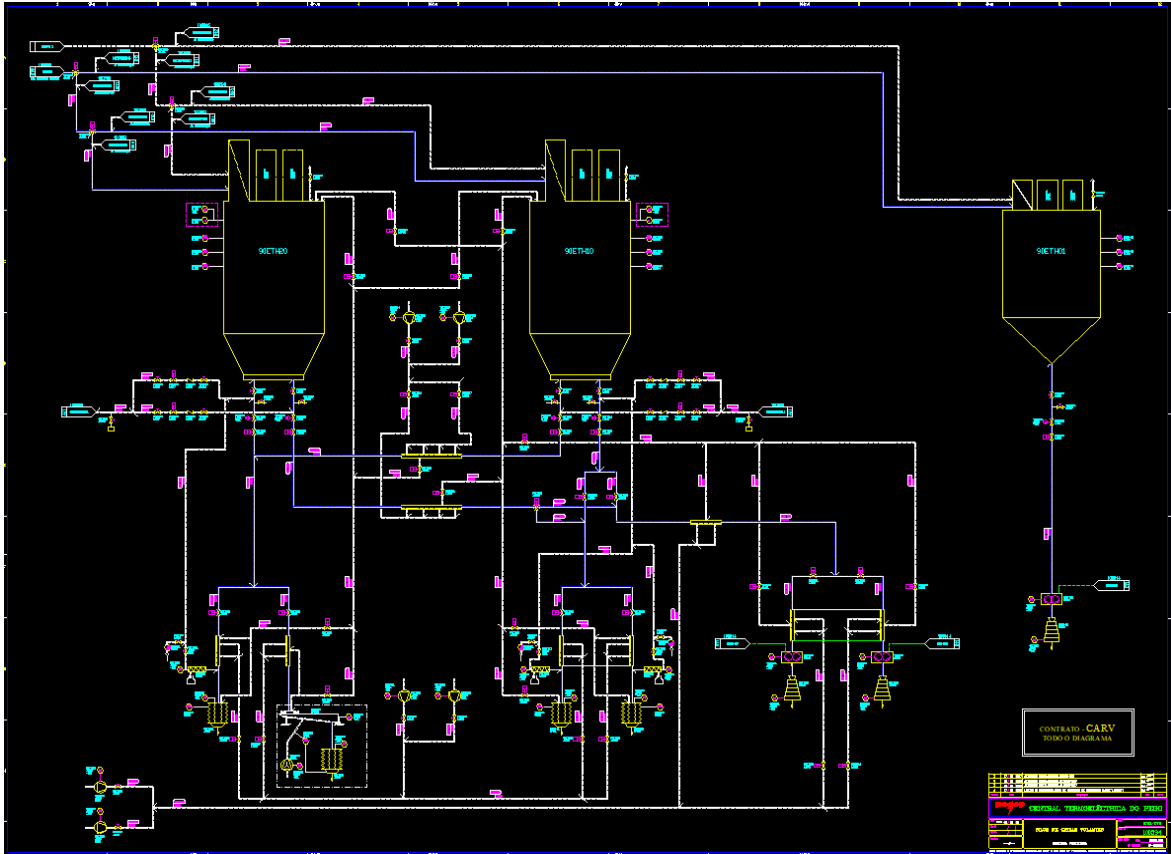


Figura 36 - Silos principais (90ETH10/20) e silo de arranque (90ETH01) (retirado do programa Q6).

No esquema da Figura 37 estão representados alguns dos equipamentos dos silos de cinza (90ETH10/20) e (90ETH01), mais concretamente o sistema de ar comprimido para a fluidificação da cinza e válvulas de limpeza dos filtros de mangas.

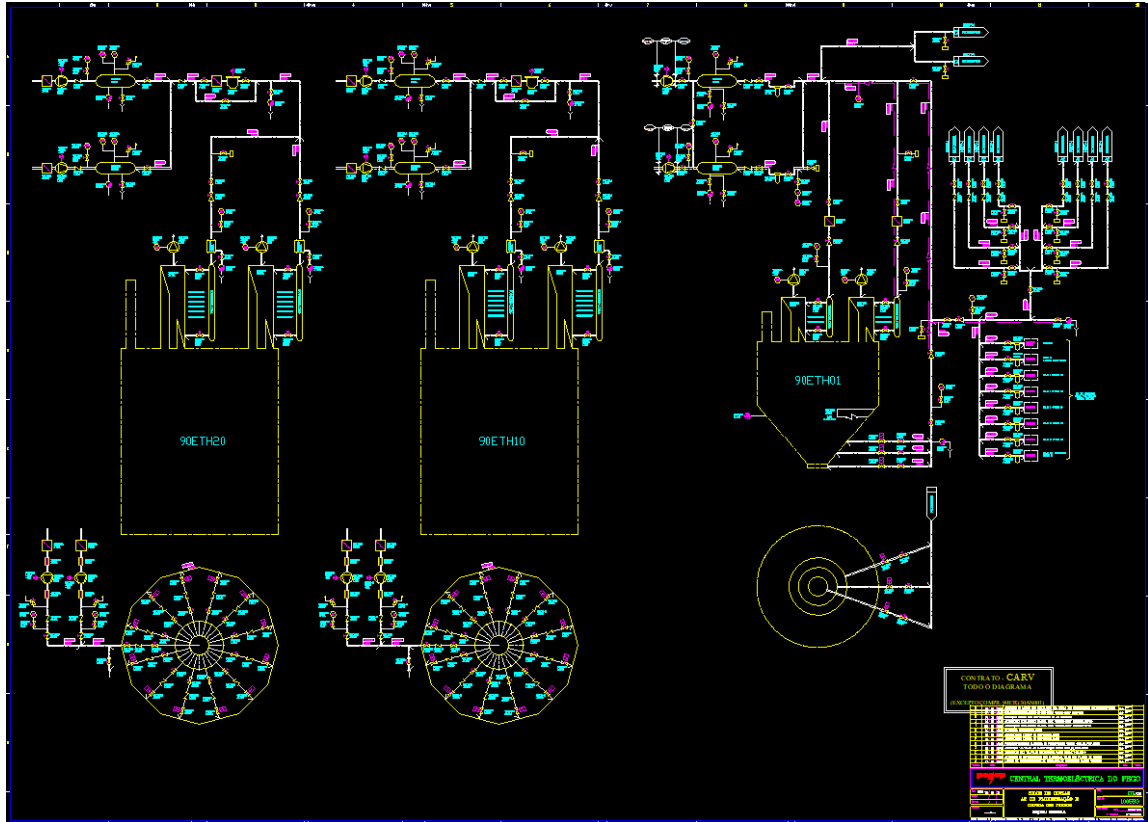


Figura 37 - Equipamentos dos silos de cinza (90ETH10/20) e (90ETH01) (retirado do programa Q6).

Sequência de transmissão

Este ponto descreve o processo de transmissão de um pote de cinza dos precipitadores como o que está representado na Figura 38. Estes eram os mais importantes, dado que recebiam mais cinza, principalmente na primeira linha pelo que em caso de falha o tempo para intervenção era menor, podendo a tremonha ficar cheia e dar nível alto.

A sequência de transmissão era importante para o bom funcionamento do sistema, havia uma ordem a seguir para que dois potes da mesma linha não entrassem em transmissão ao mesmo tempo. Quando atua simultaneamente o nível alto de cinza de vários potes, o ATIC (unidade de controlo) coloca-os em fila de espera em função do tempo de atuação do sinal, e descarrega-os sucessivamente.

Existem duas formas para se iniciar a transmissão, ou por nível alto do pote que era atuado quando o pote estava cheio ou por tempo. Após a saída de funcionamento do grupo a quantidade de cinza era relativamente pouca, logo, para se realizar uma transmissão por nível

era necessário algum tempo, daí estar incrementado que ao fim de um tempo pré-programado era realizada uma transmissão. Só após os potes serem colocados em *standby* ou desligados essas condições deixavam de existir.



Figura 38 - Pote de cinza dos precipitadores.

Alguns dos problemas mais frequentes era o pote não pressurizar até à pressão estipulada e não ter ordem para abrir a válvula de saída de cinza, isso começava a causar entupimentos na linha. Esse problema era em grande parte derivado dos pressóstatos não estarem calibrados, ou das válvulas de saída estarem com passagem e não ser possível o pote pressurizar. Ao exceder o tempo para se efetuar a transmissão e ela não se verificar o pote entrava em falha.

A sequência de transmissão decorre segundo os passos seguintes:

1. Existindo as condições:
 - ATIC do grupo de transmissores ON;
 - ATIC não em “STAND BY”;

- ATIC com ausência de alarmes.

Abre a válvula de entrada do transmissor e o ventilador do silo intermédio (ETH50AN001) arranca.

2. Quando o nível alto num dos transmissores é atingido ou o tempo para carga é excedido, a válvula de entrada para o transmissor fecha.
Se outro transmissor do grupo está a transmitir, a unidade ATIC colocará o transmissor em ordem de espera para transmissão.
3. Se nenhum transmissor do grupo está a transmitir, nenhum alarme está presente e o silo de receção está pronto, a válvula de pressurização abre após um período para pressurizar o transmissor.
4. Quando a cinza fica bem fluidizada e a pressão é alta a válvula de transmissão abre e a cinza fluidizada é forçada pelo ar comprimido na tubagem de transporte.
5. A transmissão prosseguirá até que a pressão do pote seja baixa, então ocorrerá um tempo de sopragem para limpeza da tubagem de transporte.
6. Quando o tempo de sopragem é cumprido a válvula de pressurização fecha.
7. A válvula de transmissão fecha a sequência de transmissão fica “OFF” e a unidade ATIC passa para o comando do próximo transmissor em espera de transmissão.
8. Fim de sequência.

4.1.2. Trabalhos realizados

Neste capítulo descreve-se a preparação de uma obra fortuita proveniente de uma RO, ou seja, manutenção corretiva e uma outra obra relativa a manutenção preventiva.

Manutenção Corretiva

A maior parte das obras eram relacionadas com instrumentação que deixava de trabalhar ou tinham leituras que não eram reais. A cinza é muita fina e bastante abrasiva o que causa bastante degradação nos equipamentos. Grande parte das obras ficavam resolvidas com uma beneficiação ao equipamento (limpeza), não havendo necessidade de substituir por um novo.

Uma RO, como a ilustrada na Figura 39, tem sempre associado o KKS do equipamento ou de uma determinada área da instalação e deve descrever a melhor possível a anomalia, para quem receber a obra possa ter uma perceção mais fácil do problema que tem em posse. Nas RO podem ser anexadas fotos para melhor descrever e permitir identificar o problema. Na RO também consta o nome da pessoa que elaborou, emitiu e aceitou a RO. Em caso de dúvida pode-se entrar em contacto com a pessoa que elaborou a RO para obter esclarecimentos do problema reportado.

The screenshot shows a web application interface for 'Requisição de Obras - Todas'. The interface includes a search bar at the top right with 'pesquisa rápida...' and 'Pesq. Avançada' options. Below the search bar are navigation buttons: 'Modificar', 'Novo', 'Duplicar', 'Apagar', 'Upload', 'Docs Associados', and 'Recarregar'. The main content area is titled 'R.O.' and contains several sections:

- Header:** 'Tipo: R.O.', 'Situação da R.O.: RESOLVIDA', 'Nº da R.O.: 122712'.
- Fields:** 'KKS: 10CBB01', 'Verificar anomalias (clica me)', 'Quadro comando POTES C2 ECONOMIZADOR/AAR', 'Críticidade:', 'Seguranças:', 'Ambiente:'.
- Anomalia:** 'Anomalia Constatada / Trabalho Pedido: Reparar certa(s) eletrónica de saída V4636353-0100 Para sistema de remoção de cinzas - FLAKT Obra a ser realizada pela ELIC Nota: Na sequência da obra 202008606'.
- Prioridades:** 'Prioridades: MEDIA', 'Obra: 1202009007', 'RPT:'.
- Autorizações:** 'Elaboração: Romeu Lima (MTES) 2020-11-18 10:21:42', 'Emissão: Romeu Lima (MTES) 2020-11-18 10:23:19', 'Aceitação: Marco Albuquerque (EXMT) 2020-11-18 12:46:21'.

Figura 39 - Exemplo de uma RO (retirado do programa Q6).

Uma RO depois de classificada pelo planeamento, passa a obra para preparação para o responsável técnico dessa área da instalação. Depois de analisado o problema e da obra preparada, o técnico responsável saberá se pode enviar a obra para execução por parte das oficinas.

Para a preparação da obra terão de se ter em conta alguns pormenores, após análise do problema, verificar se existem os artigos em armazém para substituição e se o local para a realização do trabalho precisa de uma requisição para montagem de andaimes ou desmontagem do isolamento térmico. Na obra 202009689, na 1ª página, ilustrada na Figura 40, está a anomalia encontrada/trabalho pretendido, que corresponde a “verificar sonda de nível”.

Figura 40 - 1ª página da preparação de obra (retirado do programa Q6).

Na 2ª página da preparação dessa obra, ilustrada na Figura 41, é necessário colocar a descrição do trabalho a realizar consoante a anomalia mencionada, a especialidade (elétrico, instrumentação, mecânico), o tempo estipulado para a realização do trabalho, esse tempo é utilizado para controlo das horas disponíveis da mão de obra.

The screenshot shows the '2ª Página' (2nd Page) of the 'Obras - Todas' application. It contains several sections:

- Top Section:** Fields for 'Nº de Obras' (202009659), 'Situação da Obra' (ARQUIVADA), 'Cidade', 'Impressão' (NÃO), 'KKS' (10ETG34CL002), 'Intervenção Concluída', 'Risco', 'Nº Ficha Segurança' (2020112009), and 'Terminada Paragem'.
- Work Item Table:** A table with columns for status, description, number, and state.

		Nº	Estado
1	CONSIGNAÇÃO	06067/2020	DESCONSIGNADO
2	REQUISIÇÃO	135327	FORNECIDO
- Left Column:** Fields for 'Obra Tipo', 'Proc. Tipo', 'Aplicação', 'Nº Req. Isolamento', 'Obra Conjunta', 'Agregada à Obra', and 'Materiais' (PDR).
- Middle Section:** 'Descrição do Trabalho' (Verificar sonda de nível) and 'Comentários do executante'.
- Bottom Left:** 'Especialidades' section with 'Especialidade' (INSTRUMENTISTA), 'Horas Reais' (0.00, 4.50, 0.00), and 'Duração da Obra' (0.00).
- Bottom Middle:** 'Reprogramação' section with 'Horas Previstas' (Mecânico: 0.00, Electricista: 0.00, Instrument.: 3.00, Outros: 0.00), 'Data início' (2020-12-22), 'Ult. Data Reprog.' (2), and 'Prioridade Exec.' (2).
- Bottom Right:** 'Suspensa' section with dropdowns for 'Material', 'Pac', 'Paragem', 'Decisão', and 'Planeamento'.

Figura 41 - 2ª página da preparação de obra (retirado do programa Q6).

Se considerar que para a realização do trabalho são necessários artigos de armazém pode-se elaborar uma requisição de material, ilustrada na Figura 42, e associá-la à obra. Para esta obra foi requisitado um “interruptor de nível p/sonda capacitiva Endress + Hauser”.

The screenshot shows the 'Requisição de Material - Histórico' application. It displays a requisition record with the following details:

- Requisition Info:** 'Nº Requisição' (135327), 'Estado' (FORNECIDO), 'Data Desejada' (2020-12-22).
- Work Association:** 'Nº de Obra' (202009659), 'CARV', 'KKS' (10ETG34CL002).
- Requester:** 'Requisitante' (António Coimbra), 'GGV', '2020-12-22 09:00:36', 'C'.
- Table:** A table with columns: Código, Soc., GI-Code, Descrição Artigo, Req, Pend, Un, Forn, Localiz.

	Código	Soc.	GI-Code	Descrição Artigo	Req	Pend	Un	Forn	Localiz.
1	00626071872	TEJO	61206-00-310-C	INTERRUPTOR NIVEL P/SONDA CAPACITIVA ENDRESS+HAUSER	1.00	0.00	UN	1.00	

Figura 42 - Requisição de material (retirado do programa Q6).

De seguida, elaborar uma ficha de segurança para o trabalho a realizar, ilustrada na Figura 43, dependendo da complexidade do trabalho a realizar, poderá ter mais riscos a ter em consideração.

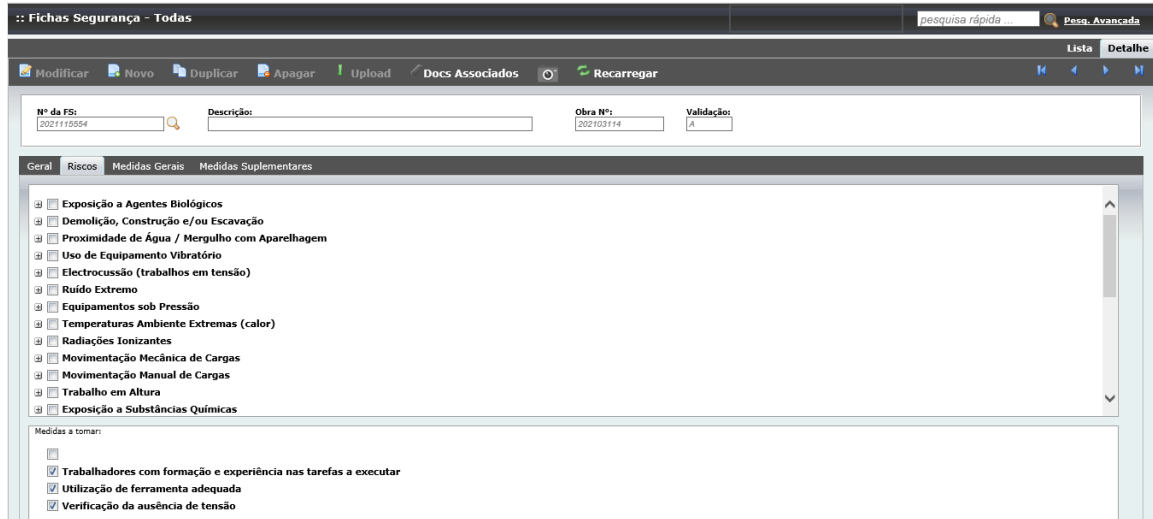


Figura 43 - Elaboração de uma ficha de segurança (retirado do programa Q6).

Para elaborar um PI (pedido de instalação) com o tipo de consignação que se pretende para o equipamento, no caso da instrumentação era grande parte das vezes utilizado uma CIS (consignação de isolamento ou simulação). Nesta situação é o executante que realiza as manobras de consignação, para no fim do trabalho poder ensaiar e comprovar o bom funcionamento do equipamento. Por último, o preparador da obra programa a data de execução do trabalho, seleciona a oficina que vai realizar o trabalho e envia a obra para execução.

O responsável pela oficina faz a gestão das obras com a mão de obra disponível e a prioridade. Se existe uma obra que tenha urgência na sua realização, terá de decidir qual dos trabalhos vai parar para poder avançar com outro. Após o PI estar satisfeito pela produção, o responsável pela oficina dá a ordem de consignação ao equipamento, como ilustrado na Figura 44.

Figura 44 - Equipamentos consignados (retirado do programa Q6).

Para a realização do trabalho, o executante leva consigo o rascunho da obra, ficha de segurança e ficha de consignação que irá trocar por uma AT (autorização de trabalho) com o responsável da produção. Nesta obra foi trocada a sonda de nível.

Após o trabalho realizado, o executante dá ordem desconsignação e verifica o bom funcionamento do equipamento. Essa desconsignação pode ser temporária, ficando o equipamento em teste durante um determinado tempo até se perceber se a intervenção resolveu o problema. Durante uma desconsignação temporária, a responsabilidade do equipamento é partilhada entre a manutenção e a produção.

Após o trabalho finalizado, o executante elabora o relatório da intervenção e o responsável pela oficina termina a execução da obra. Por último o arquivo da obra é efetuado pelo planeamento. No anexo 1 está representado os documentos da obra que ficaram arquivados.

Manutenção Preventiva

As obras de manutenção preventiva são enviadas automaticamente para execução pelo Q6, de acordo com uma periodicidade definida. Periodicidade essa que está definida por unidades de manutenção, de acordo com:

- Anos fixos;
- Aperiódicos;
- Dias fixos;
- Horas;
- Manobras;
- Meses fixos;
- Revisão.

A obra 202009538, relativa a uma manutenção preventiva sistemática, está definida com meses fixos para o silo de transferência ETH50. Esta preventiva contém uma lista de equipamentos (malha), abrange mais instrumentação relacionada com esse silo, como ilustrado na Figura 45. Nesta também podem estar agregadas obras mecânicas, para uma melhor articulação dos trabalhos e consignação dos equipamentos.

The screenshot shows a web application interface for managing work orders. At the top, there is a search bar and a 'Pesq. Avançada' button. Below that, there are several filter fields: 'Nº de Obra:' (202009538), 'Situação da Obra:' (ARQUIVADA), 'Criticidade:', 'Impressão:' (MÃO), 'KKS:' (10ETH02ZZ2010), 'Intervenção Concluída:', 'Risco:', and 'Nº Ficha Segurança:' (2020111846). The main content area displays a table titled 'Lista de Equipamentos (Malha)'. The table has four columns: 'KKS', 'Descrição', 'Nº Obra Tipo', and 'Trabalho'. There are four rows of data, with the last row highlighted in orange.

KKS	Descrição	Nº Obra Tipo	Trabalho
1 10CX486	QUADRO COMANDO SEQUENCIADOR PRESSOSTÁTICO SILO INTERMÉDIO	I0188	Revisão
2 10ETG50AA012	ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO	I0001	BENEFICIAÇÃO
3 10ETG50AA015	ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO	I0001	BENEFICIAÇÃO
4 10ETG50CP001	PRESSOST P AR P/ JUMBOS 1/2 SILO INTERMÉDIO	I0008	BENEFICIAÇÃO

Figura 45 - Equipamentos agregados na obra (retirado do programa Q6).

