



Central Termoelectrica do Ribatejo

Central do Ribatejo

Produção térmica e distribuição

Apresentação da Central

Iniciada a sua construção na década de sessenta, a “velha” Central do Carregado tem contribuído ininterruptamente para o preenchimento dumha parcela bastante significativa da produção da energia consumida no nosso país.

Nos últimos anos foi objecto de beneficiações tendo em vista a sua modernização e o seu enquadramento nos requisitos legais actualmente em vigor.

De referir: a instalação de despoeiradores electrostáticos para melhoria das emissões gasosas e a adaptação dos Grupos Geradores nº 5 e 6 para queima de fuelóleo/gás natural.

No entanto, o crescente consumo de energia eléctrica levou à necessidade de construir uma segunda Central na zona do Carregado.



Central termoelectrica do Ribatejo

Com uma capacidade anual de produção de cerca de 7000 GWh esta central satisfaz parte das necessidades dos aumentos de consumo de energia previstos no Plano de Expansão do Sistema Eléctrico de Serviço Público.

A optimização e a utilização racional de algumas das infraestruturas existentes e em especial a minimização da necessidade da criação de novos caminhos para instalação de linhas de transporte, levaram à escolha desta localização para a nova Central de Ciclo Combinado.

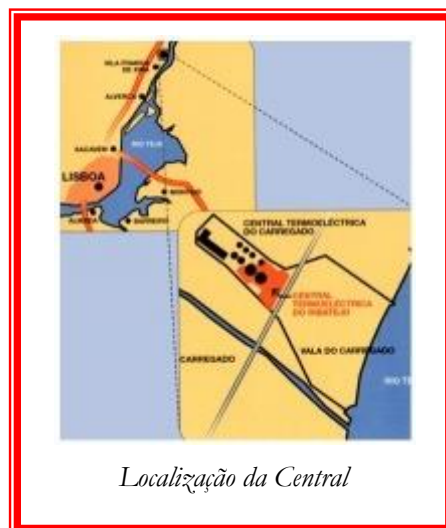
Ao construir uma nova central, a escolha recaiu sobre grupos a gás natural de ciclo combinado, os quais, recorrendo aos mais recentes avanços tecnológicos, constituem um meio de produção de qualidade ambiental superior e de elevada eficiência energética. Com efeito, estes grupos representam uma alternativa técnica e ambientalmente favorável, logo muito competitiva em relação aos grupos a fuelóleo ou carvão.

Em termos tecnológicos os grupos a gás natural de ciclo combinado têm as seguintes vantagens:

- Maior eficiência térmica;
- Menores custos de instalação;
- Menor tempo de construção;
- Maior operacionalidade;
- Menor tempo de arranque e paragem;
- Grande disponibilidade;
- Menor necessidade de pessoal de condução;
- Reduzido impacto ambiental.

Com a utilização do gás natural alargou-se o leque de combustíveis utilizados, o que é estrategicamente vantajoso em termos nacionais, já que torna o país menos dependente das fontes energéticas convencionais.

A central entrou em serviço industrial com os grupos nº 1 e 2 em 2004 e com o grupo nº 3 em 2006.



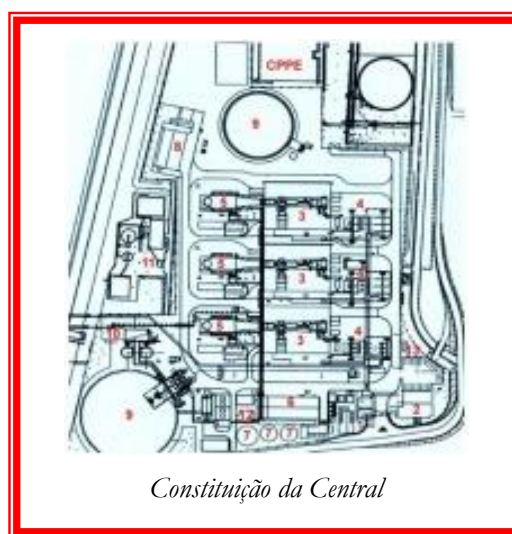
Localização da Central

Localização

A Central Termoelétrica do Ribatejo está localizada nos terrenos da actual Central Termoelétrica do Carregado, perto da margem do rio Tejo, a cerca de 30 Km a NE de Lisboa, no local designado por Vala do Carregado, freguesia do Carregado, concelho de Alenquer, distrito de Lisboa.

O local de implantação da central conta com bons acessos rodoviário, ferroviário e fluvial. A central do Carregado possui um cais fluvial de descarga de fuelóleo e o rio é navegável até esta zona por barcos de pequeno porte.

Constituição da Central



Constituição da Central

A central é constituída principalmente por: turbinas e alternador (3), transformador principal (4), caldeira de recuperação/chaminé (5), tratamento de

águas/desmineralização (6), água de serviço e desmineralizada (7), torre de refrigeração (9), filtragem de gás natural (10), tratamento de efluentes (11), caldeira auxiliar (12), Diesel de emergência (13).

Características técnicas

Os grupos da central, de potência eléctrica unitária de 392 MWe na emissão, são do tipo turbina a gás em ciclo combinado.