Na obra mencionada está a lista de equipamentos (malha) onde estavam designados os KKS, descrição do equipamento, obra-tipo e o trabalho a realizar. No anexo 2 está o rascunho da obra, obra tipo I0008 e o relatório da execução de beneficiação do pressóstato 10ETG50CP001.

4.2. Avaria do transformador de potência do grupo 20

Nesta secção de capítulo deste relatório vai ser referido o incidente ocorrido no transformador do grupo 20 da central termoelétrica a carvão. Quando ocorreu o incidente, o grupo não estava a produzir, estando o transformador a funcionar como abaixador de 400kV para 18kV, com 2MW de carga.

O transformador é um dos elementos mais importantes do sistema elétrico, permite ajustar correntes e tensões às necessidades da rede elétrica. A utilização de transformadores é indispensável na rede de transporte de energia elétrica devido às potências elevadas existentes, as quais impõem a necessidade de reduzir as correntes em circulação nas linhas de transporte de energia, de modo a reduzir as perdas por efeito de joule nas mesmas. Isto é conseguido com a instalação de transformadores elevadores de tensão à saída da unidade de produção.

A sua fiabilidade não afeta exclusivamente a disponibilidade de energia elétrica, também pode levar a prejuízos técnico-económicos com efeitos que podem ser significativos em termos comerciais e ambientais. Desta forma, valida a necessidade de uma deteção e identificação de anomalias logo na sua fase inicial de desenvolvimento para uma possível ação preventiva, o que é atingido essencialmente com monitorização contínua do transformador. Na eventualidade de alguma falha ou defeito do transformador, a sua integridade mecânica, dielétrica e térmica é afetada isoladamente ou de forma conectada, fazendo com que os seus parâmetros elétricos mudem em relação àqueles considerados normais do seu estado de funcionamento.

A avaliação do estado atual do transformador é efetuada na sua generalidade através de um conjunto de diagnósticos efetuados ao óleo realizados “*offline*”. A decomposição e perda das características do óleo, de acordo com os vários defeitos e sua intensidade, leva a formação de gases que podem ser analisados para o diagnóstico e a determinação de futuras ações de manutenção.

Nas ações de manutenção preventiva existente no CPEP, para este transformador de potência, não foram detetadas anomalias das análises realizadas ao óleo antes ao evento aqui referido.

4.2.1. Incidente

Nas secções seguintes vão ser explicados os 16 dias em que os trabalhos decorreram, desde o incidente até ser colocado em serviço o transformador de reserva.

Sem que nada pudesse prever, as válvulas de descompressão do transformador principal 20BAT abriram, deixando verter algum óleo para o chão, como ilustrado na Figura 46. Este acontecimento levou ao disparo dos disjuntores DI e DIII (REN). À chegada ao CPEP, o responsável técnico foi informado da situação e seguiu à procura de uma explicação para o sucedido.



Figura 46 - Abertura das válvulas de descompressão.

4.2.2. Interpretação do incidente

Para uma melhor interpretação do sucedido é necessário analisar os alarmes gerados na sequência do incidente. Na Tabela 4 mostram-se os alarmes da abertura das três válvulas de descompressão.

Tabela 4 - Abertura das três válvulas descompressão (programa alarmes da central a carvão).

23/10/2020	05:31:25.313	20BAT10CP002	XG01	400KV TRF PP VLV 2 DESCOMP	ABRT
23/10/2020	05:31:25.313	20BAT10CP001	XG01	400KV TRF PP VLV 1 DESCOMP	ABRT
23/10/2020	05:31:25.315	20BAT10CP003	XG01	400KV TRF PP VLV 3 DESCOMP	ABRT

As válvulas de descompressão abrem as três ao mesmo tempo, com dois patamares de pressão diferentes, como se mostra na Tabela 5.

Tabela 5 - Pressão normal de operação das válvulas descompressão.

Pressão normal de operação	Tolerância
5 PSI – 15 PSI	± 1
16 PSI – 20 PSI	± 2

Nos transformadores imersos em óleo, a formação violenta de gases resultante de descargas elétricas (curto-circuitos internos, por exemplo), pode fazer aumentar exageradamente a pressão interna. Em tais casos, para evitar consequências graves na cuba, instala-se uma ou mais válvulas de descompressão [15], na tampa ou numa parede lateral do transformador.

Estas válvulas asseguram, por um lado a limitação e eliminação rápidas da sobrepressão interna. Por outro lado, eliminada a sobrepressão, retomam automaticamente a sua posição de repouso, sem necessidade de qualquer regulação, ficando aptas a funcionar de novo.

O Figura 47 representa uma válvula de descompressão [15] montada num transformador. Entre a flange da válvula (1) e a cuba do transformador é colocada a junta (2). O diafragma (3), comprimido pela mola (7) contra as juntas (4) e (5), obtura a válvula. Quando a pressão sobre o diafragma ultrapassar a pressão imposta pela mola (7) (valor de regulação indicado na tampa), este deixa de pressionar a junta (4) e a sobrepressão passa a exercer-se sobre toda a superfície do diafragma até à junta (5). Por conseguinte, a força sobre o diafragma é fortemente aumentada e a válvula abre completamente.

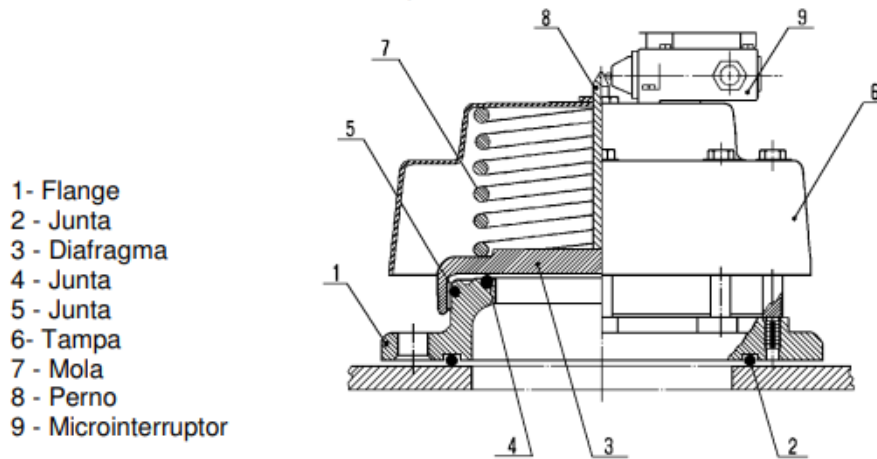


Figura 47 - Válvula de descompressão [15].

Desaparecendo a sobrepressão, a mola (7) repõe o diafragma na posição inicial. Um perno indicativo (8) é visível sobre a tampa (6) sempre que a válvula funcione. O perno indicativo mantém-se saliente indicando que funcionou, mesmo após a válvula ter voltado à posição de repouso. Para repor o perno na sua posição inicial basta pressioná-lo.

A válvula pode ser equipada com dispositivo de indicação, à distância, do seu funcionamento. Neste caso, é montado sobre a tampa (6) o micro-interruptor (9), que é atuado pelo perno (8) aquando do funcionamento da válvula.

A Tabela 6 mostra os alarmes do escalão 1 e 2 do relé de Buchholtz, tendo permanecido durante (aproximadamente) um segundo. De referir que, o escalão 1 é alarme e o escalão 2 dá ordem de disparo ao transformador.

Tabela 6 - Alarmes do escalão 1 e 2 do relé de Buchholtz (programa alarmes da central a carvão).

1	23/10/2020	05:31:26.203	20BAT10CG500	XG01	400KV TRF PP BUCHHOLZ	NI ESC1
2	23/10/2020	05:31:26.632	20BAT10CG500	XG02	400KV TRF PP BUCHHOLZ	NI ESC2
1	23/10/2020	05:31:25.356	20BAT10CG500	XG01	400KV TRF PP BUCHHOLZ	ESC1
2	23/10/2020	05:31:25.780	20BAT10CG500	XG02	400KV TRF PP BUCHHOLZ	ESC2

O relé Buchholz [15], ilustrado na Figura 48, é um relé de proteção para aparelhos isolados e arrefecidos por óleo, com conservador (transformadores, condensadores, etc.). Este relé é atuado em consequência dos seguintes defeitos:

- Contornamento entre elementos sob tensão e o núcleo de ferro ou cuba;
- Curto-circuito entre espiras;
- Fuga de óleo contínua;
- Entrada de ar no sistema.

Os órgãos de funcionamento [15] são solidários com a tampa do relé e contêm: i) o sistema de alarme, superior, compreendendo o flutuador superior com íman permanente solidário e interruptor magnético e ii) o sistema de disparo, inferior, compreendendo o flutuador inferior com íman permanente solidário, interruptor magnético e válvula de retenção ajustável. Dos 4 terminais de ligação, os condutores dos terminais 1 e 2 ligam ao dispositivo de disparo e os condutores dos terminais 3 e 4 ligam ao dispositivo de alarme.

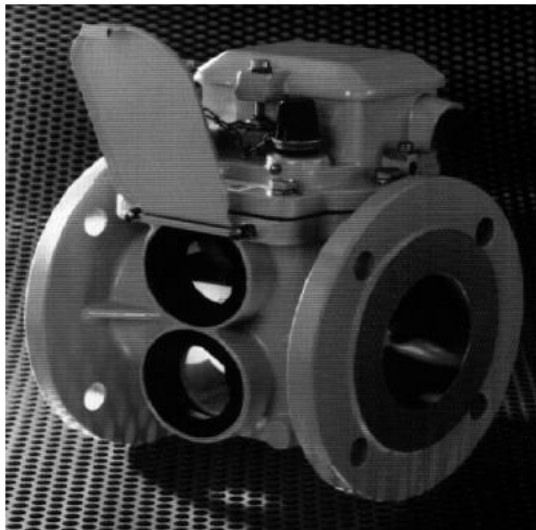


Figura 48 - Relé de Buchholz [15].

O funcionamento do relé de Buchholz está representado na Figura 49. Em estado de repouso, os dois flutuadores encontram-se na posição superior, por ação da impulsão exercida pelo óleo existente dentro do relé. Se ocorrer uma fuga de óleo contínua, o nível do óleo no relé baixa e com ele o flutuador superior. A cerca de meio curso, o íman acoplado mecanicamente ao flutuador passa pelo interruptor magnético, que atua um contacto elétrico. Esta atuação

provoca um sinal de alarme. Neste caso, o nível do líquido indica um valor menor que 300 cm³, na escala do visor [15] [16].

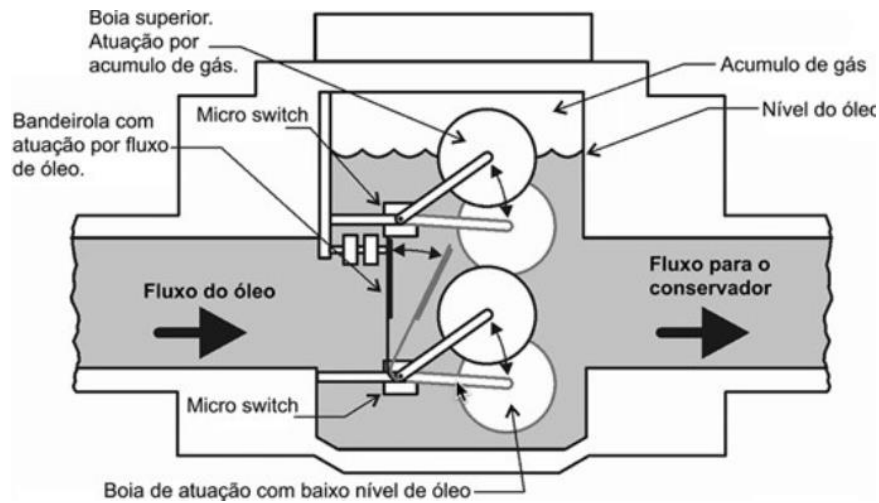


Figura 49 - Funcionamento relé Buchholz [16].

4.2.3. Medidas tomadas

Antes de ser colocado óleo no conservador (e sem se conseguir precisar a quantidade que tinha sido libertada pelas válvulas de segurança) foram ligados os ventiladores do transformador para baixar a temperatura do óleo para uniformizar com a temperatura do óleo que estava no conservador, que era na altura de aproximadamente 25°C.

Foi feita uma análise a cada bidon de óleo novo antes de ser colocado no conservador, houve um bidon que não estava conforme e não foi adicionado, devido a ter uma tensão de disrupção fora do aceitável. O teste de rigidez dielétrica é um parâmetro importante para óleos e outros líquidos isolantes, permite perceber se existe água dissolvida. Foram adicionados no conservador cerca de 600 litros de óleo.

4.2.4. Energização do transformador

Quando os trabalhos por parte da manutenção ficaram concluídos e a produção realizou as manobras de desconsignação, procedeu-se à energização do transformador por parte da REN.

Não correu da melhor forma, a cela U do condensador do TT ligado ao barramento do 18kV foi encontrada destruída e com sinais de descargas à terra. Este TT situa-se a montante do transformador principal, na sala do interruptor-seccionador. A Figura 50 mostra o estado em que ficou o condensador.



Figura 50 - Cella U do condensador do TT.

Na Figura 51 apresenta-se o diagrama unifilar do sistema de transporte de energia onde está representado o TT, a jusante do interruptor-seccionador e a montante do Transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE TRANSPORTE DE ENERGIA BA

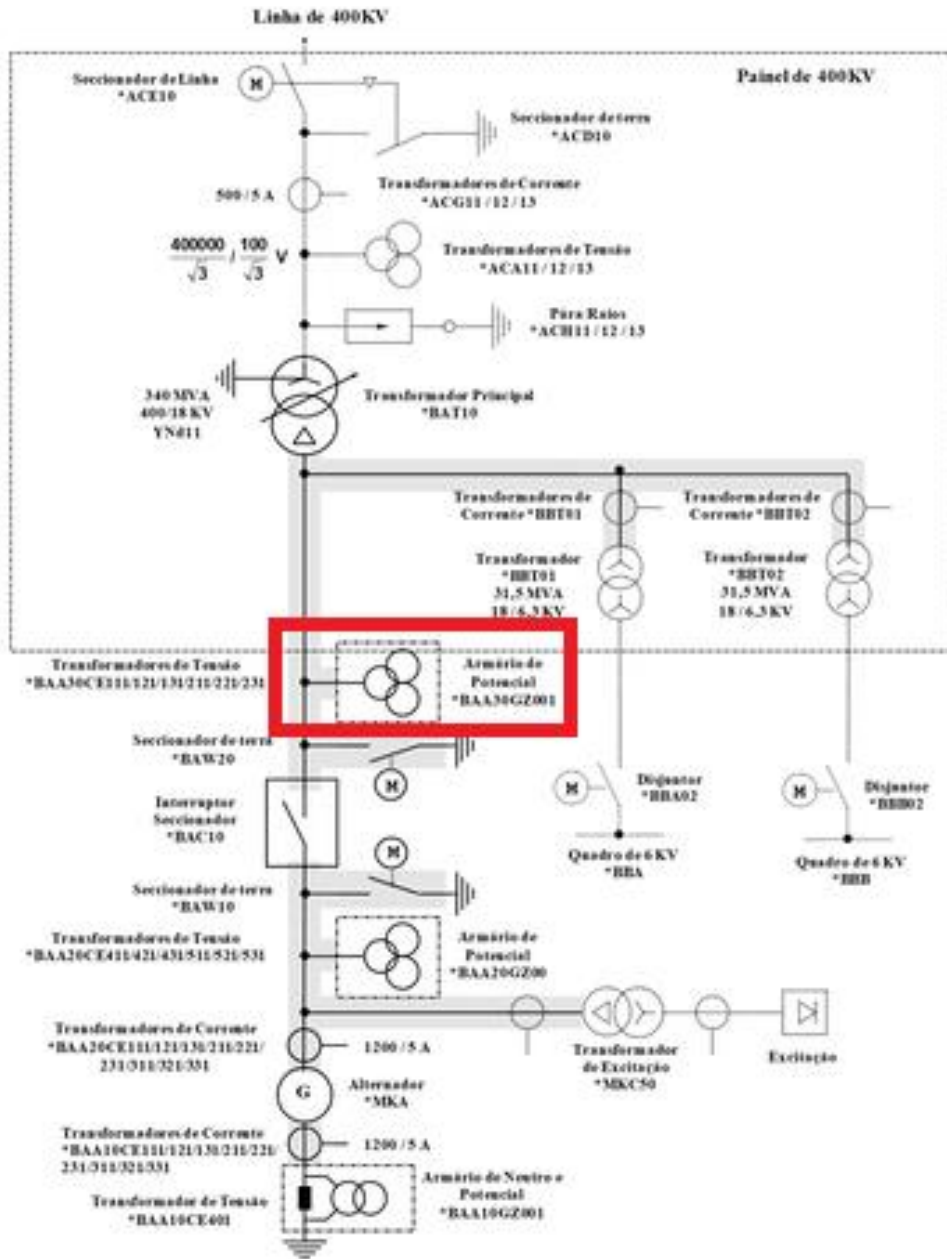


Figura 51 - Diagrama unifilar do sistema de transporte de energia [14].

Na sequência da energização, a travessia 1W partiu-se do transformador, como ilustrado na Figura 52, e começou a libertar óleo do interior. A travessia 1N também ficou danificada.

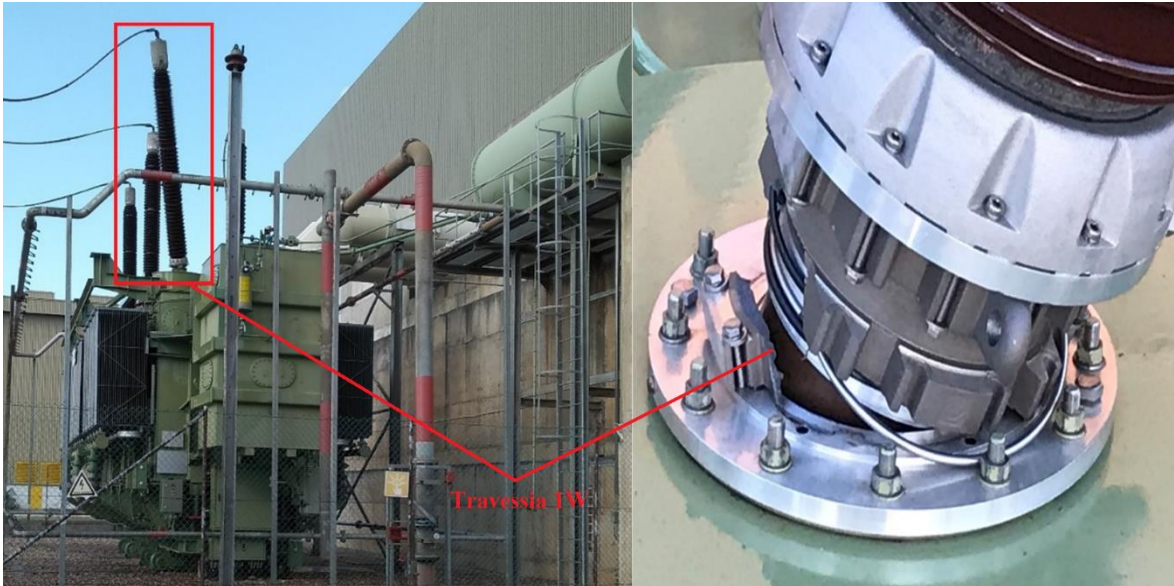


Figura 52 - Travessia 1W partida.

4.2.5. Ações após energização

Após os acontecimentos o responsável técnico teve de decidir as ações que se iriam seguir, tinha de se perceber as causas do sucedido, mas também os reais danos do transformador. Para que se pudesse trabalhar em segurança a produção procedeu à consignação do transformador.

Foi contactada a empresa Efacec para se deslocar ao CPEP e proceder aos ensaios elétricos no transformador. Para realizar os ensaios tiveram de isolar as travessias da parte da alta tensão 400kV e as barras blindadas da parte de baixa tensão 18kV. Na Figura 53 e Tabela 7 estão ilustradas as características do transformador.

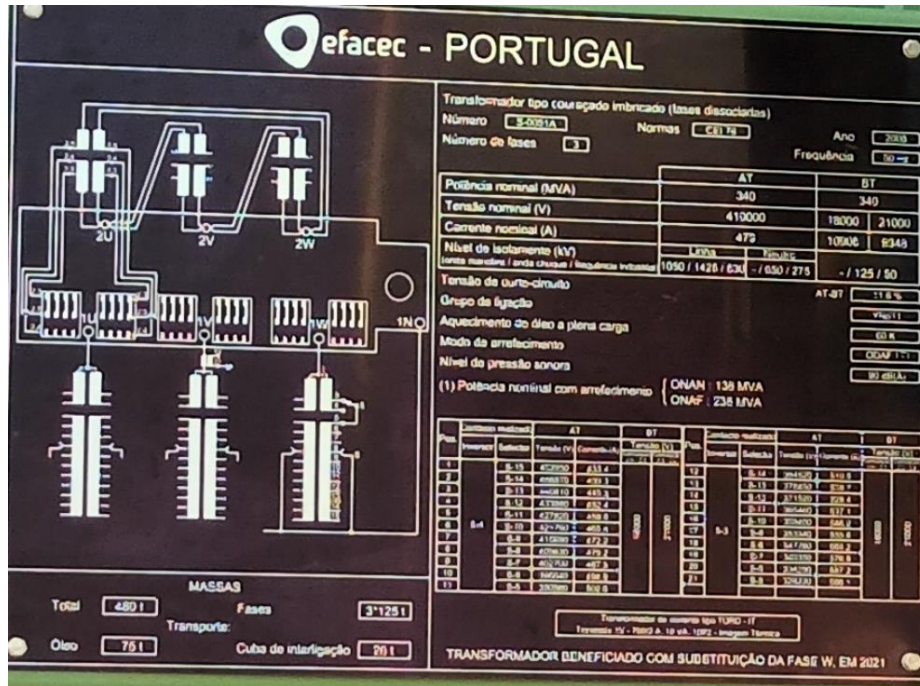


Figura 53 - Chapa de características do transformador.

Tabela 7 - Tabela de características do transformador.

Tipo	Trifásico - Shell
Potência (MVA)	136/228/340
Arrefecimento	ONAN/ONAF/ODAF
Tensão (kV)	410/18 - 21
Frequência (Hz)	50
Grupo vetorial	Ynd11

Os ensaios realizados foram os seguintes:

- Resistência de isolamento dos enrolamentos;
- Capacidade e tangente de delta dos enrolamentos;
- Capacidade e tangente de delta das travessias condensadoras;
- Corrente de excitação;
- Relação de transformação;
- Resistência dos enrolamentos;
- Análise de resposta em frequência (SFRA);
- Análise físico-química juntamente com os gases dissolvidos ao/no óleo isolante.

Resultados

- A análise dos resultados obtidos, no ensaio da Resistência Óhmica dos Enrolamentos, permitiu concluir a existência de falta de uniformidade entre a fase W com as restantes (quer no enrolamento da AT quer no da BT) [17].
- No Ensaio de SFRA (Análise de Resposta em Frequência) observou-se incoerência (comparando com o medido na entrada em serviço - 2013 no relatório n.º S13.0612). Este comportamento evidencia deslocamento das fases após defeito.
- Os ensaios de gases dissolvidos no óleo revelam um teor de gases anormalmente elevado e indiciam um defeito interno de elevada energia.
- Dos ensaios realizados, quer no enrolamento da AT quer no da BT, confirma-se defeito grave na fase W, com presença de espiras em curto-circuito e deslocamento da fase. As travessias condensadoras das fases 1W e 1N, encontram-se danificadas. Foi recomendado a realização de uma inspeção interna, no intuito de verificar os danos e a sua extensão.

Foi recomendado ensaios elétricos de diagnóstico aos restantes transformadores pertencentes a este grupo. Após análise dos resultados dos ensaios foi tomada a decisão de trocar o transformador por o de reserva.

4.2.6. Substituição do transformador

Um trabalho desta dimensão sem ser preparado antecipadamente traz várias dificuldades acrescidas, tanto a nível de mão-de-obra como de equipamentos para a realização dos trabalhos. Num curto espaço de tempo teve de se tratar da subcontratação das empresas que iriam intervir na troca dos transformadores, mão-de-obra e equipamentos como plataformas elevatórias, grua e tratores para a deslocação do transformador sobre os carris. Era importante o trabalho ser realizado rapidamente devido ao facto de o grupo estar indisponível.

Para que a passagem do transformador pudesse acontecer procedeu-se à desmontagem do parque de 400kV, TIs, TTs, seccionador e tubagens do sistema de incêndio. Para a desmontagem do seccionador e de forma agilizar os trabalhos, existe uma ferramenta

(ilustrada na Figura 54) que permite desmontá-lo o mínimo possível, demorando menos tempo, mas também para (na montagem) o seccionador manter as condições anteriores em termos de afinações. Foram desfeitas as ligações em falta no transformador, ponto neutro e as ligações hidráulicas do transformador ao conservador.



Figura 54 - Ferramenta para desmontagem do seccionador.

Após o caminho estar desimpedido, por meio de tratores (como ilustrado na Figura 55) procedeu-se à movimentação do transformador.



Figura 55 - Movimentação do transformador.

Este trabalho que decorreu dentro da normalidade, apenas de salientar que teve de ser substituída uma roda (devido ao seu mau estado) para poderem continuar com a movimentação do transformador. Depois desse pormenor ficar resolvido, por meio de macacos hidráulicos elevou-se o transformador a uma altura que permitisse proceder à rotação das rodas de 90°, para assim deslocar o transformador noutra direção que não obstruísse a passagem do transformador de reserva.

Antes de iniciada a deslocação do transformador de reserva foi desfeita a ligação hidráulica do transformador para o conservador ilustrado na Figura 56.



Figura 56 - Ligação hidráulica do transformador para o conservador.

A movimentação para o respetivo local decorreu sem problemas, na parte final a maior dificuldade foi ajustar a furação das barras blindadas com o transformador, dado que o espaço de manobra era reduzido.

Para verificar se os TTs e TIs tinham ficado danificados na sequência do incidente no transformador, procedeu-se a medições efetuadas por uma empresa externa, tendo apurado que não tinham sido atingidos. Foi dado início à remontagem do parque 400kV.

O conservador foi aberto para inspecionar, como ilustrado na Figura 57. Este está dividido em duas secções, a maior para as cubas das fases do transformador e a secção menor para a cuba do comutador de tomadas. O diafragma do conservador teve de ser calibrado, e em seguida foi realizado o enchimento com azoto.



Figura 57 - Interior do conservador.

Foram requisitadas as travessias que estavam no armazém, estavam aplicadas num bloco hidráulico como ilustrado na Figura 58. As travessias foram transportadas para junto do transformador.



Figura 58 - Travessias em armazém.

O objetivo foi colocar as três travessias no transformador para poderem colocar o óleo em funcionamento, estabilizar as temperaturas e iniciar a filtragem do óleo o mais rápido possível. Na Figura 59 está ilustrada uma travessia a ser instalada no transformador com auxílio de uma grua.

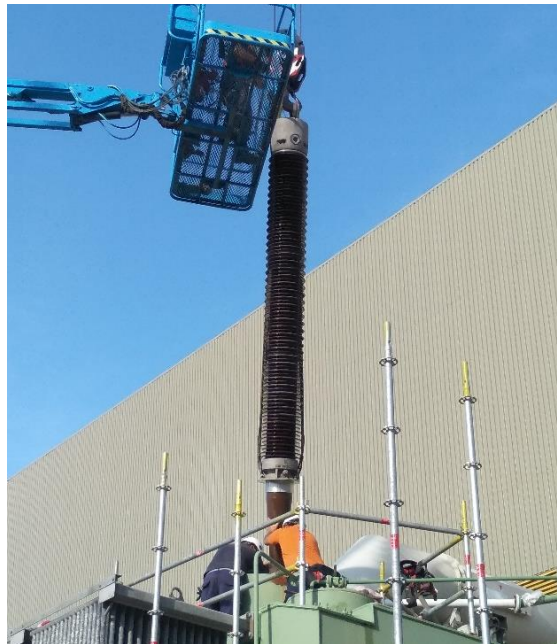


Figura 59 - Instalação de uma travessia.

Retirado o filtro de óleo do transformador danificado e realizadas as alterações necessárias a nível de tubagens para o instalar no transformador de reserva. O filtro de óleo é importante para retirar a humidade e impurezas. Este filtro tem ligação apenas com a cuba do comutador de tomadas.

Também foi requisitado o comutador de tomadas (*ruptor*) que estava no armazém para se colocar no transformador. Antes de ser instalado foram realizadas medições, como ilustrado na Figura 60, para verificar as suas condições de funcionamento.



Figura 60 - Medições ao comutador de tomadas.

Subsequentemente, foi iniciada a drenagem de uma parte do óleo do transformador para se proceder à filtração, com intervenção de uma depuradora (Figura 61). Durante o processo de filtração é utilizado um óleo de sacrifício para limpar alguns dos resíduos que estão no interior do transformador (como, por exemplo, papel).

No processo de secagem do óleo, a depuradora aquece o óleo até aos 100°C, nessas condições o óleo fica menos viscoso, ou seja, mais fluído. A essa temperatura a água evapora e com o auxílio de uma bomba de vácuo esse vapor é retirado. Este processo não tem consequências negativas para o óleo. A função é migrar a humidade do papel para o óleo, com o objetivo de atingir apenas 3 a 4 PPM de água no óleo.



Figura 61 - Depuradora.

Devido ao facto do novo transformador ter uma dimensão diferente do anterior foram efetuadas novas furações para a colocação da estrutura de tubagens do sistema contra incêndios.

Na sequência dessas alterações, também foram substituídos a enclausura e o condensador da fase U que tinham ficado danificados com a descarga à terra (Figura 62).



Figura 62 - Substituição da enclausura e o condensador da fase U.

Posteriormente, foram efetuadas as ligações dos quadros dos seccionadores e dos TTs e beneficiados os isoladores dos descarregadores de sobretensões, TIs e TTs. Nos isoladores de porcelana a presença de poluição origina correntes de fuga não controláveis que levam ao contornamento da corrente elétrica.

Uma ação de manutenção realizada em subestações elétricas é a limpeza dos isoladores, a sujidade acumula-se e pode originar descargas. Trabalho realizado com recurso a água desmineralizada e solventes de limpeza por parte da Efacec.

Durante o ensaio verificaram que uma barra blindada estava com uma resistência de isolamento um pouco mais baixa que as outras duas. Os técnicos procederam à limpeza de um isolador junto ao interruptor seccionador, resultando em melhorias consideráveis, mas mesmo assim abaixo dos valores das restantes.

A Labelec, empresa do grupo EDP, deu início aos ensaios ao transformador, começou-se na sala do conronic (sistema de controlo da central a carvão) com os conversores de medidas. De seguida injetou-se tensão nos TTs de 18 kV onde se deu a passagem, foi detetada uma ligação mal realizada (estava realizada conforme o esquema, mas diferente dos outros dois TTs).

No equipamento ilustrado na Figura 63 de ensaios da Labelec, as fases não apareciam desfasadas 120° como era expectável, uma fase estava a 30° , a outra fase a 90° e a última a 150° .



Figura 63- Equipamento para ensaios da Labelec.

Este tipo de ensaios tem esse intuito, verificar após a realização dos trabalhos se as ligações ficaram bem efetuadas e verificar se as proteções atuam quando é suposto atuarem. Na Figura 64 está ilustrado o ângulo de desfasamento das tensões após as ligações terem sido efetuadas como pressuposto.



Figura 64 - Ângulo de desfasamento 120° das tensões.

A General Electric foi outra empresa que se deslocou ao CPEP, iniciou os ensaios aos relés das proteções do alternador, tendo em conta que na energização um relé de proteção queimou. Devido ao facto de ser um sistema *Fail Safe* o relé está sempre a 0, muda de estado quando é energizado e passa a 1. Assim, tem de se garantir que quando os relés forem energizados estão em perfeitas condições de funcionamento e mudam de estado, se estiverem inoperacionais esse evento não vai acontecer. Era expectável que o gerador não tivesse sofrido danos porque na altura do sucedido o interruptor seccionador estava aberto.

Um dos aspetos a ter em atenção quando se efetuam as injeções de sinais consiste em, ao abrir os circuitos para realizar as medições, verificar se no final dos trabalhos os contactos voltam à posição original. Pode-se correr o risco de algumas proteções não ficarem ativas ou algum problema ocorrer porque o sistema não está a ‘ver’ algum equipamento.

Ligou-se os tendais às travessias para que a Labelec pudesse efetuar os ensaios em falta. Injetou-se 380V em cada uma das fases nos TTs no lado da alta tensão 400kV e assim verificar qual a tensão que estaria no lado da baixa tensão 18kV, ou seja, uma tensão inferior à que estava sendo injetada tendo em conta a relação de transformação. Neste caso o transformador estava como redutor de tensão.

Era importante perceber se as correntes e as fases estavam corretas, não havia discrepâncias. Não foi possível observar a tensão homopolar, a impedância do transformador é muito grande e não permitia que a tensão chegasse a zero. Ao ligar a fonte de teste (380V) nos TTs de 18kV, junto ao interruptor seccionador, já conseguiram ver as tensões homopolares.

Depois dos testes estarem finalizados no parque de 400kV por parte da Labelec, a Efacec desligou novamente os tendais para repetir os testes e registar os valores consoante iam subindo e descendo tomadas no comutador de tomadas.

Verificaram-se alguns problemas com as ligações do comutador de tomadas, certamente devido ao conversor binário decimal (BCD) ilustrado na Figura 65. Neste caso existia um desfasamento de duas tomadas entre o transformador e a sala de comando. Verificaram que no outro transformador a tomada 11A, 11B, 11C estava com um *shunt*, pelo que foram restabelecidas as ligações.

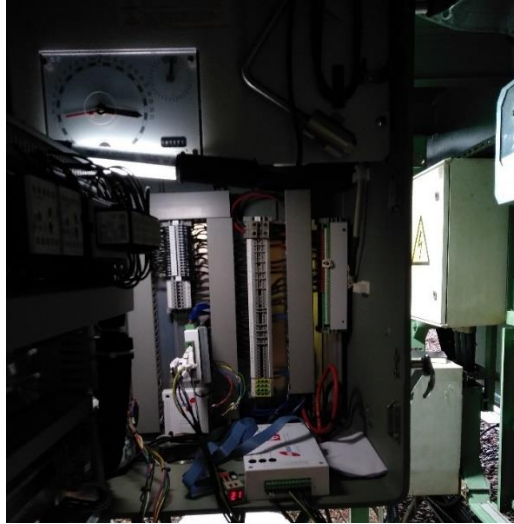


Figura 65 - Conversor binário decimal (BCD).

4.2.7. Energização do transformador de reserva

Antes de realizar a energização ao transformador foi ensaiado o sistema de incêndio, tendo funcionado bem (este sistema disparou sem qualquer problema).

A energização do transformador ocorreu dentro do espectável. Após a energização, foi necessário acompanhar a subida das temperaturas do transformador (Figura 66) e perceber se existia alguma anomalia; tendo-se verificado uma subida gradual da temperatura até estabilizar no valor de 50°C.

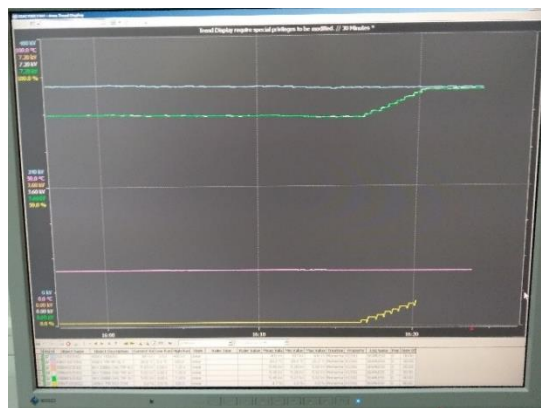


Figura 66 - Subida das temperaturas do transformador.

O transformador ficou em vazio durante 12h, sendo monitorizado o seu funcionamento. Depois dessas 12h foram sendo adicionados consumidores e retirada a indisponibilidade do grupo.

Após três dias do transformador ter sido energizado, o grupo teve ordem de arranque e não houve incidentes, tendo o comportamento do transformador sido normal.

4.2.8. Conclusão

Foram 16 longos dias, o mais importante foi conseguir ter o grupo disponível e durante a realização dos trabalhos não terem ocorrido acidentes. Foi uma experiência bastante enriquecedora com toda a sequência de trabalhos desenvolvida.

Pelas informações recolhidas no local, pela ausência de dados oscilográficos e pela inspeção realizada aos enrolamentos do transformador, não foi possível ter a certeza da causa raiz do defeito. No entanto, pode-se concluir que será muito provável que a origem da falha esteja relacionada com um curto-circuito bifásico externo ao transformador, do lado da BT, alimentado pela rede de 400kV [18].

4.2.9. Avaliação do transformador danificado

Depois de todo o processo da substituição do transformador foi importante perceber o estado real do transformador que estava danificado. Esta tarefa é importante não só para obter mais conclusões do sucedido, mas também para se perceber se se justificava a sua reparação (avaliação de custo-benefício).

A primeira etapa foi retirar todo o óleo para permitir realizar uma inspeção dentro do transformador. Foram abertas as portas da cuba do comutador de tomadas, ilustrado na Figura 67, verificou-se alguns resíduos de papel no seu interior.



Figura 67 - Cuba do comutador de tomadas.

Na cuba da fase W, ilustrada na Figura 68, foi onde se detetou mais estragos. Nesta cuba havia cabos carbonizados e danificados bem como resíduos de papel queimado no interior. Nas cubas das outras fases não se verificaram nenhuma anomalias.



Figura 68 - Cuba da fase W.

Por questões de segurança e como se estava perante um espaço confinado, antes da entrada de pessoas no transformador foi colocado um moto-ventilador a retirar o ar que estava no interior do transformador e um compressor a auxiliar a circulação, para que fosse possível a entrada em segurança. Para os técnicos entrarem no transformador é necessário levarem consigo um equipamento de medição de gases.

Depois de realizada a inspeção ao transformador, este seguiu para análise dos custos de uma eventual reparação.

4.3. Revisão geral do grupo 40

Nesta secção apresentam-se alguns trabalhos realizados na revisão geral das 25000 horas, tendo sido a primeira *Major* (manutenção principal) no grupo 40 com tempo de duração estimado de 40 dias. Grande parte dos equipamentos foram inspecionados pela primeira vez, como por exemplo a turbina a gás e alguns motores elétricos foram para revisão geral.

Na primeira parte desta secção são referidos os ensaios realizados aos motores para verificar a sua condição, posteriormente os trabalhos na revisão geral e são apresentadas as obras-tipo referentes aos trabalhos a realizar durante as intervenções.

A informação contida nas obras-tipo é fornecida ao prestador de serviços que efetuar a manutenção nos equipamentos. Estas 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 Maximo.

Num mercado cada vez mais competitivo é da maior importância conseguir produzir com o menor custo e de forma ininterrupta. A única forma de o conseguir, sem otimização de processos e investimento em novo equipamento, é através da manutenção adequada do equipamento existente para assim garantir a sua fiabilidade e eficiência. Os procedimentos e técnicas de manutenção evoluíram muito, desde os tempos em que os equipamentos eram deixados em serviço até falharem, sendo depois substituídos.

Nos dias de hoje, com a hipótese de existirem equipamentos de monitorização sofisticados, com capacidade de leitura de distintas variáveis e respetiva análise por sistemas de *cloud*

computing e inteligência artificial, é possível conseguir definir o tempo de vida útil de um motor com maior precisão, isolar possíveis falhas e evitar paragens inoportunas.

É importante compreender que os motores elétricos (eventualmente) falham. Apesar de haver falhas extremamente difíceis de prever, a grande maioria das falhas que levam à indisponibilidade dos equipamentos podem ser evitadas com um plano de manutenção eficiente.

A análise de vibração é um componente importante de qualquer plano de manutenção preditiva de equipamentos rotativos. Por norma todos os motores vêm equilibrados dinamicamente de fábrica. Na instalação podem aparecer vibrações devido a ressonância das fundações, mau alinhamento, variação de alinhamento, desequilíbrio no acoplamento, etc. Em funcionamento podem suceder avarias no motor que provocam o aumento de vibrações como por exemplo, barras rotóricas partidas, danos nos rolamentos, desequilíbrio de fases, etc.

A amplitude das vibrações pode ser medida com bastante precisão, mas é sempre imprescindível ter em conta os limites de vibração admissíveis para os diferentes motores. Os equipamentos mais avançados são dotados de capacidade para analisar o espectro de forma a conseguir isolar a causa da avaria.

No caso da monitorização contínua de equipamentos, através da utilização de algoritmos de análise de padrões e amplitudes da vibração a determinadas frequências, pode-se obter estimativas de prováveis falhas com muita precisão.

Entre as falhas mecânicas mais relevantes que a análise de vibração pode revelar são [19]:

- Desequilíbrio. Um ponto mais pesado num componente rotativo que causa vibração quando esta massa roda em redor do eixo da máquina, criando uma força centrífuga que provoca desgaste acentuado de rolamentos e diminuição da eficiência energética;
- Desalinhamento. Forças elevadas geradas quando os eixos da máquina estão desalinhados. Como no desequilíbrio, esta falha causa um desgaste acelerado de rolamentos e acoplamentos gerais, resultando em energia desperdiçada;
- Desgaste. À medida que determinados componentes sofrem desgaste, como rolamentos ou correias, as suas propriedades alteram-se e levam a um acentuar da

vibração. No caso de rolamentos, quando uma pista de rolamentos fica picada, as esferas de rolamento passarão nestas micro crateras e irão gerar vibração adicional;

- Montagem. No caso dos rolamentos é importante que estes fiquem justos nas flanges do motor. Qualquer vibração gerada será acentuada e poderá levar a um comportamento destrutivo.

Nos últimos anos têm surgido ferramentas de análise com maior facilidade de uso e que ajudam técnicos com menor formação na área a diagnosticar problemas através da leitura das vibrações e diagnóstico imediato. Estas ferramentas são particularmente úteis em motores elétricos (com número de variáveis significativamente elevado) para identificar a sua condição e assim permitir isolar as falhas a um número restrito de possíveis causas [19].

4.3.1. Ensaios aos motores

Numa ótica de manutenção preditiva e para perceber o estado atual dos motores, foram realizados pela empresa DMC [20] ensaios à condição dos motores. Este trabalho foi realizado ao abrigo da empreitada ‘E52 – 080. Empreitada estado condição motores’ com recurso à obra tipo E0246, apresentada no anexo 3.

4.3.1.1. Enquadramento do trabalho

Uma equipa fez o trabalho de campo nos motores, efetuando a medição das vibrações e uma segunda equipa seguiu para os UBAs onde estão as celas de alimentação de cada motor. Com um equipamento da empresa Artesis [21] foi efetuada uma análise aos motores tendo em conta os valores de tensão e corrente. A Figura 69 representa os equipamentos utilizados para a realização do trabalho.