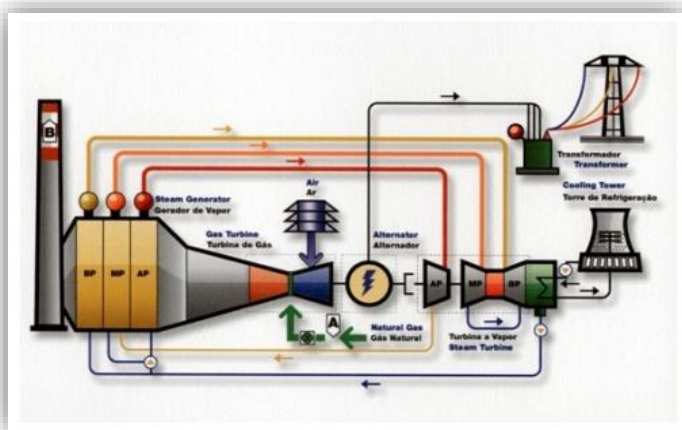


Diagrama geral da instalação

Na solução tecnológica adoptada de veio único, o compressor, a turbina a gás, o alternador e a turbina a vapor são coaxiais, isto é, encontram-se montados num veio comum.

O vapor gerado pela recuperação do calor dos gases de escape da turbina a gás, vai accionar uma turbina de condensação que se encontra acoplada a um alternador comum.

O circuito de refrigeração dos condensadores dos grupos é do tipo fechado, com torre de refrigeração (de evaporação assistida com ventilação); a água para a compensação das perdas por evaporação é captada no rio Tejo a um caudal de 0.1 m³/s. A energia eléctrica produzida é entregue à Rede Energética Nacional, nos níveis de tensão de 220 kV (Grupo 1) e de 400 kV (grupos 2 e 3).

À potência nominal, cada grupo da central consome aproximadamente 18 m³/s de Gás Natural (PCI=38500 kJ/m³N) correspondente a um consumo específico nominal referido à emissão de 6256 kJ/kWh, sendo portanto de 57.5% a sua eficiência de conversão energética.

Turbina a Gás

A turbina a gás modelo V94.3A da SIEMENS KWU, é uma turbina de carcaça e eixo únicos, com uma potência nominal de 265 MW e uma relação de compressão de 1/17.

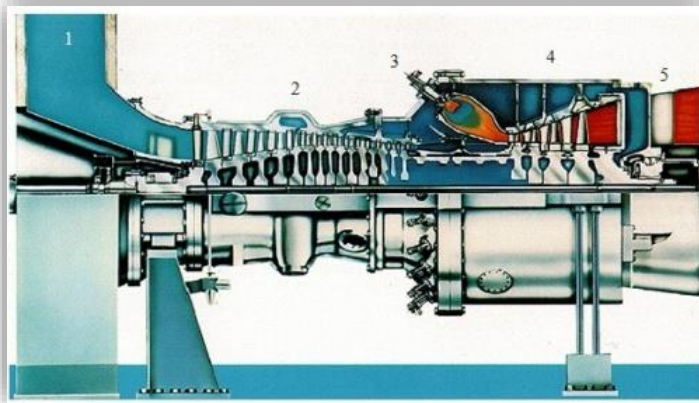
O projecto básico inclui as seguintes características:

- Rotor do tipo disco, com parafuso de ligação e amarrações radiais;
- Duas chumaceiras exteriores;
- Accionador do gerador na extremidade da entrada do compressor;
- Difusor de evacuação axial.

O rotor é suportado por duas chumaceiras: uma chumaceira mista radial e axial localizada no lado da entrada do compressor e uma outra radial colocada no lado de saída da turbina.

O rotor é formado por um conjunto de discos, cada um suportando uma fiada de pás e por secções de eixo oco, mantidas em conjunto por intermédio de um parafuso de ligação central em pré-esforço.

O elevado aperto proporciona o alinhamento dos discos e das secções ocas do eixo permitindo que se dêem livremente a expansão e a contracção radiais, transmitindo de uma forma segura o binário gerado. O rotor da turbina é refrigerado internamente a ar. A câmara de combustão em anel está ligada à carcaça exterior da turbina.



Corte longitudinal da Turbina a Gás

A turbina a gás tem uma uniformidade notável da distribuição da temperatura do gás de evacuação ao longo da secção transversal do difusor. Isto deve-se ao facto de que os 24 queimadores híbridos no Anel de Queima formam um aro contínuo de chamas, eliminando os pontos quentes e frios.

Os queimadores híbridos da câmara de combustão eliminam a formação térmica de NOx sem injeção de vapor ou água.

1. Sistema de entrada de ar;
2. Compressor;
3. Queimador híbrido;
4. Turbina;

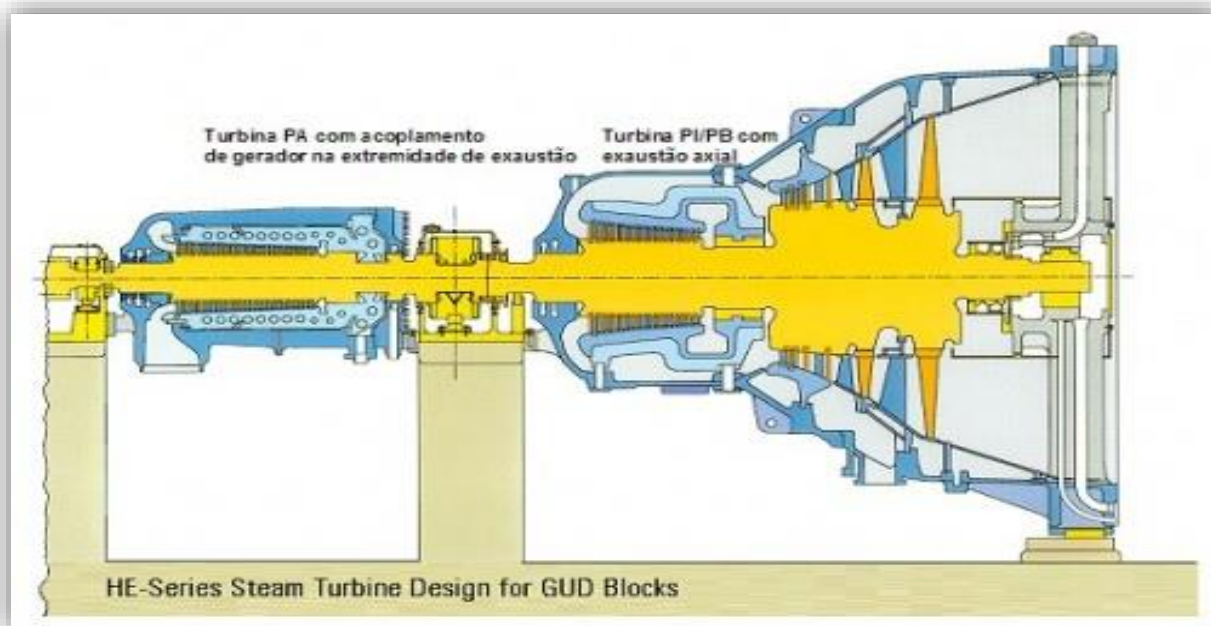
5. Difusor de evacuação.

O sistema de queima apresenta todas as condições para uma boa combustão, incluindo:

- Baixas emissões de NOx e CO;
- Reduzidas quedas de pressão;
- Elevada flexibilidade de funcionamento;
- Dimensão e número de queimadores optimizados;
- Construção compacta e com boa acessibilidade.

Turbina a Vapor

As turbinas a vapor são construídas de forma modular: uma turbina AP de fluxo simples e uma turbina combinada MP/BP também de fluxo simples.



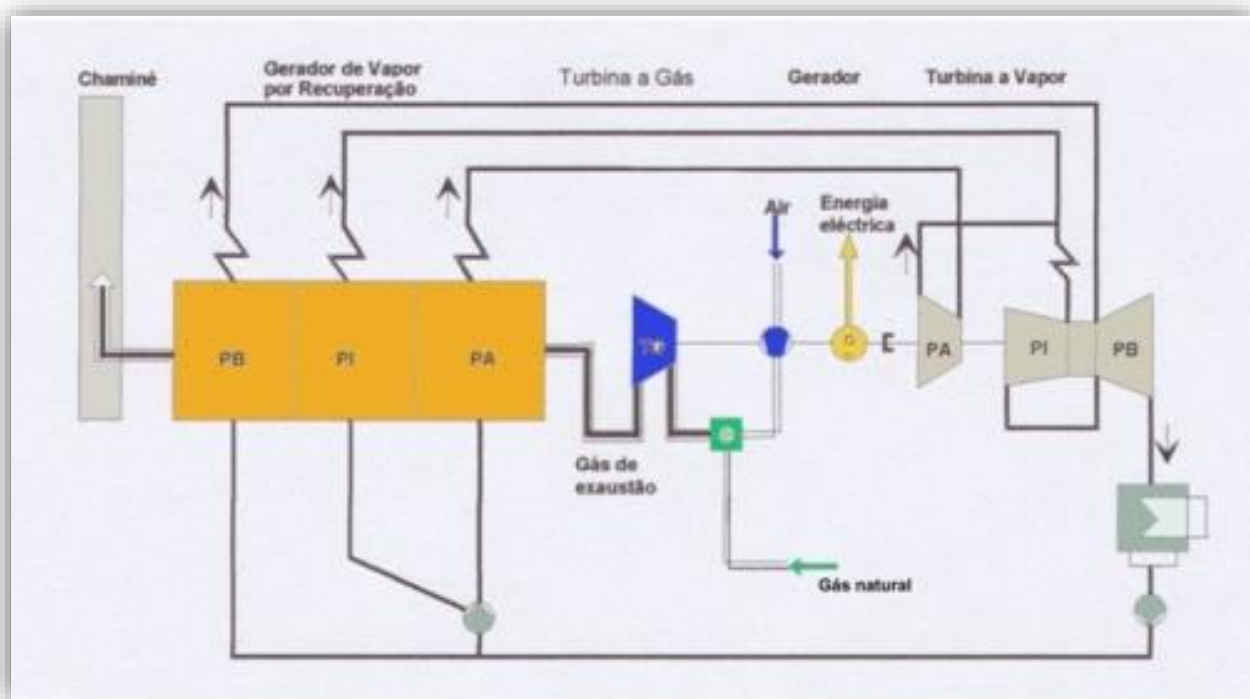
Corte longitudinal da turbina a vapor HE

Os rotores foram concebidos com um sistema de chumaceira única o que significa que o veio tem apenas uma chumaceira entre as duas carcaças da turbina.