- Analisador/colector de dados : CSI modelo 2130 RBMconsultant Pro
 - Software Arquivo e Análise : CSI AMS Suite
 - Sistema de Inspeção de Motores em Serviço : Artesis AMT
 - Computador portátil : Dell
- 

Figura 69 - Equipamentos utilizados para a realização do trabalho [20].

Este sistema [20] mede a corrente e a tensão nas três fases enquanto o motor está em operação e cria automaticamente um modelo matemático da relação entre corrente e tensão. Ao aplicar esse modelo à tensão medida, uma corrente modelada é calculada e comparada com a corrente medida/real. Os desvios entre a corrente medida e a corrente modelada representam imperfeições no sistema do motor e equipamento acionado, que podem ser analisados por análise de *Fourier* de forma a dar um espectro de densidade espectral de potência e um algoritmo para avaliar o espectro resultante para identificar avarias específicas ou modos de falha. Na Figura 70 está representado o funcionamento do sistema.

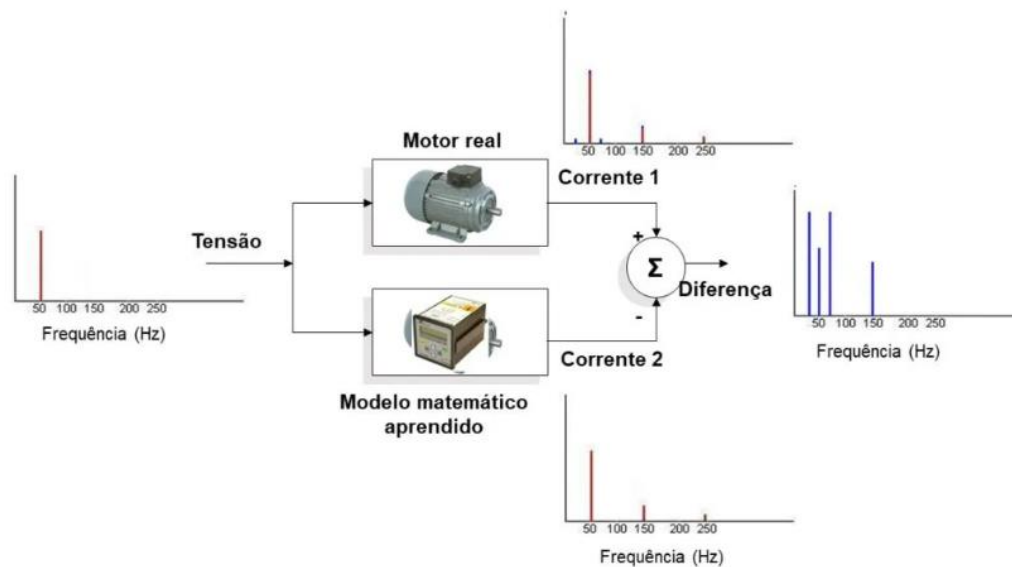


Figura 70 - Funcionamento do sistema [20].

4.3.1.2. Vibrações

Os valores de alerta e alarme, para avaliação da severidade vibratória, foram estabelecidos de acordo com a norma ISO 10816-1 [20], conforme indicado na Tabela 8. Nestas condições, as máquinas foram classificadas de acordo com as suas características, nomeadamente, a potência do motor. Os valores de alerta e alarme, utilizados para avaliação das amplitudes do parâmetro *PeakVue*, foram definidos de acordo com a experiência dos técnicos da DMC [20] em equipamentos similares.

Tabela 8 - Nível global de vibrações [20].

mm.s ⁻¹ RMS	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV
0,28	BOM	BOM	BOM	BOM
0,45				
0,71				
1,12	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL
1,8				
2,8	SEVERO	SEVERO	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL
4,5	CRÍTICO		CRÍTICO	SEVERO
7,1		SEVERO		SEVERO
11,2				
18	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO
28			CRÍTICO	CRÍTICO
45				

* Valores recomendados pela ISO 10816-1

4.3.1.3. Análise da Assinatura Elétrica

O sistema da Artesis [21] é dotado de inteligência artificial e é utilizado para analisar os resultados e fornecer relatórios com os resultados dos ensaios, por comparação com uma base de dados de motores similares. Este tipo de testes só pode ser efetuado em motores com uma intensidade de corrente nominal superior a 30A. A avaliação das medidas está dividida em elétricas e mecânicas.

A análise dos parâmetros elétricos é efetuada automaticamente pelo sistema e o resultado da avaliação é dado como representado na Tabela 9.

Tabela 9 - Análise dos parâmetros elétricos [20].

Status	Name	Value	Reference
OK	Power Factor	0,76	
OK	Active Power [kW]	21	
OK	Reactive Power [kVAr]	18	
OK	Vrms (L-L) [V]	409	Vn ± 10%
OK	Irms [A]	40	≤ In + 10%
OK	V Unbalance [%]	0,28	≤ 2,0
OK	I Unbalance [%]	2,7	≤ 5,0
OK	Frequency [Hz]	50	
OK	THD [%]	0,44	≤ 5,0
OK	3th Harmonic [%]	0,07	≤ 5,0
OK	5th Harmonic [%]	0,28	≤ 5,0
OK	7th Harmonic [%]	0,12	≤ 5,0
OK	9th Harmonic [%]	0,04	≤ 5,0
OK	11th Harmonic [%]	0,01	≤ 5,0
OK	13th Harmonic [%]	0,02	≤ 5,0
OK	Electrical values are within their expected range.		

Simultaneamente é efetuada uma comparação estatística do espectro (como representado na Figura 71), com uma base de dados de motores similares, permitindo ao sistema MCM (monitorização de condição de motores elétricos) a emissão de recomendações de atuação.

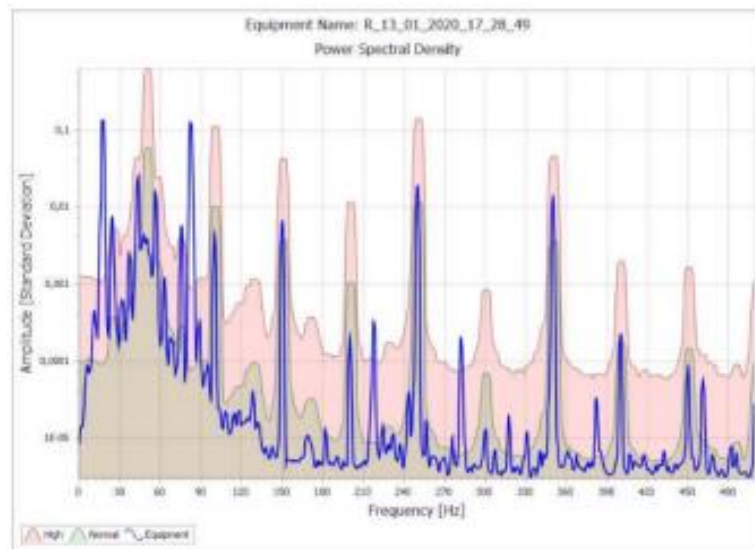


Figura 71 - Espectro de densidade espectral de potência [20].

O resumo da avaliação é apresentado graficamente, como mostra a Figura 72 da seguinte forma:

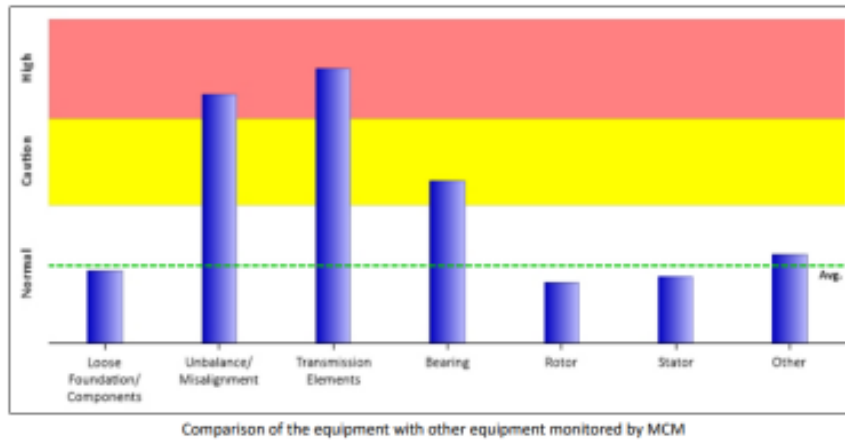


Figura 72 - Resumo da avaliação ao motor [20].

4.3.1.4. Ensaios realizados

Com recurso ao equipamento Artesis, deu-se início aos ensaios nos motores de 6kV, LCB, LAC e PAC. No esquema elétrico da Figura 73, à esquerda identificam-se os bornes para medir a tensão e à direita identifica-se o cabo para medir a corrente com uma pinça amperimétrica.

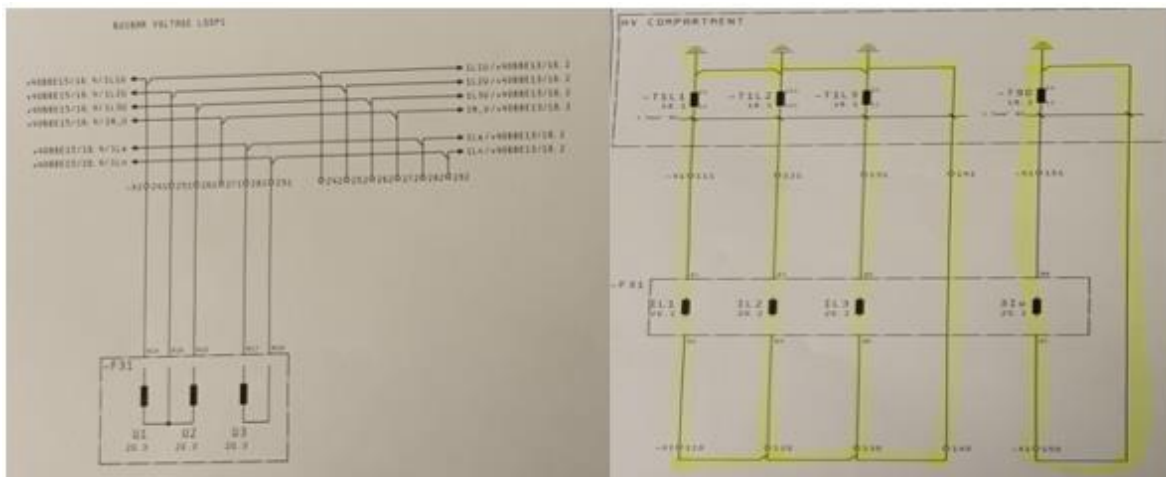


Figura 73 - Esquema elétrico dos TTs do lado esquerdo e TIs do lado direito [22].

A Figura 74 mostra como foram efetuadas as ligações no interior do quadro.

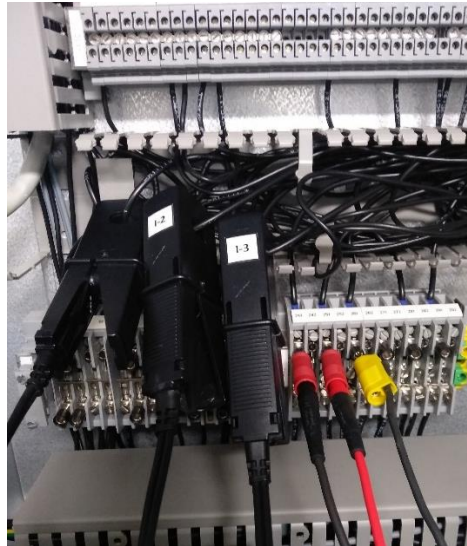


Figura 74 - Ligações para a medição da tensão e corrente.

Os TTs tinham uma relação de transformação que foi identificada no esquema representado na Figura 75, na ordem de 60/1 e os TIs em alguns casos de 100/1, 200/1 ou 300/1, dependendo do motor. Esses valores eram necessários para colocar no equipamento antes de iniciar o teste.

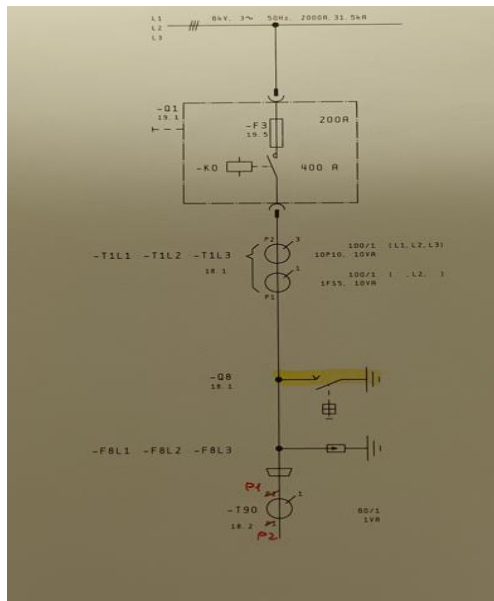


Figura 75 - Relação de transformação TT e TI [22].

O teste demora aproximadamente 45 minutos, se eventualmente alguma das ligações não estiver feita corretamente o equipamento ilustrado na Figura 76, na fase inicial de teste, dá alarme e não deixa continuar com o ensaio.

É importante ter em atenção ao sentido das correntes, por exemplo, do terminal 110 para o 111. Do 110 segue para o TI e do TI vai para o terminal 111 e descarrega à terra, a pinça amperimétrica identifica como tem de ficar colocado.



Figura 76 - Equipamento Artesis.

Os restantes motores de 400V encontram-se em outro UBA, mais precisamente no barramento do BMA e BFE. O procedimento adotado foi colocar a pinça no cabo para medir a corrente e para a tensão utilizou-se um crocodilo para aplicar no barramento. A Figura 77 ilustra como foi efetuado, tendo sido repetido este procedimento para as três fases do motor.

Antes de se efetuarem as ligações era pedido à produção para colocar a bomba fora de serviço e posteriormente para colocar em serviço para realizar o ensaio.

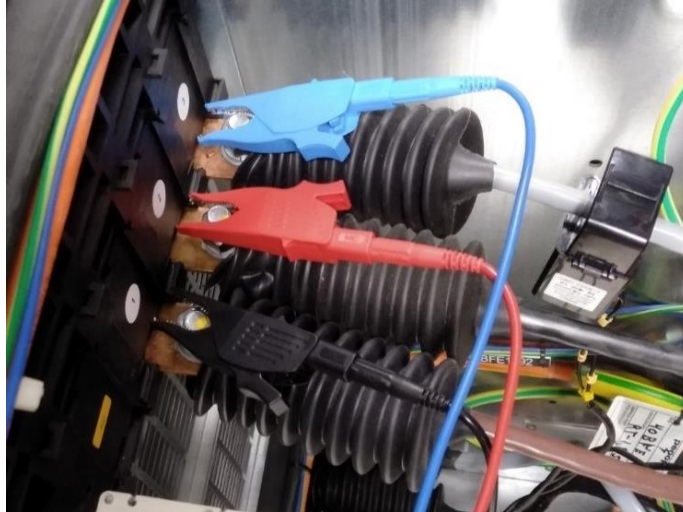


Figura 77 - Ligações motores 400V.

4.3.1.5. Resultados

No Anexo 4 do presente relatório está disponível o resultado da análise efetuada aos elementos recolhidos no motor 40LCA51AP001-M01. No motor referido no anexo, está associado um código relativo à severidade da anomalia detetada. A Tabela 10 apresenta a codificação utilizada para a caracterização dessa severidade.

Tabela 10 - Grau de severidade da anomalia [20].

GRAU	CONCEITO
1	Uma intervenção de manutenção elimina riscos muito elevados de falha iminente do equipamento
2	Uma intervenção de manutenção elimina riscos de falha do equipamento a curto prazo
3	Uma intervenção de manutenção diminui os riscos de desenvolvimento de anomalias no equipamento
4	Equipamento em condições aceitáveis ou em acompanhamento
!	Equipamento não inspecionado

Após os trabalhos respetivos à empreitada ‘E52 – 080. Empreitada estado condição motores’ estarem concluídos e o relatório ter sido entregue por parte da empresa, foi adicionado o relatório a cada obra e concluí-la no programa Maximo.

Depois de recebido os relatórios da empresa DMC foram abertas ROs para os equipamentos mecânicos onde foram detetados problemas, mais propriamente para bombas que tinham problemas de rolamentos ou alinhamentos. Também da análise do relatório foram decididos quais os motores que iam ser intervencionados.

4.3.2. Realização da revisão geral

A decisão dos motores que foram para revisão geral não partiu apenas da análise do relatório, foi tido em conta a sua utilização e redundância. A título de exemplo, as PAC (bomba de água de circulação), os dois motores foram para revisão geral pois são 2*50%, ou seja, as duas bombas estão em funcionamento durante a operação do grupo para poder estar à carga máxima e não perder eficiência.

A empreitada E51.1 foi entregue à empresa IEME, tendo o transporte dos motores ficado a cargo dessa mesma empresa. As empreitadas E51.2 e E51.4 foram entregues à empresa Lehmus tendo o transporte ficado a cargo da Pegop. A revisão a alguns dos motores de 6kV, sem desmontagem do motor, seria realizada nas instalações da Pegop pelos técnicos da empresa IEME.

Consoante o plano entregue pelo planeamento foi necessário coordenar a desmontagem e o envio dos respetivos motores, tendo em atenção que os primeiros motores a enviar seriam os primeiros a chegar com a revisão efetuada, teria de se começar a ensaiar sistemas e ter o motor disponível. Ao todo nesta paragem foram para revisão cerca de 50 motores, ao longo desta secção vai-se referir apenas alguns que, pelas suas características ou trabalho realizado, foram mais interessantes.

As empreitadas referentes aos motores estavam separadas da seguinte forma:

- E51.1 – 070. Empreitada motores de MT e BT 50kW;
- E51.2 – 071. Empreitada motores de BT 50kW;
- E51.3 – 072. Empreitada desligar e religar motores;
- E51.4 – 073. Empreitada revisão motores ATEX.

4.3.2.1. Desmontagem dos motores e transporte

A empreitada E51.3 esteve a cargo da Efacec Servicing, é um empreiteiro permanente na Pegop. Todo o processo efetuado no Maximo como a impressão das obras esteve a seu cargo, bem como o processo de consignação devido ao duplo bloqueio na alimentação elétrica.

Os motores foram desligados consoante uma obra tipo, no anexo 5 está disponível a obra tipo E0255 para desligar e desmontagem de um motor de BT. Nem todos os motores de 6kV foram para revisão geral, dos três que não foram, dois inspecionados no local e o outro foi desmontado para permitir retirar a bomba.

Foi colocado na oficina e ligadas as resistências de aquecimento por causa da condensação, principalmente por causa do choque térmico. Os motores mais antigos (classe E) são de papel, pelo têm mais possibilidade de reter a humidade. Os motores da classe F (ou superior) são de Epóxito não existindo esse problema.

Para cada transporte foi elaborada uma tabela com o KKS, descrição do equipamento, data de entrada e saída, peso e potência (como ilustrado na Tabela 11). Para facilitar o trabalho ao responsável pelo transporte dos motores para a empresa IEME.

Tabela 11 - Primeiro transporte para a IEME.

Transporte 1					
KKs Motores	Descrição do Equipamento	Saída	Entrada	Peso (Kg)	Potência kW
40LCA51AP001 -M01	MOT BB 1 RECIRCULAÇÃO CONDENSADOS	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	1110	160
40GML11AP001 -M01	MOT BB 1 SIST DRENAGEM POLISHING CONDENSADOS	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	36	2,1
40LAC11AN050 -M01	MOT VENT 1 CASA INSONORIZAÇÃO BB ÁGUA ALIMENTAÇÃO	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	25	0,53
40LAC11AN051 -M01	MOT VENT 2 CASA INSONORIZAÇÃO BB ÁGUA ALIMENTAÇÃO	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	25	0,53
40SAM20AN001 -M01	MOT VENT 1.1 EXTRACÇÃO AR EDIFÍCIO TURBINAS	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	205	30
40PAC12AP001 -M01	MOT BB 2 ÁGUA CIRCULAÇÃO CAR	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	8700	930
40LCB12AP001 -M01	MOT BB 2 EXTRACÇÃO CONDENSADOS PRINCIPAIS	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	5000	580
40PAD11AN001 -M01	MOT VENT 11 TORRE REFRIG	03/02/2021 00:00	08/02/2021 00:00	1450	200
Total				16551	

Após a desmontagem, os motores foram colocados num determinado local para depois serem recolhidos pela transportadora. Foram aplicados travamentos no veio dos motores com maior dimensão, como representado na Figura 78. O veio vai travado para que as chumaceiras não vão a bater e assim danificar os rolamentos após a revisão.

Para os motores em que ainda não existia o travamento, foi aberta RO para a sua execução. Posteriormente à realização dos trabalhos, foi criado um código para o travamento e colocado na ferramentaria Pegop para uma futura utilização.



Figura 78 - Travamento no veio do motor.

A Figura 85 apresenta uma imagem de um transporte a ser preparado.



Figura 79 - Transporte a ser preparado.

Independentemente das condições atmosféricas, o transporte é sempre efetuado com a carga tapada com oleados como representado na Figura 80.



Figura 80 - Carga tapada com oleados.

4.3.2.2. Trabalhos executados nas revisões dos motores

Esta secção refere-se à revisão de dois motores de 6kV, o motor 40LAC11AP001-M01 cuja inspeção foi realizada no local sem desmontagem. No caso do motor 40PAC11AP001-M01, a sua revisão geral foi realizada nas oficinas da IEME.

Manutenção do motor 40LAC11AP001-M01

As intervenções de manutenção no motor 6kV 40LAC11AP001-M01 incluíram:

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

Uma das obras referida, a obra G202006192 (número de obra Maximo), cujo ecrã principal que se apresenta na Figura 81, refere-se à Inspeção no local sem desmontagem do motor MT 6 kV com a obra tipo E0001 e que está colocada no Anexo 6.

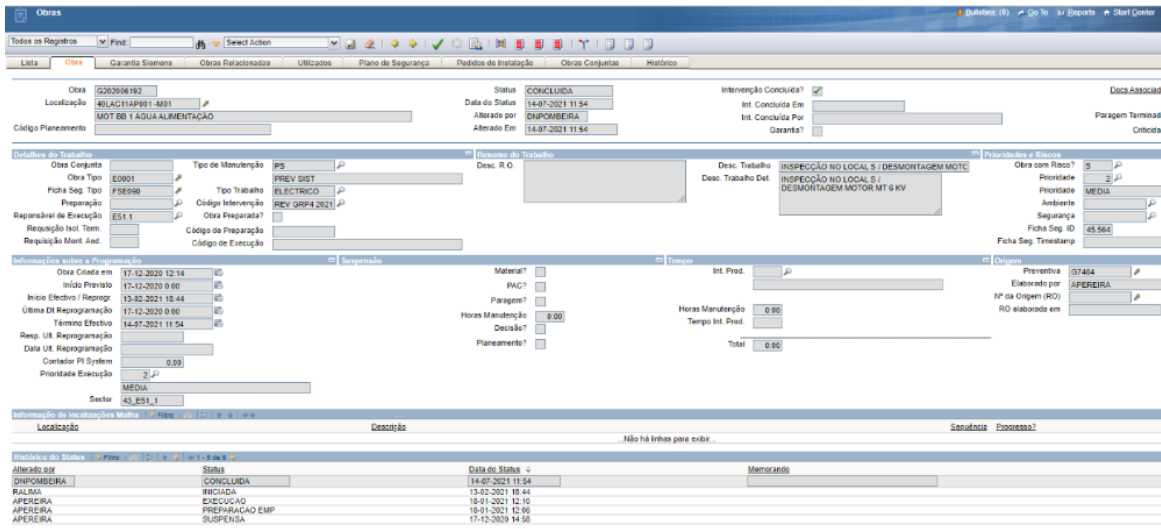


Figura 81 - Obra Maximo G202006192.

Foi necessário retirar a enclausura das LACs, com o recurso a uma grua elevar o permutador do circuito de refrigeração (ilustrado na Figura 82), realizar o ensaio hidráulico e verificar a sua estanquicidade, o teste foi feito a 6bar. Foi feita a beneficiação à instrumentação e à resistência de aquecimento.



Figura 82 - Ensaio ao circuito refrigeração [23].

Ao desmontar a chumaceira foi necessário elevar o veio do motor com recurso a um hidráulico, verificou-se que tinha alguma oxidação (ilustrado na Figura 83), devendo-se certamente ao facto de aquele motor ter estado algum tempo parado e aquela zona não ter

sido lubrificada, ou ter existido alguma condensação naquele local. Foi efetuada a medição do interior da chumaceira e exterior do veio para verificar folgas.

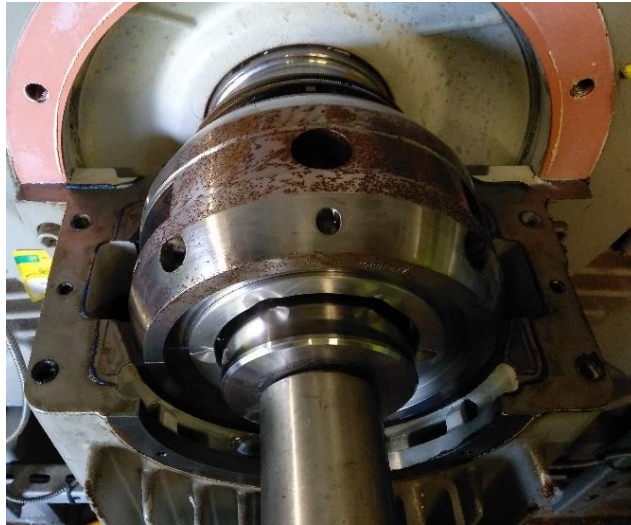


Figura 83 - Chumaceira oxidada.

Todas as verificações e medições foram realizadas conforme indicação da obra tipo, no anexo 7 está disponível o relatório de intervenção ao motor.

Manutenção do motor 40PAC11AP001-M01

As intervenções de manutenção no motor 6kV 40PAC11AP001-M01 incluíram:

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

Uma das obras referida, a obra G202100313 (número de Obra Maximo) cujo ecrã principal se apresenta na Figura 84, refere-se à revisão geral do motor MT 6kV com a obra tipo E0009 e que está colocada no Anexo 8.

Obras

Todos os Registos

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

Obra: G202100313 Status: CONCLUÍDA Intervenção Concluída? Data do Status: 13-07-2021 16:37 Int. Concluída Em: Int. Concluída Por: Alterado Em: 13-07-2021 16:37

Localização: 40PALCIAP061 - MT Paragem Terminada? Paragem Terminada? Criticidade

Código Planeamento: M0T 06 1 AGUA CIRCULAÇÃO

Detalhes da Obra

Obra Copiada: PS Tipo de Manutenção: PS Descrição Trabalho: REVISÃO GERAL MOTOR MT 6KV Proprietário da Obra: S

Obra Tipo: E0009 Tipo Trabalho: ELECTRICO Desc. Trabalho: REVISÃO GERAL MOTOR MT 6KV Desc. Trabalho Det.: REVISÃO GERAL MOTOR MT 6KV Obra com Risco? 5

Ficha Seg. Tipo: PSE009 Código Intervenção: REV GRP4 2021 Prioridade: MEDIA

Preparação: ES1 1 Obra Preparada? Ambiente: Segurança: Ficha Seg. ID: 47.041

Responsável de Execução: ES1 1 Código de Preparação: Código de Execução: Ficha Seg. Timestamp

Requisição Incl. Term: Requisição Incl. And. Tempo

Informações sobre a Programação

Obra Criada em: 21-01-2021 14:23 ID: Material? Int. Prod.: Nº da Obra

Início Previsto: 21-01-2021 9:00 ID: PACT? Horas Manutenção: 0:00

Início Efectivo / Reprog: 10-02-2021 14:55 ID: Paragem? Tempo Int. Prod.: Total: 0:00

Última Et. Reprogramação: 21-01-2021 9:00 ID: Decisão? Horas Manutenção: 0:00

Término Efectivo: 13-07-2021 10:37 ID: Planeamento? Tempo Int. Prod.: Total: 0:00

Resp. UI. Reprogramação: Contador PI System Prontidão Execução: MEDIA Sector: 01_EST_1

Preventiva: G7532 Elaborado por: APEREIRA Nº da Origem (RO): RO elaborada em:

Informação de localizações Malha

Localização	Descrição	Seriedade	Processo?
Não há linhas para exibir.			

Histórico do Status

Alterado por	Status	Data do Status	Memorando
DISPOMBEIRA	CONCLUÍDA	13-07-2021 16:37	
ACSDONHOS	ENCERRADA	10-02-2021 14:55	
APEREIRA	EXECUÇÃO	27-01-2021 16:25	
APEREIRA	PREPARAÇÃO EMP	27-01-2021 16:25	
APEREIRA	PLANEAMENTO	21-01-2021 14:23	

Figura 84 - Obra Maximo G202100313.

A revisão geral do motor foi realizada nas oficinas da empresa IEME, tendo levado uma intervenção profunda. Na Figura 85 estão representados alguns aspetos durante a beneficiação do motor.



Figura 85 - Aspetos durante a beneficiação do motor [23].

Na Figura 86 estão representados alguns aspetos da beneficiação do motor, aplicação de verniz isolante, montagem do rotor para posteriormente serem montados os rolamentos novos.



Figura 86 - Pintura epóxi e montagem do rotor [23].

Na Figura 87 estão representados os aspetos finais da beneficiação do motor, com a instrumentação instalada e pintura Epóxi.



Figura 87 - Aspetos finais da beneficiação do motor [23].

Todos os trabalhos efetuados, verificações e medições foram realizadas conforme indicação da obra tipo, no anexo 9 está o relatório da intervenção ao motor.

4.3.2.3. Montagem dos motores e alinhamento.

A montagem dos motores foi realizada tendo em conta o planeamento, mas também a sua chegada, tendo corrido tudo de acordo como esperado, sem aspetos relevantes apontar. Todas as ligações foram marcadas na desmontagem, de qualquer forma, se alguma fase fosse trocada, no ensaio ao sentido de rotação do motor o erro é detetado.

Na Figura 88 mostra-se uma imagem associada ao trabalho de alinhamento do motor com a bomba, usando um equipamento da SKF. Este trabalho foi realizado pela oficina mecânica da Efacec Servicing.



Figura 88 - Alinhamento do motor com a bomba, com um equipamento da SKF.

Para a realização do alinhamento são utilizados calços calibrados na base dos motores, sendo colocados/retirados calços até se garantir o alinhamento, em caso de necessidade poderá ter de se mexer na bomba.

4.3.2.4. Ensaios dos motores

Após os motores terem sido montados e alinhados existiam condições para realizar o ensaio. Essa autorização vinha quando o gabinete de paragem assim o entendia, tinham de realizar desconsignações e ter condições ao nível da operação para colocar outros equipamentos em funcionamento.

Durante o ensaio é importante verificar o sentido de rotação do motor, detetar algum ruído anormal, fazer a medição do pico da corrente no arranque e em plena carga e realizar a medição das vibrações. Os valores das medições eram colocados na obra tipo e eram arquivados no fecho da obra no programa Maximo. Os motores de 6kV têm instrumentação para medir as vibrações e temperaturas, o *faceplate* do T3000 tem esses valores para consulta (como mostra a Figura 89).

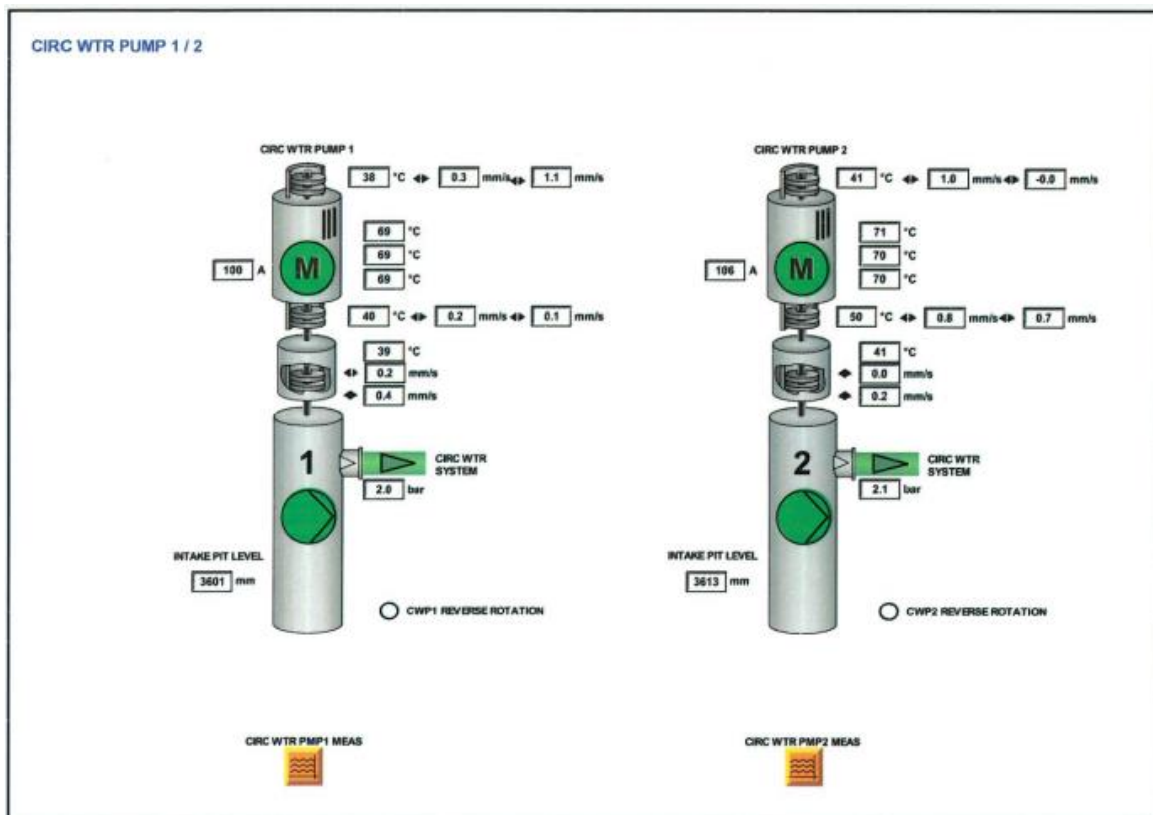


Figura 89 - Faceplate T3000 PAC11/PAC12 (retirado do T3000 Siemens).

Durante o ensaio está sempre um técnico da lubrificação, para o caso de haver necessidade de colocar lubrificante. A existência de vibrações elevadas no motor pode ser consequência de falta de lubrificante. Pelo contrário, excesso de lubrificação dos rolamentos do motor faz com que os rolamentos deslizem ao longo das pistas em vez de girarem, ou pode fazer com que a massa lubrificante chegue aos enrolamentos levando a que estes fiquem isolados com lubrificante, levando ao aumento geral da temperatura do motor e à diminuição da sua vida útil.

4.3.3. Resolução do problema do motor 40LAC51AP001-M01

O motor de recirculação de condensados, 40LCA51AP001-M01, foi uma exceção à regra, todos os restantes alinhamentos decorreram dentro da normalidade com maior ou menor complexidade.

Após o alinhamento do motor e posterior ensaio para verificar o estado do equipamento, a medição de vibrações detetou valores muito altos, fora do normal, não sendo possível colocar o motor em funcionamento. Foi repetido o processo de alinhamento mais algumas vezes, inicialmente acoplado à bomba e posteriormente sem estar acoplado para perceber se eventualmente o funcionamento da bomba pudesse estar a influenciar as vibrações no motor, mas não se obtiveram resultados significativos.

A primeira questão foi saber se a manutenção ao motor teria sido bem realizada, poderia ter existido um problema na montagem dos rolamentos e daí estar a existência das vibrações. Após contacto com a empresa que realizou a manutenção ao motor, para obter esclarecimentos acerca do trabalho que tinha sido realizado, fomos informados que os rolamentos tinham sido trocados e que o ensaio em bancada não tinha evidenciado vibrações elevadas, estando em boas condições para ser instalado e colocado em serviço.

Num dos últimos ensaios realizados, sem nunca colocar em causa a segurança do equipamento nem dos técnicos que estavam a realizar o trabalho, foi aliviado um dos parafusos de fixação do motor à estrutura de betão tendo em conta que o motor está fixado em quatro pontos. Em seguida, realizaram-se as medições das vibrações com o ponto de

fixação aliviado e verificou-se uma melhoria significativa dos valores das vibrações. Chegou-se à conclusão de que se poderia estar perante um caso de “pata coxa” do motor.

Devido ao facto de não se obterem resultados com o alinhamento do motor, foi contactada a empresa DMC, que já tinha realizado o ensaio à condição dos motores, para saber se existia a possibilidade de realizarem o alinhamento ao motor e o respetivo orçamento para o trabalho a realizar.

O orçamento enviado pela empresa teve aprovação do superior hierárquico. Após a confirmação que o trabalho podia ser realizado elaborou-se o PAC e a FIT para a entrada do técnico da DMC.

Foi elucidado o técnico acerca do problema e qual a solução que tínhamos para a resolução do mesmo. Depois de alguns ensaios decidiu que o trabalho a fazer passava em primeiro lugar por calçar o motor com os calços calibrados e assim eliminar a “pata coxa”, ou seja, deixar o motor assente todo por igual sem haver torção da estrutura do motor e reduzir as vibrações.

Ao ensaiar o motor desacoplado da bomba verificou-se que as vibrações estavam aceitáveis. De seguida partiu-se para o alinhamento do motor com a bomba, podia existir a necessidade de mexer na bomba, mas tal não se verificou. Durante o alinhamento teve de se ter em atenção que os calços utilizados para eliminar a “pata coxa” não podiam ser removidos, foram considerados o ponto 0 do apoio do motor, a partir daí só podiam ser adicionados calços para o alinhamento ficar concluído.

Foi corrigida a condição de “pata-coxa” com a substituição dos calços existentes, como ilustrado na Figura 90 do lado esquerdo. Os valores finais de alinhamento registados entre a bomba e o motor são apresentados na Figura 90 do lado direito. Conforme se pode observar, os desvios registados estão dentro da tolerância especificada após as ações de correção de alinhamento.



Figura 90 - Condição de final de “pata-coxa” do motor ((do lado esquerdo) e Condição de alinhamento final motor/bomba (do lado direito) [24].

No final do alinhamento do motor pôde-se constatar que as medições das vibrações estavam aceitáveis para colocar o motor em funcionamento. Na Tabela 12, estão os valores das medições efetuadas antes e depois da correção.

Tabela 12 - Medições efetuadas antes e depois da correção [24].

Níveis Globais de Vibração (mm.s⁻¹ RMS)

Ponto de Medição	Níveis Globais de Vibração (Antes da Correção)	Níveis Globais de Vibração (Após a Correção)
1 Vertical	4,3	4,3
1 Horizontal	10,4	3,0
2 Vertical	1,3	3,0
2 Horizontal	14,0	4,6
2 Axial	4,5	3,5

A análise dos valores apresentados na tabela anterior revela que, após a intervenção efetuada para correção da condição de “pata-coxa”, os níveis vibrométricos apresentaram uma diminuição significativa segundo a direção de medição Horizontal.

No relatório fornecido pela empresa [24] foram evidenciados alguns problemas existentes como a estrutura onde está assente o motor, que poderiam estar a influenciar negativamente o comportamento do motor, originando um incremento das vibrações. Na Figura 92 está representado uma das sugestões para uma melhoria da estrutura e fixação do motor.

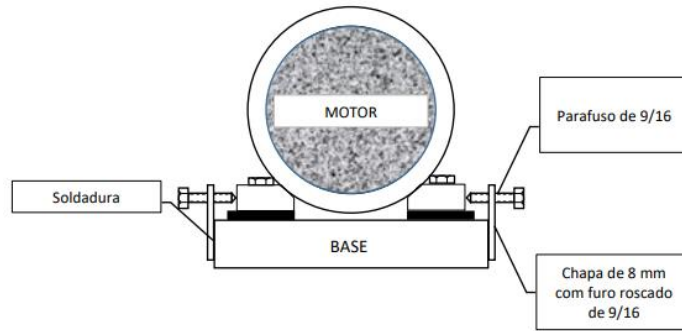


Figura 91 - Melhoria da estrutura e fixação do motor [24].

A melhoria sugerida [24] consiste em colocar parafusos de ajustamento, a fim de evitar pancadas nas patas do motor, e de facilitar o alinhamento no plano horizontal.

A resolução deste problema foi importante para adquirir mais alguns conhecimentos acerca do alinhamento de motores, sendo um aspeto importante para o bom funcionamento do equipamento. Assim, uma vez mais, a resolução deste caso prático foi bastante esclarecedora para uma futura análise a outros motores.

5. CONCLUSÃO

Com a realização deste estágio foi possível aprofundar conhecimentos a nível de centrais térmicas e perceber melhor o funcionamento do departamento de manutenção de uma empresa com esta dimensão.

Durante o decorrer do estágio houve necessidade de utilizar os programas de manutenção existentes na empresa (como por exemplo o Q6 e o Maximo), em que todas as funcionalidades são importantes para a realização dos trabalhos.

Foi desafiante ter a responsabilidade técnica sobre uma área da instalação, nomeadamente as cinzas volantes. Conhecer os equipamentos e o seu funcionamento, permitiu obter mais conhecimento a nível de instrumentação. Programar a execução dos trabalhos em função da disponibilidade dos equipamentos, peças de substituição e mão de obra disponível foi bastante aliciante.

O incidente no transformador do grupo 20 espoleto um maior interesse sobre os transformadores de potência, proporcionando a aquisição de mais conhecimentos sobre estas máquinas. Foi possível acompanhar/observar a realização de trabalhos em que todos os dias foram um desafio, com o objetivo de colocar o grupo disponível o mais rapidamente possível. Este trabalho/tarefa relevou-se como uma experiência bastante enriquecedora.

A preparação e realização da HGPI do grupo 40 também foi bastante importante. Na área dos motores adquiri conhecimentos e competências que só são possíveis presenciando e acompanhando os trabalhos para se obter a experiência necessária. Nas restantes áreas da instalação foi possível observar os equipamentos abertos/desmontados, tendo sido uma mais-valia para entender melhor o seu funcionamento.

O estágio realizado na Pegop foi de elevado valor para mim pois contribuiu para a minha evolução na área da manutenção. No acompanhamento do estágio, foi possível perceber que um plano de manutenção não é estático, está em constante adaptação/correção. Na realização dos trabalhos podem existir adversidades que não estavam previstas, tendo constatado (em


primeira mão) que tem de se reajustar os planos delineados (usando a experiência na definição das melhores táticas) para que o resultado seja a disponibilidade dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

- [1] <https://www.apmi.pt/miss%c3%a3o/> [acedido em 07/10/2022].
- [2] A. C. V. Vieira, Sebenta de Manutenção, LEEC-IPT, Tomar, 2016.
- [3] <http://www.trustenergy.pt/> [acedido em 05/10/2022].
- [4] <http://www.elecgas.pt/pt/Apresentacao/Pegop/Empresa1/Paginas/Empresa> [acedido em 05/10/2022].
- [5] <https://www.google.com/maps/@39.4681817,-8.1118458,1628m/data=!3m1!1e3> [acedido em 11/10/2022].
- [6] <https://pt.wikipedia.org/wiki/Endesa> [acedido em 11/10/2022].
- [7] <https://endesa.pt/particulares/quemsomos/quemsomos.html> [acedido em 11/10/2022].
- [8] PEGOP, Documentação Recursos Humanos, Pego, 2019.
- [9] <https://menger.group/glossar/kks/> [acedido em 01/10/2022].
- [10] PEGOP, HS PR 106 – Procedimento de Consignações, Pego, 2018.
- [11] PEGOP, Manual Geral Central Termoelétrica do Pego, Pego, 2009
- [12] PEGOP, O Funcionamento da Central Carvão, Pego, 2009
- [13] PEGOP, Manuais de Operação, Pego, 2009.
- [14] PEGOP, Manual de instruções operacionais, Pego, 1991.
- [15] Efacec, Efacec Transformadores potência, Pego, 2008.
- [16] <https://pt.linkedin.com/pulse/prote%C3%A7%C3%A3o-63-buchholz-voc%C3%AA-sabe-o-que-%C3%A9-fernando-venancio> [acedido em 17/10/2022].
- [17] Efacec, Relatório de ensaios elétricos ao transformador O23001623, Pego, 2020.