As chumaceiras radiais estão colocadas em ambas as extremidades da turbina. Os veios individuais da turbina estão acoplados de forma rígida através de flanges.

Cada turbina está equipada com válvulas combinadas de isolamento e de regulação para a admissão de vapor de Alta, Média e Baixa pressão. As válvulas manobram através de um actuador electro-hidráulico.

Existe um sistema único de lubrificação para a turbina a gás, para o gerador, para a turbina a vapor e para o acoplador. O óleo é fornecido por uma bomba de óleo principal accionada electricamente durante o funcionamento normal.



Esquema em bloco do ciclo de vapor de tripla pressão

A turbina a vapor foi montada em fábrica e expedida em módulos permitindo uma instalação e uma montagem mais práticas.

O acoplador síncrono está localizado entre o alternador e a turbina a vapor e tem como objectivo transmitir o binário ao eixo do alternador. Permite um modo de rotação individual auto-controlado das turbinas a gás e a vapor. A aplicação do acoplador síncrono aumenta a flexibilidade do funcionamento e permite um arranque mais rápido da central.

A turbina a vapor engloba todas as vantagens de um projecto bem concebido, destacando-se:

- maior eficiência interna;
- melhor flexibilidade operacional;
- baixas perdas na pressão de evacuação;
- montagem completa na fábrica.

Condensador

A função de qualquer condensador é condensar o vapor evacuado da BP e produzir e manter um vácuo o mais elevado possível, de forma a aumentar a queda entálpica que pode ser utilizada na turbina.

O condensador da turbina é um condensador de superfície com caixas de água em cada extremidade, sendo de secção rectangular o espaço para a condensação do vapor. Está localizado logo a seguir à turbina de BP e faz parte integrante da mesma.

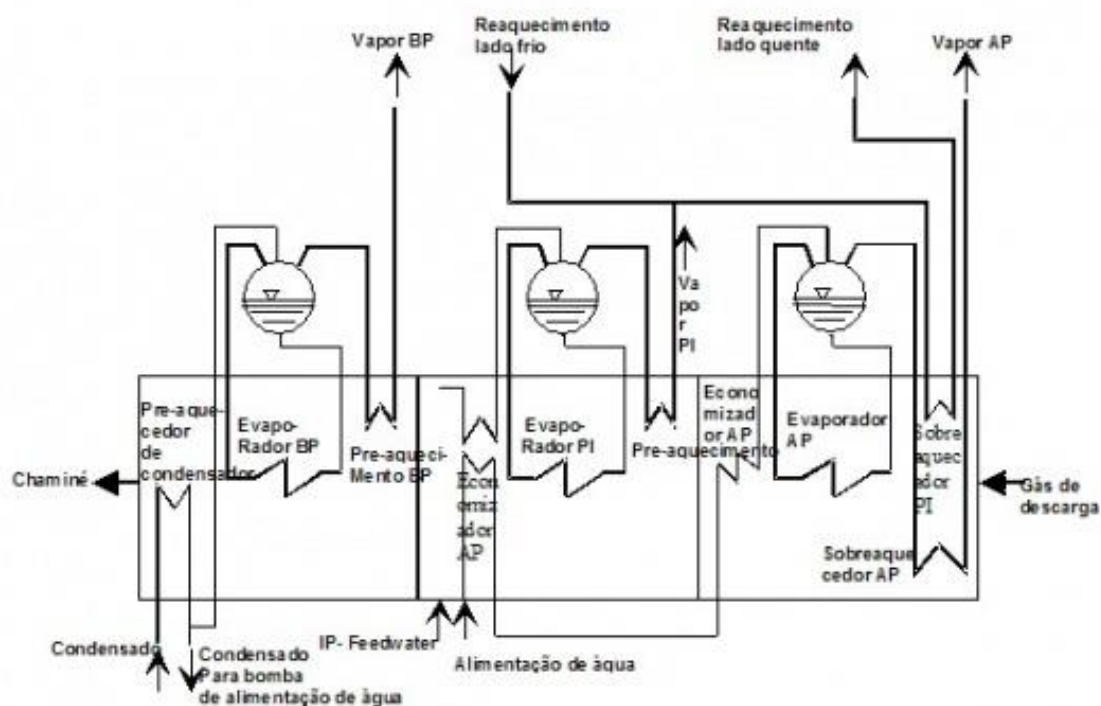
A extracção dos gases não condensáveis é feita por duas bombas de vácuo tipo Elmo 2x100%. Durante o arranque, ambas as bombas podem ser postas em serviço de forma a reduzir o tempo de extracção.