- [18] Efacec, Relatório da falha de serviço E1320051A, 3ª emissão, Pego, 2021.
- [19] Hugo da Costa Melo, Relatório de Estágio Plano de manutenção preditiva para motores elétricos, Coimbra, 2017.
- [20] <https://www.dmc.pt/servico/analise-de-vibracoes/> [acedido em 10/10/2022].
- [21] <https://www.artesis.com/> [acedido em 07/10/2022].
- [22] Siemens, 6kv – SWITCHEAR condensate extra pump 1, Pego, 2009.
- [23] IEME, Relatório da paragem programada do grupo 4 2021, Pego, 2021.
- [24] DMC, Alinhamento do Motor 40LCA51AP001-M01, Pego, 2021.

ANEXO 1 – ARQUIVO DA OBRA 202009689 – 10ETG34CL002

202009689		Obra nº 202009689	
	KKS:		Resp. Execução:
	10ETG34CL002	PRECIPITADORES (COTA 0)	CARV
DETECTOR NÍVEL CZ TREMONHA POTE CZ 34 PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO 1			
<p>Anomalia Constatada / Trabalho Pedido:</p> <p>Verificar sonda de nível. <i>Nota: Nível alto atuado, não corresponde à realidade.</i></p>			
<p>Descrição Trabalho:</p> <p>Verificar sonda de nível</p>			
Código. Interv.:	Nº RO:	126971	Prep. : Romeu Lima
Prioridade: MÉDIA	Nº Preventiva:		Por: Paula Cristina
Tipo Manut.: FORTUITA	Obra Tipo:		Emissor: Alex Pereira
Trabalho: INSTRUMENTAÇÃO	Proc. Tipo:		Data Emissão: 2020/12/21 9:42
Data Início: 2020/12/22 0:00			Prioridade Exec.: 2
PREVISTO			
Especialidade:		INSTRUMENTISTA	
Horas:	0.00	0.00	4.50 0.00
REAL			
Especialidade:			
Horas:			
Lista Equipamentos			



Relatório de Execução

KKS: 10ETG34CL002

OBRA N: 202009689



O que foi encontrado:

- Conversor do detector nível queimado

O que foi feito:

- Substituição do conversor por um da nova série
- Ensaios

Como ficou:

A funcionar

Nota: No caso de não ter espaço suficiente para transcrever tudo o necessário, utilize o verso desta folha.

Data

27/12/2020

O Executante






FICHA DE SEGURANÇA Nº 2020112020

CARVÃO

Elaborada por: **Romeu Lima**

1. INFORMAÇÃO GERAL																																			
Descrição do trabalho: Verificar sonda de nível KKS: 10ETG34CL002 - DETECTOR NÍVEL CZ TREMONHA POTE CZ 34 PRECIPITADOR	Obra Nº: 202009689 Responsável de Execução: CARV																																		
2. FONTES DE RISCO	3. INSTRUÇÕES FUNCIONAIS																																		
Electrocussão (trabalhos sem tensão) Equipamentos sob Pressão Poeiras Temperaturas Ambiente Extremas (calor) Trabalho em Altura	HS PR 208 -ABERTURA DE EQUIPAMENTOS SOB PRESSÃO HS PR 212 -TRABALHOS EM ALTURA HS PR 202 -MONTAGEM DE ANDAIMES																																		
4. RISCOS	5. MEDIDAS DE SEGURANÇA																																		
Asfixia Circuitos indevidamente em tensão Desidratação Esgotamento Físico Explosão (sobrepessão) Intoxicação Lesões Visuais Queda de pessoas a nível diferente Queimaduras	Sempre que seja exequível, providenciar a montagem de andaime. Trabalhadores com formação e experiência nas tarefas a executar Verificação da ausência de tensão																																		
A ESPECIFICIDADE DO TRABALHO EXIGE MEDIDAS ADICIONAIS DE SEGURANÇA?																																			
Confirmar a ausência de tensão, e aquando ensaios utilizar os equipamentos de medida e de segurança adequados. Certificar-se que a área que vai trabalhar está limpa, caso contrário solicitar limpeza dessa mesma área. Em caso de iluminação insuficiente, solicitar na ferramentaria extensão holofote adequado à zona.																																			
6. EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL																																			
EPI mínimo obrigatório: botas de segurança, capacete, vestuário de manga comprida e óculos.																																			
EPI específico para a actividade	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																				✓				✓					✓					
		✓				✓					✓																								
7. INÍCIO DOS TRABALHOS																																			
Nome/Assinatura:	Nome/Assinatura:																																		
Departamento: Data: 22.12.2020	Departamento: Data: 22-12-2020																																		
Nome/Assinatura: _____ Departamento: Data: _____																																			
Contactos de EMERGÊNCIA: Central a Carvão Telefone Interno: 7777 Telefone Externo: 241 830 777																																			

ANEXO 2 – ARQUIVO DA OBRA 202009538 – 10ETG51CP001

		Obra nº 202009538																												
		KKS: 10ETH02ZZ010 SILO TRANSFERÊNCIA ETH50 CZ VOLANTES - LISTA DE EQUIPAMENTOS	Resp. Execução: CARV																											
Anomalia Constatada / Trabalho Pedido:																														
Descrição Trabalho: Beneficiação LISTA EQUIPAMENTOS																														
Código. Interv.: Prioridade: MÉDIA Tipo Manut.: PREV SIST Trabalho: INSTRUMENTAÇÃO Data Início: 2020/12/28 0:00	Nº RO/ Nº Preventiva: 60486 Obra Tipo: Proc. Tipo:	Prep.: Romeu Lima Por: Emissor: Alex Pereira Data Emissão: 2020/12/15 14:21 Prioridade Exec.: 2																												
PREVISTO																														
Especialidade: Horas:	0.00	0.00	0.00																											
REAL																														
Especialidade: Horas:																														
Lista Equipamentos																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">KKS</th> <th style="width: 15%;">Nº Obra Tipo</th> <th style="width: 70%;">Descrição Trabalho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10CXA86</td> <td>10188</td> <td>Revisão</td> </tr> <tr> <td colspan="3">QUADRO COMANDO SEQUENCIADOR PRESSOSTÁTICO SILO INTERMÉDIO</td> </tr> <tr> <td>10ETG50AA012</td> <td>10001</td> <td>BENEFICIAÇÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO</td> </tr> <tr> <td>10ETG50AA015</td> <td>10001</td> <td>BENEFICIAÇÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO</td> </tr> <tr> <td>10ETG50CP001</td> <td>10008</td> <td>BENEFICIAÇÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="3">PRESSOST P AR P/ JUMBOS 1/2 SILO INTERMÉDIO</td> </tr> </tbody> </table>	KKS	Nº Obra Tipo	Descrição Trabalho	10CXA86	10188	Revisão	QUADRO COMANDO SEQUENCIADOR PRESSOSTÁTICO SILO INTERMÉDIO			10ETG50AA012	10001	BENEFICIAÇÃO	ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO			10ETG50AA015	10001	BENEFICIAÇÃO	ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO			10ETG50CP001	10008	BENEFICIAÇÃO	PRESSOST P AR P/ JUMBOS 1/2 SILO INTERMÉDIO					
KKS	Nº Obra Tipo	Descrição Trabalho																												
10CXA86	10188	Revisão																												
QUADRO COMANDO SEQUENCIADOR PRESSOSTÁTICO SILO INTERMÉDIO																														
10ETG50AA012	10001	BENEFICIAÇÃO																												
ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO																														
10ETG50AA015	10001	BENEFICIAÇÃO																												
ELECTVLV ISOLAMENTO AR P/ DESCARGA CZ SILO INTERMÉDIO																														
10ETG50CP001	10008	BENEFICIAÇÃO																												
PRESSOST P AR P/ JUMBOS 1/2 SILO INTERMÉDIO																														
Trabalho Concluído: _____ _____	Chefe Departamento: _____ _____	Histórico: _____ _____	Fecho: _____ _____																											

Obra Tipo I0188|

- 1 - ~~Efectuar~~ a limpeza completa dos equipamentos.
- 2 - Verificar o estado de conservação de cada equipamentos, beneficiar se necessário.
- 3 - Verificar o aperto dos terminais.
- 4 - Verificar os fusíveis.
- 5 - Verificar a amarração dos cabos de ligação e o seu estado de conservação.
- 6 - Verificar e registar os valores da tensão de alimentação.
- 7 - Verificar e registar os valores de ajuste do ~~pressostato~~ testando o seu funcionamento.
- 8 - Verificar e registar as sequências ~~efectuadas~~ pelo sequenciador.
- 9 - Verificar o perfeito funcionamento dos equipamentos, nomeadamente as electroválvulas, corrigir se necessário.
- 10 - Garantir a ~~estanqueidade~~ e etiquetagem dos equipamentos.

(C.C.) 08-11-2004

 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Central do Pego</div>	RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO												
N° DE OBRA 202009538 KKS 10ETG50CP001 CALIBRAÇÃO PRESSÓSTATOS PRESSÃO													
Características Operacionais do Equipamento: <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>													
Características Técnicas da Família: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Fabricante</td> <td>ASCO TRIPPOINT</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>PA17ARF 10A21J</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gama de Funcionamento</td> <td>0.7 - 7 Bar</td> </tr> </table>		Fabricante	ASCO TRIPPOINT	Modelo	PA17ARF 10A21J	Tipo		Gama de Funcionamento	0.7 - 7 Bar				
Fabricante	ASCO TRIPPOINT												
Modelo	PA17ARF 10A21J												
Tipo													
Gama de Funcionamento	0.7 - 7 Bar												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Valor de Ajuste:</td> <td>6.0 a 6.5 BAR</td> </tr> <tr> <td>Verificado Antes: Subida</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibração Introduzida: Subida</td> <td>6.5 BAR</td> </tr> <tr> <td>Verificado Antes: Descida</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibração Introduzida: Descida</td> <td>6.0 BAR</td> </tr> <tr> <td>Equipamento usado para a calibração:</td> <td>BALANCA DE CALIBRAÇÃO, MANÔMETRO</td> </tr> </table>		Valor de Ajuste:	6.0 a 6.5 BAR	Verificado Antes: Subida		Calibração Introduzida: Subida	6.5 BAR	Verificado Antes: Descida		Calibração Introduzida: Descida	6.0 BAR	Equipamento usado para a calibração:	BALANCA DE CALIBRAÇÃO, MANÔMETRO
Valor de Ajuste:	6.0 a 6.5 BAR												
Verificado Antes: Subida													
Calibração Introduzida: Subida	6.5 BAR												
Verificado Antes: Descida													
Calibração Introduzida: Descida	6.0 BAR												
Equipamento usado para a calibração:	BALANCA DE CALIBRAÇÃO, MANÔMETRO												
OBSERVAÇÕES <u>PADRÃO E MULTIMETRO.</u>													
EXECUTANTE <u>J. Felix</u>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">VERIFICOU</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">EMPRESA RESPONSÁVEL PELA VISTORIA</td> <td>PEGOP</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: bottom;">2024/3/19</td> <td style="text-align: center; vertical-align: bottom;">/ /</td> </tr> </table>	VERIFICOU		EMPRESA RESPONSÁVEL PELA VISTORIA	PEGOP	2024/3/19	/ /						
VERIFICOU													
EMPRESA RESPONSÁVEL PELA VISTORIA	PEGOP												
2024/3/19	/ /												



FICHA DE SEGURANÇA Nº 202011846

CARVÃO

Elaborada por: Romeu Lima

1. INFORMAÇÃO GERAL																	
Descrição do trabalho: Beneficiação			LISTA EQUIPAMENTOS					Obra Nº: 202009538									
KKS: 10ETH02ZZ010 - SILO TRANSFERÊNCIA ETH50 CZ VOLANTES - LISTA DE EQUIPAMENTOS								Responsável de Execução: CARV									
2. FONTES DE RISCO						3. INSTRUÇÕES FUNCIONAIS											
Electrocussão (trabalhos sem tensão) Equipamentos sob Pressão Poeiras Ruído Extremo Temperaturas Ambiente Extremas (calor) Trabalho em Altura						HS PR 208 -ABERTURA DE EQUIPAMENTOS SOB PRESSÃO HS PR 212 -TRABALHOS EM ALTURA HS PR 202 -MONTAGEM DE ANDAIMES											
4. RISCOS				5. MEDIDAS DE SEGURANÇA													
Asfixia Circuitos indevidamente em tensão Desidratação Esgotamento Físico Explosão (sobrepessão) Lesões auditivas Lesões Visuais Queda de pessoas a nível diferente Queimaduras				Colocar a Sinalização de Espaço Confinado / Proibida a Entrada a Pessoas não Autorizadas Organizar previamente as sequências de trabalho a executar de forma a diminuir o tempo de exposição dos trabalhadores; Sempre que seja exequível, providenciar a montagem de andaime. Ter sempre água potável à disposição dos trabalhadores; Trabalhadores com formação e experiência nas tarefas a executar Usar outros meios auxiliares sempre que seja necessário (amês, cintos de segurança). Utilização de ferramenta adequada Utilizar unicamente andaimos aprovados. Verificação da ausência de tensão													
A ESPECIFICIDADE DO TRABALHO EXIGE MEDIDAS ADICIONAIS DE SEGURANÇA?																	
Confirmar a ausência de tensão, e aquando ensaios utilizar os equipamentos de medida e de segurança adequados. Certificar-se que a área que vai trabalhar está limpa, caso contrário solicitar limpeza dessa mesma área. Em caso de iluminação insuficiente, solicitar na ferramentaria extensão/holofote adequado à zona.																	
6. EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL																	
EPI mínimo obrigatório: botas de segurança, capacete, vestuário de manga comprida e óculos.																	
EPI específico para a actividade																	
			X			X						X					
7. INÍCIO DOS TRABALHOS																	
Nome/Assinatura:				Nome/Assinatura: J. Felix				Nome/Assinatura:									
Departamento:				Departamento:				Departamento:									
Data: 19.3.2021				Data: 19.03.2021				Data:									
Contactos de EMERGÊNCIA: Central a Carvão Telefone Interno: 7777 Telefone Externo: 241 830 777																	

ANEXO 3 – OBRA TIPO- E0246

E0246

DIAGNÓSTICO VIBRAÇÕES MOTORES EM SERVIÇO MOTOR MT / BT

TRABALHOS A REALIZAR:

1- DIAGNÓSTICO DE VIBRAÇÕES EM MOTORES.

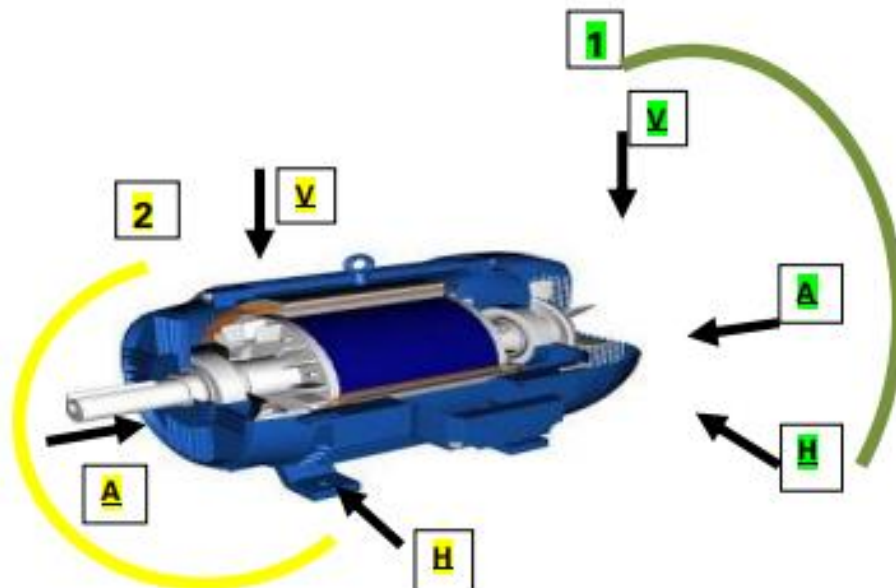
ESTADO DINÂMICO.

PRETENDE-SE DETECTAR:

DESEQUILIBRIOS
DESALINHAMENTO
FOLGAS CAIXAS CHUMACEIRAS
ESTADO ROLAMENTOS / METAL CHUMACEIRAS.
FALTA LUBRIFICAÇÃO
ROTOR A ROÇAR
DESGASTE CORREIAS
PATA COXA

DETECÇÃO AVARIAS ELÉTRICAS.

DESEQUILIBRIOS
FOLGAS BOBINAGEM NAS CAVAS
GAIOLA ABERTA
DEFEITOS CIRCUITO ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.
DESALINHAMENTO CIRCUITO MAGNÉTICO
ESTADO CONDIÇÃO EM GERAL



Unidades medidas / Vrms(mm/s)					Limites	
	1	2	3	4	Grupo	
V					Admissível	
H					Aceitável	
A					Bom	

Equip^o utilizado na medida vibrações / Marca _____

Modelo _____

OBS: Instalação;

Maquina: _____ KCS _____

Alimentação _____ Volts AC ___ DC ___ Potência _____ KW RPM _____

Accionamento–Bomba ___ Ventilador ___ Redutor ___ Compressor ___ Vibrador _____

Acoplamento Directo ___ Rígido ___ Elástico ___ Tambo ___ Correias _____

Outro _____

Fixação – Sapatas ___ Horizontal ___ Vertical ___ Flange ___ Outra _____

MOTORES de MÉDIA TENSÃO / MOTORES BT acima dos 50 KW.

2- Análise do Espectro de frequências recolhidas do motor.

Lado Accionamento / Resultado _____

Lado oposto Accionamento / Resultado _____

3- Análise aos espectros da corrente eléctrica de alimentação do motor.

Resultado _____

4- Resultado Final:

Conclusões / Recomendações _____

Nota:

- Qualquer anomalia identificada deverá ser de imediato comunicada à Pegop.

- Anexar / Relatório tipo da entidade executante onde conste referência ao método e normas seguidas para a realização dos ensaios, bem assim como os critérios de aceitação /rejeição /recomendações, estado condição do motor

ANEXO 4 – RELATÓRIO TÉCNICO 40LCA51AP001-M01



Data: 30/11/2020 N/Ref.: 557R20

RELATÓRIO TÉCNICO

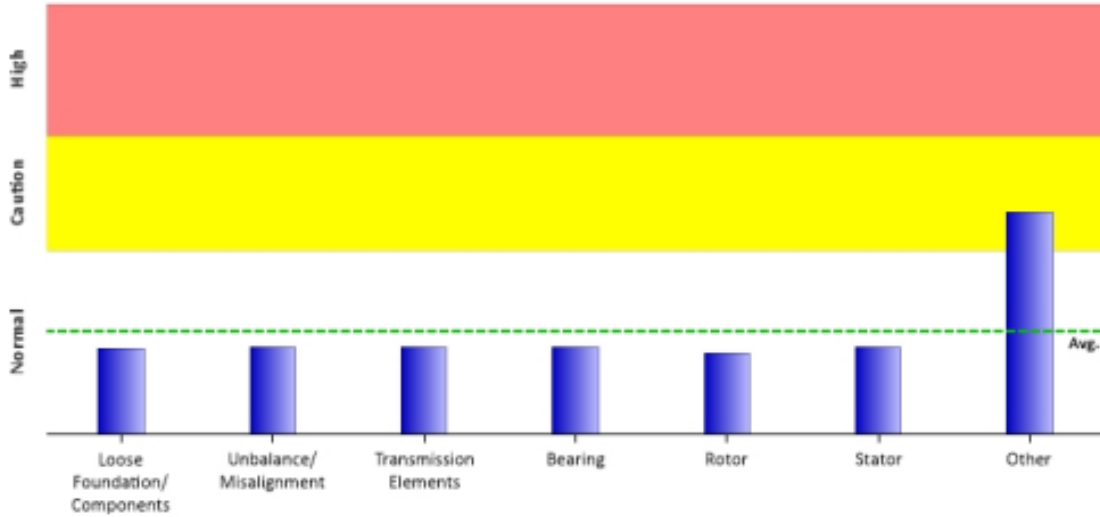
Inspeção Vibrométrica/Mt. Serviço		Severidade da Anomalia 3
Área	ELEGAS – Grupo 4	
Código Equipamento	40LCA51AP1	
Designação Equipamento	BB1 CIR. COND. 40LCA51AP001	
Análise dos Resultados		
<p>De acordo com o critério de avaliação adoptado os níveis vibrométricos registados são, na generalidade, considerados Bons/Aceitáveis. Alguns dos parâmetros definidos para controlo das emissões de altas frequências nos apoios da bomba, apresentam valores superiores aos considerados normais para este tipo de equipamento.</p> <p>A análise dos espectros de frequências registados nos apoios da bomba revelou a presença da frequência de funcionamento e respectivas harmónicas. Esta característica, ilustrada na Figura 9, surge normalmente associada a uma condição de folgas excessivas.</p>		
<p>Figura 9 – Espectro de frequências registado no apoio da bomba do lado do accionamento</p>		
<p>Os resultados da análise da assinatura eléctrica do motor revelou que o equipamento se encontra a funcionar conforme o esperado. Os parâmetros eléctricos medidos estão dentro dos valores expectáveis. Não foram diagnosticadas situações de alarme relativamente a avarias/anomalias em desenvolvimento.</p>		
Conclusões/Recomendações		
<p>Caso seja oportuno recomenda-se que, como medida preventiva, sejam efectuadas as seguintes acções:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Substituir os rolamentos da bomba; • Inspeccionar os alojamentos dos rolamentos da bomba tendo em atenção eventuais deformações. Intervencionar de acordo com o resultado. 		