Caldeira e chaminé

Caldeiras de Recuperação

São caldeiras de tripla pressão sob a forma de geradores de vapor, recuperando o calor proveniente da deslocação horizontal dos gases de escape evacuados por cada uma das turbinas a gás.



Esquema do circuito de recuperação

As caldeiras integram um pré-aquecedor de condensados, que permite um maior rendimento da central utilizando a energia do gás de evacuação para pré-aquecer os condensados antes destes passarem para a bomba de água de alimentação e para o sistema de baixa pressão.

As caldeiras não possuem sistema de queima auxiliar e reaquecem através dos gases de evacuação, o vapor a ser utilizado na turbina de alta pressão.

O sobreaquecedor de AP encontra-se colocado a montante da zona de reaquecimento.

As caldeiras estão equipadas com barriletes para cada nível de pressão, cujas principais funções são a separação entre a fase líquida e a fase vapor, a recepção da água do vaporizador durante o arranque, a concentração dos sais dissolvidos no circuito água/vapor e a manutenção da qualidade da água de projecto.

As condutas dos gases são fabricadas em aço refractário e isoladas termicamente.

As chaminés, de parede simples e fabricadas em aço-carbono constituem uma saída adequada para os gases. O exterior da chaminé é isolado termicamente, de forma a manter a temperatura da parede da chaminé acima da temperatura de ponto de ponto de orvalho, prevenindo desta forma a corrosão.

Elas têm uma altura 75 metros e têm incorporado um registo actuado electricamente para minimizar as perdas de calor durante a paragem da caldeira.

As caldeiras possuem um tanque de descarga de condensados. O vapor é descarregado para a atmosfera através de um silenciador e o condensado arrefecido a uma temperatura compatível, para posterior descarga numa rede de efluentes apropriada.

As caldeiras têm capacidade para se manter em funcionamento com a turbina a vapor fora de serviço. Para tal, estão equipadas com um sistema de “by-pass” para cada nível de pressão que reduz a pressão e a temperatura do vapor para níveis adequados à introdução no condensador.

Para além de permitir que a turbina a gás continue em serviço quando se dá um disparo da turbina a vapor,

o “by-pass” é utilizado para o aquecimento das tubagens em arranques a frio e para o controlo da pressão do vapor fornecido à turbina a vapor durante os arranques e variações de carga.

Alternador



O alternador é do tipo bipolar, com arrefecimento radial directo da bobinagem do rotor e arrefecimento indirecto a hidrogénio do enrolamento do estator.

Está disposto entre a turbina a gás e a turbina a vapor e está acoplado à turbina a gás na extremidade do lado frio (compressor).

As perdas nos restantes componentes do alternador, tais como perdas no ferro, de atrito, perdas nos enrolamentos e perdas por dispersão são também dissipadas através do hidrogénio.

A corrente de campo para o enrolamento do rotor é obtida a partir de uma unidade de excitação estática e permite à turbina, em conjunto com um conversor de frequência, arrancar sem um sistema de arranque adicional. Para isso, o alternador funciona como motor alimentado pelo conversor de frequência de arranque.

Estator

A carcaça do alternador, pressurizada com hidrogénio conduz a uma forma de construção estanque e resistente às pressões internas. Para maior segurança as extremidades do estator são blindadas.

O refrigerador de hidrogénio está subdividido em quatro secções e montado horizontalmente na estrutura do estator.

O núcleo laminado é composto por chapas de aço isoladas entre si e com baixo coeficiente de perdas.

O enrolamento trifásico inserido nas ranhuras do núcleo do estator é do tipo de barra sobreposta em duas camadas.

O enrolamento, bem como o núcleo do estator são impregnados com material isolante em atmosfera de vácuo.

O enrolamento do estator está dimensionado de acordo com a classe de isolamento F, mas de acordo com uma carga térmica que não permita um aquecimento superior ao de classe B.

Os seis terminais do enrolamento saem do estator através de isoladores de travessia.

Rotor

O rotor é fabricado em aço vazado sob vácuo. As bobinas são feitas em liga de cobre, inseridas nas ranhuras do corpo maciço do rotor e fixadas nas suas posições por intermédio de cunhas de alta resistência mecânica. As forças centrífugas exercidas nas extremidades são suportadas por capas flutuantes. As capas são fabricadas em aço anti-magnético altamente resistente, não susceptível a fissuras provocadas por tensões de corrosão. Elas são inseridas nas extremidades do rotor e fixadas com cinta. Em conjunto com os calços das ranhuras, elas servem também como enrolamentos de amortecimento.

Refrigeração

O hidrogénio circula no interior do alternador em circuito fechado através de dois ventiladores de fluxo axial montados nas chumaceiras do eixo do rotor. O gás frio é aspirado pelos ventiladores dos compartimentos do refrigerador. O caudal de gás de refrigeração divide-se em três partes após cada ventilador.

Transformadores



Transformador Principal

O transformador principal serve para transferir a energia eléctrica do alternador para a rede.

Está dimensionado para a máxima potência do alternador excluindo as cargas auxiliares do Grupo.

Trata-se de um transformador de núcleo em banho de óleo, trifásico, de enrolamento duplo, próprio para instalação no exterior.

Está equipado com um sistema de arrefecimento compreendendo as bombas de óleo, refrigeradores, ventiladores e instalações de controlo.

O lado de alta tensão AT está equipado com travessias capacitivas para ligação à linha.

O neutro de alta tensão, com um isolamento graduado é apropriado para uma ligação franca à terra.

No lado da baixa tensão BT, são utilizadas travessias de porcelana preenchidas a óleo.

O transformador está equipado com dispositivos de protecção e monitorização.

Nas cabeças das travessias de AT estão instalados transformadores de intensidade.

No lado de alta tensão está instalado um comutador em carga para variação escalonada da tensão.

Transformador Auxiliar

O transformador auxiliar está especificado para permitir a alimentação simultânea dos auxiliares do Grupo além das cargas de serviço.

É um transformador de potência de núcleo em banho óleo, trifásico, de enrolamento duplo, apropriado para instalação no exterior.

O lado de alta tensão AT está equipado com travessias de porcelana para a ligação do IPB.

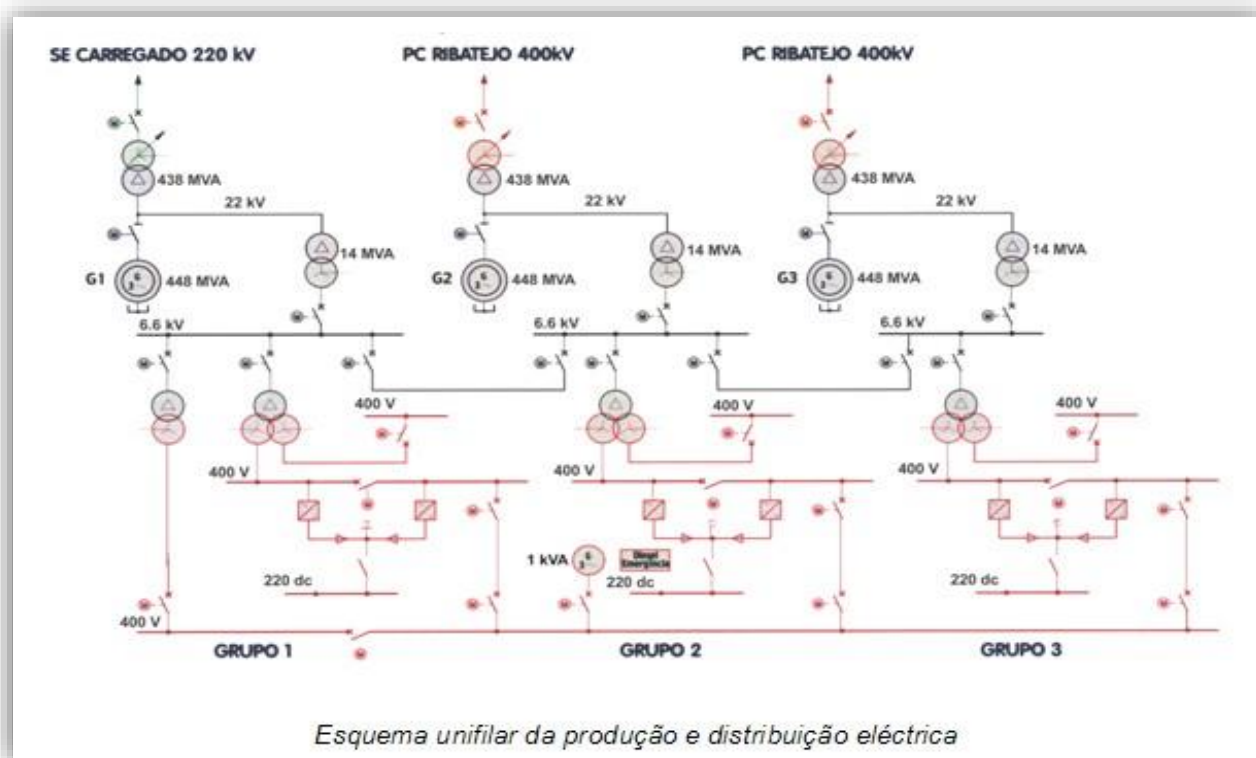
O neutro de baixa tensão é acessível com um isolamento total apropriado para uma ligação resistiva à terra.

O lado da baixa tensão BT está equipado com travessias de porcelana cheias de óleo para ligação ao cabo. O transformador está equipado com dispositivos de protecção e monitorização.

Estão instalados transformadores de intensidade no lado de AT e no neutro de BT, bem como um comutador de tomadas em vazio no lado de AT para variação escalonada da tensão.

Transformadores de Baixa Tensão

Os transformadores de baixa tensão – um por grupo – com uma relação de transformação de 6.6 kV / 420 V servem para a alimentação dos circuitos de BT da central.



Controlo e Instrumentação

De forma a responder aos aspectos técnicos, económicos e ambientais pretendidos, está a central equipada com um sistema de controlo digital denominado de "TELEPERM XP".