CONDITION ASSESSMENT REPORT



Report ID	R_09_11_2020_17_22_59	Nominal Voltage (L-L)	400 V
Equipment Name	40LCA51AP001-M01	Nominal Current	255 A
Equipment Type	Pump	Motor Speed	2982 rpm
Date	2020-11-09 17:22:59	Frequency	50 Hz

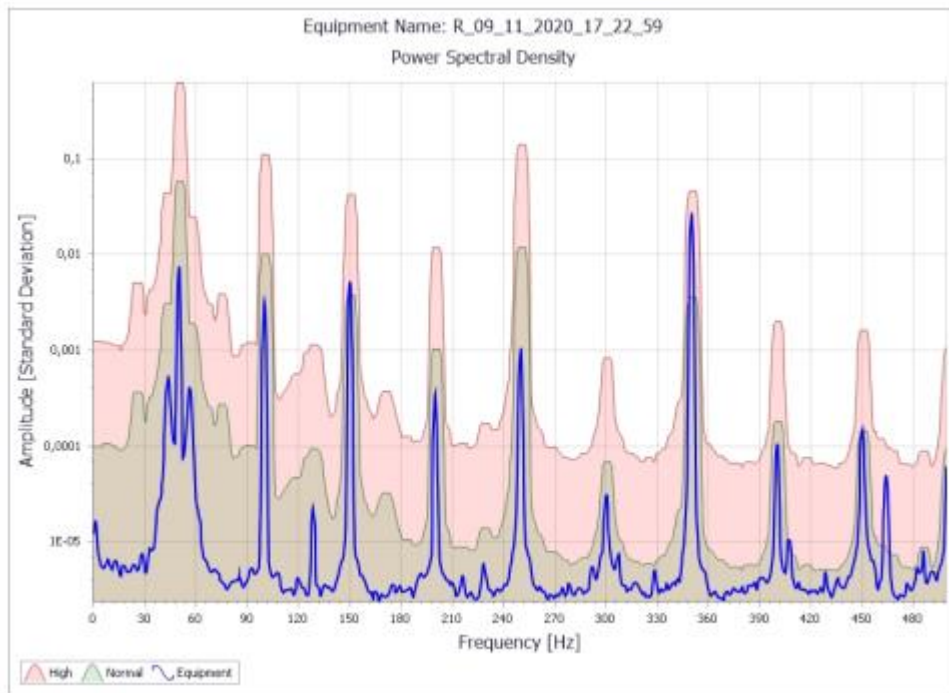
Equipment is working as expected.



Comparison of the equipment with other equipment monitored by MCM

Status	Name	Value	Reference
OK	Power Factor	0,87	
OK	Active Power [kW]	96	
OK	Reactive Power [kVAr]	53	
OK	Vrms (L-L) [V]	403	$V_n \pm 10\%$
OK	Irms [A]	161	$\leq I_n + 10\%$
OK	V Unbalance [%]	0,16	$\leq 2,0$
OK	I Unbalance [%]	2,1	$\leq 5,0$
OK	Frequency [Hz]	50	
OK	THD [%]	0,60	$\leq 5,0$
OK	3th Harmonic [%]	0,01	$\leq 5,0$
OK	5th Harmonic [%]	0,41	$\leq 5,0$
OK	7th Harmonic [%]	0,26	$\leq 5,0$
OK	9th Harmonic [%]	0,02	$\leq 5,0$
OK	11th Harmonic [%]	0,08	$\leq 5,0$
OK	13th Harmonic [%]	0,03	$\leq 5,0$
OK	Electrical values are within their expected range.		

Electrical Parameters



ANEXO 5 – OBRA TIPO - E0255

E0255 DESLIGAR E DESMONTAR MOTOR B.T.

Fabricante _____ Modelo _____ N° Fab. _____ Tipo _____
 Pot. _____ KW. Tensão _____ Volt. LIG Estrela _____ Triângulo _____
 Consumo _____ Amp. RPM _____ Isol Cl _____ Rol LA _____ Rol LOA _____
 Vedante(s) _____ Acoplamento _____

Identificar motor com KKS, empreitada, em etiqueta legível e indelével.

- 1- Verificar estado de ponteiras, descarregadores, placas /ligadores.
- 2- Identificar e desligar na(s) caixa(s) de terminais.
- 2.1- Caixas de Terminais / Ligadores / Cabos.
 Potência, Instrumentação, Resistência de Aquecimento, Outros, terminais ou ponteiras de ligação.
 Colocar etiquetas de identificação, recolher dados de identificação das ligações.

Em Motores de C.A. 400 /690 volts.

Bornes de potência e cabo Alimentação 1 velocidade.

U / CABO* ___ V / CABO* ___ W / CABO* ___ X / CABO* ___ Y / CABO* ___ Z / CABO* ___

Resistência de aquecimento.

U / CABO* ___ V / CABO* ___ W / CABO* ___

Bornes de potência e cabo Alimentação 2 velocidades.

U1 / CABO* ___ V1 / CABO* ___ W1 / CABO* ___ X1 / CABO* ___ Y1 / CABO* ___ Z1 / CABO* ___

U2 / CABO* ___ V2 / CABO* ___ W2 / CABO* ___ X2 / CABO* ___ Y2 / CABO* ___ Z2 / CABO* ___

PARA MOTORES C.C. ALIMENTAÇÃO.

___ / CABO ___ | ___ / CABO ___ | ___ / CABO ___ | ___ / CABO ___ | ___ / CABO ___ | ___ / CABO ___

3- ANTES DE DESMONTAR VERIFICAR E IDENTIFICAR

POSIÇÃO DE ENGRANAMENTO
 ACOPLAMENTO –
 POSIÇÃO DE MONTAGEM EM RELAÇÃO CAIXA BORNES CABO DE ALIMENTAÇÃO.

4- INSPECCIONAR, quanto a desgastes, empenos, outros...

Estado do acoplamento, Lado -Motor.....	Bom	OBS. _____
Estado do acoplamento, Lado -Carga, Bomba, Ventilador, etc	Bom	OBS. _____
Estado da luva de acoplamento.....	Bom	OBS. _____
Estado da ponta veio e escatel.....	Bom	OBS. _____
Estado dos dentes do Carreto de engrenamento.....	Bom	OBS. _____
Falanges de fixação, Lado motor.....	Bom	OBS. _____
Falanges de fixação, Lado carga, - Bomba, Ventilador, etc....	Bom	OBS. _____

5- ENTREGAR MOTOR EM ARMAZEM OU NO LOCAL A DESIGNAR

Informar responsável da Pegop, da entrega em armazém e Validar na Obra a entrega do motor devidamente acondicionado.
 Em Motores 6 KV, garantir Rotor Bloqueado e entradas de ar ou caixas de ligações isoladas.
 Juntar, rolamentos, vedantes, massas lubrificantes, óleos, etc para seguirem com o motor para a oficina contratada.

Revisão.(B) 2019-05-15. <J.E.Formigo>

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. CI _____ 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 _____ °C, Exclusamentos CT Fase U _____ °C, CT Fase V _____ °C,
 Fase W _____ °C. Ar-Agua refrigeração/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 BCM Aceitável Requer Intervenção _____

Decisão da PEGOP

- 1.4 Verificar estado chumaceiras (curva de tendência da análise SPM/ME)
 CHUM ROL _____ /OLEO _____ 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 Fibra sintética, 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, inspecionar mangueiras/tubos Flexíveis; substituir se necessário.
 Lavar o refrigerador internamente e externamente para inspecionar 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 / BCM _____ N-Aceite / _____

Responsável Pegop _____ Data ____/____/____

3. MOTOR GERAL / VERIFICAÇÕES.

3.1. Verificação distância das pás á parede fixa da tampa. D1 _____ mm D2 _____ mm

3.2. Retocar a pintura eliminando possíveis pontos de 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 estatórico, 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 10097)

Estator:

Enrolamentos/

_____ CT _____ PT100 Fase U1 _____ / U2 _____ °C

_____ CT _____ PT100 Fase V1 _____ / V2 _____ °C

_____ CT _____ PT100 Fase W1 _____ / w2 _____ °C

Ar-Agua 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 10148)

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/Bag = 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 ~~max~~ _____ Amp/I arranque _____ Amp.

- Medir e registar temperaturas e as curvas respectivas obtidas no

sistema de informação para:
a) temperatura dos enrolamentos. U1 _____ °C V1 _____ °C W1 _____ °C
b) temperatura das chumaceiras. LA _____ °C LOR _____ °C.

JFormigo, Ver.8 11-04-2019

ANEXO 7 – RELATÓRIO DE INTERVENÇÃO

40LAC11AP001-M01



6

Anexos

6.1 – Relatórios de Execução

POS.1



RELATÓRIO

Folha de Obra
FO 50853

Cliente
Elecgas / Pegop
Pego # 4 BB 1/ LAC 11

Designação
Revisão geral programada das 25 000 h Revisão sumária na central.
Motor assíncrono Siemens, tipo LRN4 560-2HX60-Z; 1300 KW; 6 KV; 210 A; 50HZ; PF 0,91; 2972 rpm
KKS 40LAC11AP001-M01

Distribuição	Exemplares
Cliente Elecgas/Pegop	02
IEME	01

Anexos	Páginas
01 Registos de Inspeção e Ensaio- Enrolamento Estático	01
02 Controlo Dimensional Chumaceiras e Vela	01
03 Controlo de estanquidade-Refrigerador	01
04 Registos de fotografias	03

Mod. IEME 300/1	Data: 26/05/2011	Elaborado: Dir. Vítor de Freitas	Página 1 de 2
-----------------	---------------------	-----------------------------------------	---------------



Descrição dos Trabalhos:

Revisão sumária do motor na central, de acordo com a n/ proposta N° 9844 e as especificações das Obras
Tipo: E0001; EG0034; I1041; I1026

- Revisão sumária/inspeção central
- Resistência anti condensação
- Transmissor de temperatura
- Transmissor de vibrações
- Inspeção chumaceiras do Motor
- Controlo de estanqueidade do refrigerador

Considerações Finais

Todas as acções de qualidade foram realizadas com resultados satisfatórios, pelo que o motor pode ser explorado em regime industrial sem qualquer restrição ao seu funcionamento



 INDÚSTRIA ELECTROMECÂNICA DE MOTORES	Registo de Inspeção e Ensaios	POS.1-1.1
	Enrolamento estatórico	Encomenda: FO 50853
	Cliente / Instalação: ELECGAS-PEGOP	RE. Pos.:

Identificação e características da máquina								
Máquina	Motor Siemens		Tipo	1RN1506-2HX60-Z	Número	912526680200003	Ano	2009
Estator	6000 V	210 A	Cl. Isol.		Potência		Freq.	50 Hz
Rotor			Cl. Isol.		1900 kW		Vel.	2972 Rpm

Inspeções e ensaios							
Fase dos trabalhos: Revisão sumária na central. KKS 40LAC11AP001-M01							
1. Medição da resistência de isolamento <input checked="" type="checkbox"/>				Determinação do índice de absorção <input checked="" type="checkbox"/>			
Tensão de ensaio: 2500 V				Determinação do índice de polarização <input checked="" type="checkbox"/>			
U - VW Massa		MΩ, 30s /		MΩ, 1min /		MΩ, 10min	Ia <input type="text"/> Ip <input type="text"/>
V - UW Massa		MΩ, 30s /		MΩ, 1min /		MΩ, 10min	Ia <input type="text"/> Ip <input type="text"/>
W - UV Massa		MΩ, 30s /		MΩ, 1min /		MΩ, 10min	Ia <input type="text"/> Ip <input type="text"/>
UVW - Massa	12200	MΩ, 30s /	22700	MΩ, 1min /	110000	MΩ, 10min	Ia 1,86 Ip 4,85
Temp. amb.	12,5	°C	Temp. enrol.	14,0	°C	Hum. rel.	65,4 %
2. Ensaio de tensão <input type="checkbox"/>							
Tensão de ensaio <input type="text"/> kV, <input type="text"/> Hz, <input type="text"/> s Resist. isolamento: U _i <input type="text"/> V, 1min							
U - VW Massa	Resultado	<input type="text"/>		<input type="text"/> MΩ, antes	<input type="text"/> MΩ, depois		
V - UW Massa	Resultado	<input type="text"/>		<input type="text"/> MΩ, antes	<input type="text"/> MΩ, depois		
W - UV Massa	Resultado	<input type="text"/>		<input type="text"/> MΩ, antes	<input type="text"/> MΩ, depois		
UVW - Massa	Resultado	<input type="text"/>		<input type="text"/> MΩ, antes	<input type="text"/> MΩ, depois		
Temp. amb.	<input type="text"/>	°C	Temp. enrol.	<input type="text"/>	°C	Hum. rel.	<input type="text"/> %
3. Medição da resistência ôhmica dos RTD's (ranhura-terminais) <input type="checkbox"/>							
* 1 / 105,50	** 4 / 105,80	*** 7 / 105,80	R 5 e 6 / 106,10	RTD's tipo Pt 100			
* 2 / 105,50	** 5 / 105,80	R 1 e 2 / 106,60	R 7 e 8 / 106,60	R 13 e 14 / 106,20			
* 3 / 105,50	** 6 / 105,90	R 3 e 4 / 106,60	R 9 e 10 / 106,60	R 16 e 17 / 106,00			
4. Medição da resistência ôhmica <input checked="" type="checkbox"/> 5. Medição da indutância <input type="checkbox"/> 6. Medição da capacidade <input type="checkbox"/>							
U-x	391,000 mΩ	U-V	<input type="text"/> mΩ	U-x	<input type="text"/> mH	U-V	<input type="text"/> mH
V-y	389,500 mΩ	U-W	<input type="text"/> mΩ	V-y	<input type="text"/> mH	U-W	<input type="text"/> mH
W-z	389,800 mΩ	V-W	<input type="text"/> mΩ	W-z	<input type="text"/> mH	V-W	<input type="text"/> mH
Equipamentos: "Enrolamento; ** Rendimento LA e LCA; *** Ar fto; **** Ar quente; R Reserva do enrolamento; RTD'S Rs/500v,1min)-todos=2000MΩ Resistência de aquecimento (1 e 3)=41,9Ω; (2 e 3)=41,8Ω, Risol (500v, 1min)= 672000MΩ Megger MI 520/2; Microhmmetro AOTP; Multímetro FLUKE 189; Termohigrómetro testo 625							

Responsável p/ Inspeção e Ensaio:	Aprovação:	Cliente:	Folha:
Data: 11/02/2021	Data: 11/02/2021	Data:	1 / 1

Mod. IEME 88/1



Registo de Inspeção e Ensaios		POS.1-1.2
Controlo Dimensional Chumaceiras e Veio		Documenda FO 50853
Cliente / Instalação: ELECGAS-PEGOP		PE, Pos.:

Identificação e características da máquina													
Máquina	Motor Siemens			Tipo	1RN4506-2HX60-Z		Número	912526680200003		Ano	2009		
Estator	6000	V	210	A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	Potência		kVA x		Freq.	50	Hz
Rotor		V		A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	1900	kW		kVAr	Vel.	2972	rpm

Valor nominal (mm)

A, B -	<input type="text"/>	T ambiente	<input type="text"/>
C -	<input type="text"/>	T peça	<input type="text"/>
L -	<input type="text"/>	Estabilização	<input type="text"/>

Lado	Posição	Chumaceira			Veio
	0-0	A	B	L	C
LA	1-1	110,00	110,00		
	2-2	109,99	109,99		109,82
	3-3	109,99	110,00		
LCA	0-0				
	1-1	100,02	100,01		99,84
	2-2	100,01	100,01		
	3-3	100,02	100,02		

Nota
Equipamentos de medida

Responsável de Inspeção e Ensaio: Data: 11/02/2021	Aprovação: Data:	Criação: Data:	Página: 1 / 1
-------------------------------------------------------	---------------------	-------------------	---------------

Mod. IEME 44C/1



 INDÚSTRIA ELECTROMECÂNICA DE MOTORES	Registo de Inspeção e Ensaios	POS.1-1.3
	Refrigerador - Controlo de estanqueidade	Encomenda: FO 50853
	Cliente / Instalação: ELECGAS-PEGOP	FE, Pol.:


Identificação e características da máquina											
Máquina	Motor Siemens			Tipo	1RN4506-2HX60-Z	Número	912526880200003	Ano	2009		
Estator	6000	V	210	A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	Potência		kVA x		
Rotor		V		A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	1900	kW	Isol. Vel.	2972	rpm

Inspeções e ensaios	
Fase dos trabalhos	Ensaio em carga do Permutador
Pressão de serviço	4,0 bar
Pressão de ensaio	4 bar
Tempo de ensaio	10H min
Fluido de ensaio	Água
Pressão inicial	6 bar
Pressão final	6 bar
Temperatura	2C
Resultado	OK
Observações:	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Responsável de Inspeção e Ensaio:	Assinatura: <i>[Handwritten Signature]</i>	Cliente:	Folha:
Data: 11/02/2021	Data: <i>[Handwritten Date]</i>	Data:	1 / 1

Mod. IEME 92/1



	Registo de Inspeção e Ensaios	
	ANEXOS - Fotografias	
	Cliente/Instalação: ELECGAS-PEGOP	F.O.: 50853

FOTOGRAFIAS DO MOTOR

Aspectos durante a Inspeção do Motor







ANEXO 8 – 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. Cl. _____ Rol. LA _____ Rol. LOA _____ Chum. LA _____
 Chum. LOA _____ Verdante(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 II _____ 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 zonas 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 mangueiras 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 ~~ôhmica~~ 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. _____

Nota: Questionar sempre a PEGOP em caso de qualquer dúvida.

Chumaceiras de capas por deslizamento.

Substituição das capas de deslizamento:

Verificar sempre as dimensões dos veios, estado da zona de apoio/deslizamento, folgas a observar e corrigir algum ponto de gripagem ou deficiência, verificar e anotar posição / referências de montagem cotas encontradas na desmontagem. Em caso de necessidade tratar zona de deslizamento do veio e rectificar cotas

das capas da chumaceira por acordo com a decisão da PEGOP.
Nota: Questionar sempre a PEGOP em caso de qualquer dúvida.

4.6 Em revisão Geral a equilibragem é sempre realizada, apresentando no relatório os valores encontrados antes e após equilibragem, devem os resultados da ser aceites pela Pegop.

Certificado de equilibragem n.º _____ Entidade _____

Responsável do empreiteiro _____ Data ___/___/___

Responsável da Pegop _____ Data ___/___/___

5.0 CAIXA DE BORNES DE POTENCIA:

5.1. Limpeza dos bornes.

5.2. Limpeza dos isoladores.

5.3. Inspeção de possíveis fracturas nos isoladores ou qualquer outro defeito que comprometa o correcto aperto das ligações:

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

5.4. Beneficiação da pintura da caixa, eliminando possíveis zonas de corrosão.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

5.5. Verificação da ausência de esforço na ligação dos condutores.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

5.6. Verificação do perfeito isolamento da caixa de bornes, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

6.0 CAIXA DE TERMINAIS DA INSTRUMENTAÇÃO

6.1. Limpeza.

6.2. Verificação do aperto de todos os terminais.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

6.3. Verificação do perfeito isolamento da caixa, prestando muita atenção a possíveis sinais de humidade.

6.4. Medição da resistência de isolamento das:

a) Resistências de aquecimento: MEGA de 500 Voltes
EL - Massa _____ Mega Ohm

b) Resistências termométricas (PT100): MEGA de 5000 Voltes.

EL + U - Massa _____ Mega Ohm

EL + V - Massa _____ Mega Ohm

EL + W - Massa _____ Mega Ohm

EL + Massa - U

7.0 MOTOR - GERAL

7.1. Pintura interior e exterior, se necessário.

Estado: Bom _____ Pintado _____

7.2. Montagem do conjunto (ver folgas do entreferro na desmontagem).

Lado ataque $\frac{(\quad)}{(\quad)}$ | $\frac{(\quad)}{(\quad)}$ | $\frac{(\quad)}{(\quad)}$ Lado O. Ataque $\frac{(\quad)}{(\quad)}$ | $\frac{(\quad)}{(\quad)}$ | $\frac{(\quad)}{(\quad)}$

7.3. Beneficiar, caso existam, termopares das chumaceiras do motor e dos enrolamentos U, V, W.

Fase U _____ CT - _____ Estado: Bom _____ Valor medido _____ Ohm

Fase V _____ CT - _____ Estado: Bom _____ Valor medido _____ Ohm

Fase W _____ CT - _____ Estado: Bom _____ Valor medido _____ Ohm

Chum LA. _____ CT - _____ Estado: Bom _____ Valor medido _____ Ohm

Chum LOA _____ CT - _____ Estado: Bom _____ Valor medido _____ Ohm

7.4. Beneficiar caso existam, interruptores de velocidade.

Estado: Bom _____ Beneficiado _____

8.0 MEDIDAS (NA OFICINA APOS REVISÃO / RECEPÇÃO):

8.1. Medida da resistência a frio:

- a) Enrolamento ~~estatórico~~
- b) Resistência de aquecimento
- c) Resistências termométricas (PT100)

8.2. Realização das medidas de L e C a 100 Hz e a 1 kHz do enrolamento do estator:

U - V ; U - Massa
U - W ; V - Massa
V - W ; W - Massa

8.3. Ensaio em vazio

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

9.0 MEDIDAS (MOTOR JÁ MONTADO NO CAMPO) :

9.1. Medida da resistência de isolamento

a) 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

b) Cabo de alimentação:

R - S ; _____ Mega Ohm R - Massa ; _____ Mega Ohm

S - T ; _____ Mega Ohm S - Massa ; _____ Mega Ohm

T - R ; _____ Mega Ohm T - Massa ; _____ Mega Ohm

9.2. Traçar gráfico da corrente e da tensão de arranque à plena carga

9.3. Determinação da potência activa

9.4. Determinação do deslizamento. (Anexar Relatório Específico.)

9.5. Medição do ruído:

- a) Ruído global
- b) Ruído de fundo. (Anexar Relatório Específico.)

NOTA :

- a). Qualquer anomalia identificada deverá ser de imediato comunicada à Pegop o adjudicatário deve preparar uma solução técnico comercial para a sua resolução.
- b). Todos os motores retirados e substituídos pelos de reserva deverão ter a sua revisão geral concluída até data a acordar com a Pegop.

Antes do fecho do motor, este deverá ser inspeccionado ou dado acordo da PEGOP á continuação dos trabalhos de fecho.

No Relatório final de intervenção a apresentar á Pegop devem ser indicados todos os dados referentes á intervenção onde constem:

Anomalias encontradas, Medidas da resistência ~~óhmica~~, medidas de isolamento, verificação do índice de polarização, Medidas das folgas dos veios e caixas de rolamentos, tipo de rolamentos montados, valores de temperaturas, vibrações e correntes de ensaio.

Conhecimento e comentários ao plano de lubrificação proposto pela Pegop.

Ensaio de aceitação e acompanhamento de colocação em serviço com controle de temperaturas, vibrações, correntes, deslizamento e outros de interesse.

Empreiteiro O EXECUTANTE: _____ Data _____

Empreiteiro O RESPONSÁVEL: _____ Data _____

Responsável da PEGOP: _____ Data _____

ANEXO 9 – RELATÓRIO DE INTERVENÇÃO

40PAC11AP001-M01.



POS.38



RELATÓRIO

Folha de Obra FO50877

Cliente Elecgas / Pegop Pego # 4	BB 1/ PAC 11
----------------------------------------	--------------

Designação Revisão geral programada das 25 000 h-Revisão geral em fábrica. Motor assíncrono Siemens 1RQ4506-3JE64-Z; 930 KW; 6 KV; 116 A; 50HZ; PF 0.81; 594 rpm KKS 40PAC11AP001-M01

Distribuição	Exemplares
Cliente Elecgas/Pegop	02
IEME	01

Anexos	Páginas
01 Certificado de Ensaios de Máquinas Rotativas AC	01
02 Registo de Inspeção e Ensaio – Enrolamento Estatístico	01
03 Registo de Inspeção e Ensaio – Controlo do Enchavetamento	01
04 Controlo Dimensional de Máquinas Rotativas	01
05 Registo de Inspeção e Ensaio - Rodagem em Vazio	01
06 Registos de fotografias	05

Mod. IEME 100/1	Data: 04/06/2021	Elaborado: Dig Vivas de Freitas	Página 1 de 2
-----------------	---------------------	----------------------------------------	---------------



Descrição dos Trabalhos:

Revisão geral em fábrica do motor, de acordo com a n.º proposta N.º 9 844 e as especificações das Obras
Tipo: E0009; E0034; I1041; I102

- Revisão geral em oficina
- Resistência anti condensação
- Transmissor de temperatura
- Transmissor de vibrações

Mais valias:

- Ver e mail de 04/03/2021 no Item 38, extras de 1 a 3.

Considerações Finais

Todas as acções de qualidade foram realizadas com resultados satisfatórios, pelo que o motor pode ser explorado em regime industrial sem qualquer restrição ao seu funcionamento.



Certificado de Ensaios de Máquinas Rotativas AC

Folha de obra 50877	Cliente Eleogas	Referência do cliente KKS 40PAC11AP001-M01
Tipo de obra Motor da BB 1 Água Circulação Car		Informação complementar Pos. 38-38.1

Identificação da máquina Marca: Siemens Tipo: 1RQ4 506-3JE64-Z N.º: X 01252668040003 Tensão (Y): 6000 V Tensão (Δ): V Intensidade (Y): 116 A Intensidade (Δ): A Potência: kVA 930 kW Frequência: 50 Hz Rotações: 594 rpm Cl. Isolamento: F Cos φ: 0,81 Obs: Rolamentos originais LA: 6036 C3 Rolamento originais LCA: 7324 B		Na receção Ensaio em vazio <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Io 1</th> <th>Io 2</th> <th>Io 3</th> <th>Lg</th> <th>Rpm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1040</td> <td>10,2</td> <td>10,2</td> <td>10,2</td> <td>Y</td> <td>594</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> Io= () % In Resistência de isolamento Hum. Rel: 80,7 % MEGGER 2500 V Temp: 15,0 °C Estator/massa 60 seg 550 MΩ	V	Io 1	Io 2	Io 3	Lg	Rpm	1040	10,2	10,2	10,2	Y	594						
V	Io 1	Io 2	Io 3	Lg	Rpm															
1040	10,2	10,2	10,2	Y	594															

Acessórios <input type="checkbox"/> C/Carreto <input type="checkbox"/> C/Ventilador <input checked="" type="checkbox"/> C/Chaveia <input type="checkbox"/> C/Veio Nú <input type="checkbox"/> C/Poli <input type="checkbox"/> C/Caixa de Terminais sem Tampa <input checked="" type="checkbox"/> C/Acoplamento <input type="checkbox"/> Bomba Outro: <input type="text"/>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Materiais aplicados <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Qt.</th> <th>Marca/Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Rolamento LA</td> <td>1</td> <td>6036 C3 SKF</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Rolamento LCA</td> <td>1</td> <td>7324 B SKF</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Rolamentos Redutor/Ventilador</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Lubrificação de Rolamentos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Retentor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Retificador</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ventilador</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Tampa LA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Tampa LCA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Placa de Terminais</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Tampa de Ventilação</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Condensador</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Proteções Térmicas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Outro não especificado</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Qt.	Marca/Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Rolamento LA	1	6036 C3 SKF	<input checked="" type="checkbox"/> Rolamento LCA	1	7324 B SKF	<input type="checkbox"/> Rolamentos Redutor/Ventilador			<input type="checkbox"/> Lubrificação de Rolamentos			<input type="checkbox"/> Retentor			<input type="checkbox"/> Retificador			<input type="checkbox"/> Ventilador			<input type="checkbox"/> Tampa LA			<input type="checkbox"/> Tampa LCA			<input type="checkbox"/> Placa de Terminais			<input type="checkbox"/> Tampa de Ventilação			<input type="checkbox"/> Condensador			<input type="checkbox"/> Proteções Térmicas			<input type="checkbox"/> Outro não especificado			Operações <input checked="" type="checkbox"/> Desmontagem/Montagem <input type="checkbox"/> Rebobinagem - Estator Gaiola Rotórica <input checked="" type="checkbox"/> Beneficiação Completa - Estator <input type="checkbox"/> Reparação <input type="checkbox"/> Secagem em Estufa <input type="checkbox"/> Fabrico <input type="checkbox"/> Secagem em Autoclave <input type="checkbox"/> Reparação Circuito Magnético <input type="checkbox"/> Ensaio de Anel Veio <input type="checkbox"/> Equilibragem do Rotor <input type="checkbox"/> Reparação <input checked="" type="checkbox"/> Beneficiação Geral <input type="checkbox"/> Novo <input type="checkbox"/> Beneficiação Sumária <input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Diagnóstico [P] P-Previsto; R-Realizado <input type="checkbox"/> Outra não especificada: <input type="text"/>
	Qt.	Marca/Tipo																																												
<input checked="" type="checkbox"/> Rolamento LA	1	6036 C3 SKF																																												
<input checked="" type="checkbox"/> Rolamento LCA	1	7324 B SKF																																												
<input type="checkbox"/> Rolamentos Redutor/Ventilador																																														
<input type="checkbox"/> Lubrificação de Rolamentos																																														
<input type="checkbox"/> Retentor																																														
<input type="checkbox"/> Retificador																																														
<input type="checkbox"/> Ventilador																																														
<input type="checkbox"/> Tampa LA																																														
<input type="checkbox"/> Tampa LCA																																														
<input type="checkbox"/> Placa de Terminais																																														
<input type="checkbox"/> Tampa de Ventilação																																														
<input type="checkbox"/> Condensador																																														
<input type="checkbox"/> Proteções Térmicas																																														
<input type="checkbox"/> Outro não especificado																																														

Equipamentos utilizados <input checked="" type="checkbox"/> Megohmímetro Megger MIT520/2 (EMM30) <input checked="" type="checkbox"/> Termohigrometro TESTO 625 (EMM50) <input checked="" type="checkbox"/> Microhmímetro AOIP OM22 (EMM47) <input checked="" type="checkbox"/> Medidor de vibrações SPM T30-1 (EMM29) <input type="checkbox"/> Multímetro FLUKE 189 (EMM48) <input checked="" type="checkbox"/> Pinça amperimétrica KYORITSU (EMM03) <input type="checkbox"/> Ponte LCR WAVETEK METERMAN (EMM44) <input type="checkbox"/> Outros: <input type="text"/>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Responsável p/ Inspeção e Ensaio: <i>[Assinatura]</i>	Aprovação: <i>[Assinatura]</i>	Cliente:	Folha:
Data: 25/02/2021	Data: 25/02/2021	Data:	1 / 1

Mod. IEME 97/1



 INDÚSTRIA ELECTROMECÂNICA DE MOTORES	Registo de Inspeção e Ensaios	Pos.38-38.2
	Enrolamento estatórico	Encumenda: FO 50877
	Cliente / Instalação: ELECGAS-PEGOP	PK, Pos.:

Identificação e características da máquina													
Máquina	Motor Siemens			Tipo	1RQ4 506-3JE64-Z		Número	X 01252668C		Ano	2009		
Estator	6000	V	116	A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	Potência		kVA x		Freq.	50	Hz
Rotor		V		A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	930	kW		kVAr	Vel.	594	rpm

Inspeções e ensaios														
Fase dos trabalhos														
Revisão geral em oficina- KKS 40PAC11AP001-M01														
1. Medição da resistência de isolamento <input checked="" type="checkbox"/>					Determinação do índice de absorção <input checked="" type="checkbox"/>									
Tensão de ensaio 2500 V					Determinação do índice de polarização <input checked="" type="checkbox"/>									
U - VW	Massa		MΩ, 30s /		MΩ, 1min /		MΩ, 10min	Ia		Ip				
V - UW	Massa		MΩ, 30s /		MΩ, 1min /		MΩ, 10min	Ia		Ip				
W - UV	Massa		MΩ, 30s /		MΩ, 1min /		MΩ, 10min	Ia		Ip				
UW - Massa		6750	MΩ, 30s /	11 600	MΩ, 1min /	67500	MΩ, 10min	Ia	1,72	Ip	5,82			
Temp. amb.	15,8		°C	Temp. enrol.	16,0		°C	Hum. rel.	72,9 %					
2. Ensaio de tensão <input type="checkbox"/>														
Tensão de ensaio _____ kV, _____ Hz, _____ s Resist. isolamento: Ue _____ V, 1min														
U - VW	Massa	Resultado			MΩ, antes		MΩ, depois							
V - UW	Massa	Resultado			MΩ, antes		MΩ, depois							
W - UV	Massa	Resultado			MΩ, antes		MΩ, depois							
UW - Massa		Resultado			MΩ, antes		MΩ, depois							
Temp. amb.			°C	Temp. enrol.			°C	Hum. rel.						
3. Medição da resistência ôhmica dos RTD's (ranhura-terminals/Ω) <input checked="" type="checkbox"/>														
* 1	/	106,00	** 4	/	106,00	R 3+4	/	106,40	R 9+10	/	105,80	RTD's tipo	Pt 100	
* 2	/	105,90	** 5	/	106,10	R 5+6	/	105,80	R 11+12	/	105,90			
* 3	/	106,10	R 1+2	/	106,00	R 7+8	/	105,90	R 13+14	/	105,80			
4. Medição da resistência ôhmica <input checked="" type="checkbox"/>			5. Medição da indutância <input checked="" type="checkbox"/>			6. Medição da capacidade <input checked="" type="checkbox"/>								
U-x		mΩ	U-V	601,20	mΩ	U-x		mH	U-V	44,10	mH	U-Massa	0,174	µF
V-y		mΩ	U-W	601,40	mΩ	V-y		mH	U-W	44,10	mH	V-Massa	0,174	µF
W-z		mΩ	V-W	601,60	mΩ	W-z		mH	V-W	44,10	mH	W-Massa	0,174	µF
Equipamentos										*Enrolamento; **Rolamento LA e LCA; R- Reserva do enrolamento;RTD'S Ris/(500v, 1min)=todos>2000 MΩ				
										Resistência de aquecimento(1 e 3)=39,0 Ω; (2+3)=39,3 Ω; Risol (500v,1min)=390 000 MΩ				
										Megger Mt 520/2; Microohmímetro AOTP; Multímetro FLUKE 189; Termohigrómetro testo 625				

Responsável p/ Inspeção e Ensaio:	Aprovação:	Cliente:	Folha:
Data:	Data: 25/02/2021	Data:	1 / 1

Mod. IEME 88/1



Registo de Inspeção e Ensaios		Pos. 38-38.3
Controlo de enchavetamento		Encomenda: FO50877
Cliente / Instalação: ELECGAS-PEGOP		FE, Pos.: _____

Identificação e características da máquina								
Máquina	Motor Siemens		Tipo	1RQ4 506-3JE64-Z	Número	X 012526680	Ano	2009
Estator	6000	V	116	A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	Potência	_____ kVA x _____
Rotor	_____	V	_____	A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	930	kW _____ kVAr _____ Vel. 594 rpm

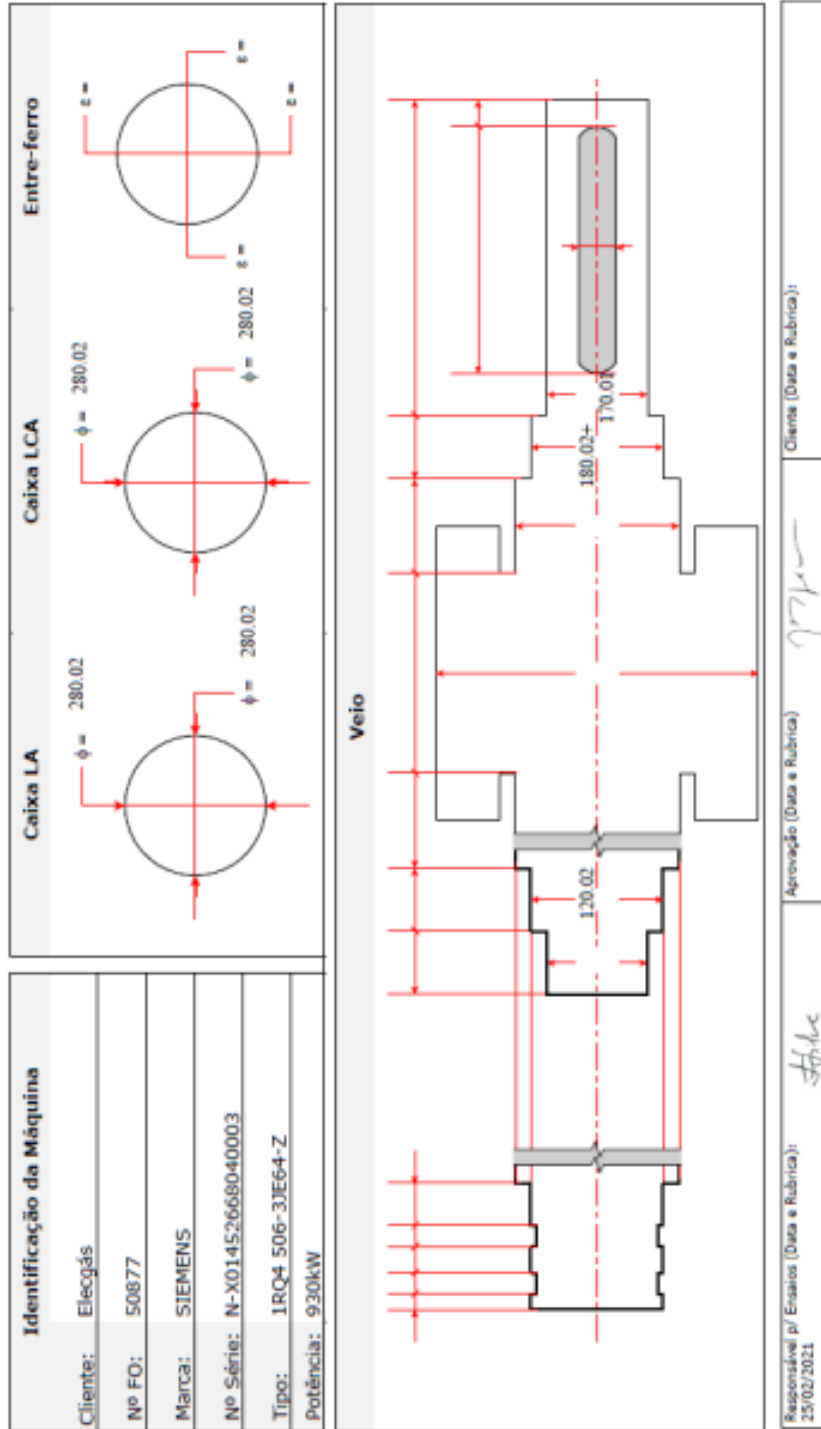
Inspeções e ensaios	
<p>Grau de firmeza / assentamento das chavetas através do teste da pancada Controlo de diagnóstico / Controlo após (re)enchavetamento</p>	
<p><input type="checkbox"/> < 1/3 solta, > 2/3 apoio <input type="checkbox"/> < 1/2 solta, > 1/2 apoio <input type="checkbox"/> < 2/3 solta, > 1/3 apoio <input type="checkbox"/> < 1/1 solta, sem apoio</p>	<p>Equipamento de ensaio: Chave de bocas 32 (DIN 894) N.º chavetas / ranhura: _____ N.º ranhuras: _____ N.º total chavetas: _____</p>
<p>ROTOR 110 BARRAS Lado acoplamento</p> <p>N.º ranhuras (1-55) vs N.º chavetas (1-7)</p>	<p>Lado contrário acoplamento ESTATOR 90 RANHURAS</p> <p>N.º ranhuras (56-110) vs N.º chavetas (1-7)</p>

Responsável p/ Inspeção e Ensaio: <i>[Signature]</i>	Aprovação: <i>[Signature]</i>	Cliente: _____	Folha: _____
Data: _____	Data: 25/02/2021	Data: _____	1 / 1

Mod. 02/01 2011



Controlo Dimensional de Máquinas Rotativas






 INDÚSTRIA ELECTROMECÂNICA DE MOTORES 	Registo de Inspeção e Ensaios	POS. 38-38.5
	Rodagem em vazio	Encomenda: F050877
	Cliente / Instalação: ELEGAS-PEGOP	RE, Pos.:

Identificação e características da máquina													
Máquina	Motor Siemens			Tipo	1RQ4 506-3JE64-Z		Número	X0125266		Ano	2009		
Estator	6000	V	116	A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	Potência		kVA x		Freq.	50	Hz
Rotor		V		A	Cl. Isol.	<input type="checkbox"/>	930	kW		kvar	Vel.	594	rpm

Inspeções e ensaios											
Fase dos trabalhos											
1. Ensaio em vazio Sentido de rotação: Direita											
Date	U (V)	I _r (A)	I _a (A)	I _t (A)	P (kW)	cos φ	Lig.	n (rpm)	I _{enf} (In)	Obs.:	
1044	10,2	10,2	10,2				Y	594			
2. Ensaio de curto-circuito (rotor bloqueado)											
Date	U _{sc} (V)	I _r (A)	I _a (A)	I _t (A)	U _{rot} (V)	cos φ	Lig.	n (rpm)	I _{cc} (In)	Obs.:	
257	17,7	17,7	17,7				Y				
3. Impulsos de choque (dBN)				Vibrações (mm/s)			Temperaturas (°C)				
Date	Chum.	SPM M	SPM C	Hor.	Vert.	As.					
	LA			0,5	0,5	0,7	Carcaça				
	LCA			0,6	0,5	0,7	Ar entrada				
							Ar saída				
							Ambiente				
4. Instrumentação											
Equipamento										Obs.:	
Resistência de aquecimento			76,8 Ω		V _r	A _r	MΩ	500 V, 1 min			
										>550	
5. Observações											
Arranque						Normal					
Ruído						Normal					
Tranquilidade de marcha						Ok					
Inspeção mecânica						Ok					

Responsável de Inspeção e Ensaio: Date: <u>J. S. Silva</u>	Aprovação: Date: <u>25/02/2021</u>	Cliente: Date:	Folha: <u>1 / 1</u>
---------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-------------------	---------------------



	Registo de Inspeção e Ensaios	
	ANEXOS - Fotografias	
	Cliente/instalação: ELECGAS-PEGOP	F.O.: 50877

FOTOGRAFIAS DO MOTOR

Aspectos antes da Beneficiação do Motor





Aspectos durante a Beneficiação do Motor







Aspectos após a Beneficiação do Motor