O sistema de controlo é utilizado para toda a central: turbinas, geradores de vapor e sistemas principais. É baseado em padrões abertos da tecnologia de hardware e software.

É um sistema aberto – para interfaces com outros sistemas de automação fornecidos por outros fornecedores – prevendo a expansão futura da central.

Sala de Comando



O sistema foi concebido de forma a reduzir a um mínimo as acções manuais a tomar pelo pessoal da sala de comando. Depois de terem sido executadas determinadas acções manuais de preparação no campo, o funcionamento em automático de toda a central pode ser conseguido apenas com a introdução num coordenador do grupo, do valor da potência pretendida. Este coordena a operação de cada área da central durante todos os modos de funcionamento normal, incluindo o arranque, a condução e a paragem dos grupos.

O controlo manual total ou parcial pode ser conseguido através da comutação de alguns, ou de todos os sistemas do modo automático para o modo manual; a comutação é realizada sem grandes perturbações no comportamento dos grupos.

Tomada, Tratamento e Armazenamento da Água

A tomada de água tem por função captar a água do Rio Tejo necessária ao funcionamento da central.

A água captada destina-se à compensação do circuito de refrigeração, à produção de água desmineralizada para reposição nas caldeiras e à água de serviço para alimentação do sistema de extinção de incêndios, além de outros fins.

Apesar de o circuito ser fechado, as torres de refrigeração actuam por arrefecimento evaporativo, o que torna necessário repor alguma água no circuito. Também no circuito de vapor é necessário repor a água perdida durante o ciclo.

O local de captação está situado a cerca de 1 km da central na margem direita do Rio Tejo e consiste numa plataforma sobre o rio onde estão instaladas duas bombas capazes de assegurar um caudal de 0,65 m³/s.

Após ser bombada do rio a água tem de ser tratada antes de poder ser utilizada na Central. Na plataforma da Tomada de Água são adicionados produtos químicos [Hipoclorito de sódio (NaOCl) e ácido clorídrico ou soda cáustica (HCl ou NaOH)] para o condicionamento químico da água e correcção de PH.

Na central, os tratamentos são diferentes para cada tipo de utilização da água. No caso da água para o circuito de refrigeração é necessário o condicionamento químico e a passagem por filtros de gravidade.

No caso da água de reposição da caldeira, além do condicionamento químico, ela tem ainda de ser submetida aos processos de pré-tratamento, desmineralização e afinação.

Ao longo destes processos a água é armazenada em vários tanques, de onde vai sendo retirada para os diversos fins, conforme a qualidade requerida e as respectivas necessidades de tratamento.

Para o combate a incêndios um dos tanques de armazenamento contém uma reserva de 680 m³.

Rejeição da Água

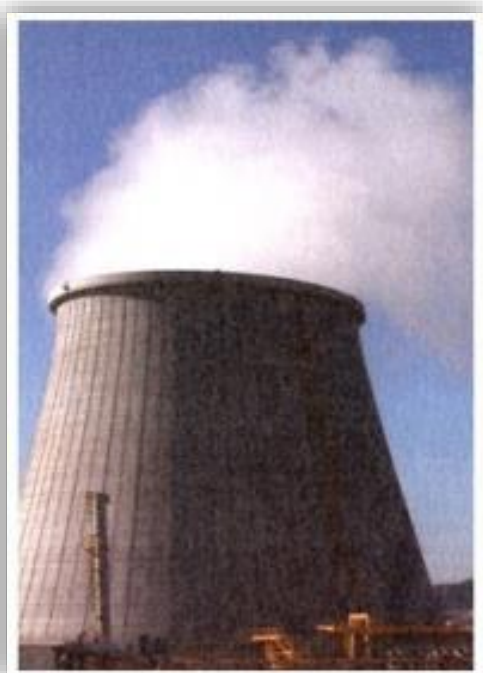
Depois da sua utilização na Central e após ser devidamente tratada, parte da água é novamente devolvida ao Tejo.

Nos casos em que seja considerado necessário, o condicionamento químico é precedido da passagem pela bacia de neutralização ou pelo separador de óleo.

Também os efluentes provenientes da rede de esgotos do sistema de água potável e de parte das águas pluviais são encaminhados para o rio após monitorização.

A água de rejeição do circuito de refrigeração e os efluentes tratados são conduzidos por uma tubagem em poliéster reforçado com fibra de vidro até ao Rio Tejo. A tubagem tem um diâmetro de 600 mm e uma implantação paralela ao canal de rejeição da Central existente.

Circuito da Água de Refrigeração



Torre de refrigeração

O Circuito da Água de Refrigeração fornece o caudal de água suficiente para refrigerar o condensador e o circuito auxiliar de refrigeração.

Os grupos funcionam em circuito fechado utilizando torres de refrigeração do tipo húmido com tiragem assistida.

As bombas aspiram a água do reservatório das torres e enviam-na para o condensador e para os outros centros de utilização, fazendo-a de seguida circular pelos circuitos de refrigeração e devolvendo-a de novo à torre de refrigeração.

Cada unidade possui o seu próprio circuito de refrigeração, que inclui reservatório na torre, sistema de filtragem, estação de bombagem, tubagens para o condensador, tubagem de rejeição, válvulas, instrumentação e os necessários sistemas auxiliares.

Sistema de Alimentação de Gás Natural

A rede de distribuição de gás natural da Central Termoeléctrica do Ribatejo destina-se a alimentar as turbinas a gás dos três grupos geradores, bem como a caldeira auxiliar.

O gás natural é fornecido através de um ramal dedicado, que conduz o gás até ao ponto de entrega no limite da bateria da central.

O gás é posteriormente conduzido através de uma rede de tubagem para os consumidores finais (turbinas a gás e caldeiras).

Esta rede de tubagem contém sistemas de filtragem/separação, instrumentação e válvulas, garantindo uma adequada fiabilidade e segurança do sistema de transporte.

Existe também uma Estação de regulação e medida, que se destina a reduzir a pressão do gás natural da rede de distribuição para a pressão de utilização da caldeira auxiliar, procedendo à respectiva contagem.

As impurezas sólidas e a humidade são retiradas do gás através da utilização de separadores combinados de poeiras e líquidos.

Sistema de Vapor Auxiliar

O objectivo do sistema vapor auxiliar é o de fornecer vapor à pressão de 7 bar e à temperatura de 165° C aos vários consumidores da central.

Nas situações normais de funcionamento do ciclo combinado, o vapor auxiliar é obtido a partir do gerador de vapor de BP das caldeiras de recuperação.

Durante os arranques e paragens da caldeira de recuperação o vapor auxiliar é produzido na caldeira auxiliar. Esse vapor é necessário para aquecer a água de alimentação das caldeiras de recuperação ou para fornecer vapor à turbina nas situações de arranque a frio.

Afim de evitar a entrada de gotículas de água no sistema de vapor dos buçins da turbina a vapor, está instalado nesse ramo da rede um separador de condensados.

Adicionalmente, a jusante desse separador e da respectiva válvula de controlo está montado o Sobreaquecedor Eléctrico para garantir o fornecimento de vapor nas condições requeridas pela turbina a vapor.

Como o consumo de vapor sobreaquecido é muito baixo (0,4 kg/s) optou-se por produzi-lo num sobreaquecedor eléctrico.

A Rede de Vapor Auxiliar está toda ela projectada para vapor saturado, com excepção das tubagens a jusante dos Sobreaquecedores Eléctricos.

Sistemas Auxiliares da Central

Sistema de Ar Comprimido

O objectivo do sistema de ar comprimido é o de fornecer ar comprimido à central quer para ensaios, comissionamento, arranque e funcionamento normal, como também para os trabalhos de montagem ou manutenção.

O sistema de ar comprimido é constituído pela central de produção, reservatórios e rede de distribuição.

A central de produção de ar comprimido é constituída por dois conjuntos independentes, um em serviço e o outro em reserva, com compressor para a produção de ar isento de óleo, secador de absorção e filtros para poeiras.

A rede de distribuição, tem como função a distribuição e entrega de ar comprimido aos diversos consumidores da central, instrumentação, equipamento de controlo motorizado (válvulas pneumáticas), etc.

Sistema de Extinção de Incêndios

O sistema de água contra incêndios, constitui a base principal da protecção contra incêndios da central e tem a finalidade de assegurar o fornecimento de água em caudal e pressão suficientes aos vários circuitos de protecção contra incêndios.

É constituído por uma central de bombagem que vai captar a água ao tanque de água de serviço na secção reservada exclusivamente a este fim e pela rede de distribuição em anel equipada com hidrantes, além das redes de “sprinklers” e dos armários de incêndio.

O tanque de água de serviço, com uma reserva de 680 m³ destinada exclusivamente ao abastecimento da central, garante a alimentação das bombas para um funcionamento mínimo de 2 horas ao caudal nominal.

A rede de distribuição em anel alimentada pela central de bombagem é constituída por uma rede de tubos aéreos em aço, ou enterrados (em PEAD) à volta da central e está provida das necessárias válvulas de isolamento e dos respectivos hidrantes, judiciosamente distribuídos pela central.

A partir deste anel são efectuadas todas as ligações para as redes dos armários de incêndio, dilúvio e “sprinklers”, sendo fornecida água ou espuma consoante a área de risco onde estão implantados.

Esgotos Industriais

Na central são considerados como esgotos industriais os seguintes efluentes:

- Água de lavagem dos filtros de gravidade e água de rejeição da torre de refrigeração;
- Concentrado da osmose inversa;
- Efluentes da regeneração dos leitos mistos;
- Efluentes contaminados com produtos químicos ou óleo.

Estes efluentes são tratados na central de acordo com a sua composição, e após a sua monitorização, descarregados no rio Tejo.

Sistema de Drenagem

Os sistemas de drenagem destinam-se a recolher os efluentes industriais, os efluentes domésticos e a água da chuva não contaminada e a conduzir estas águas para as respectivas estações de tratamento.

No caso da água da chuva não contaminada, esta é descarregada directamente para a vala existente.