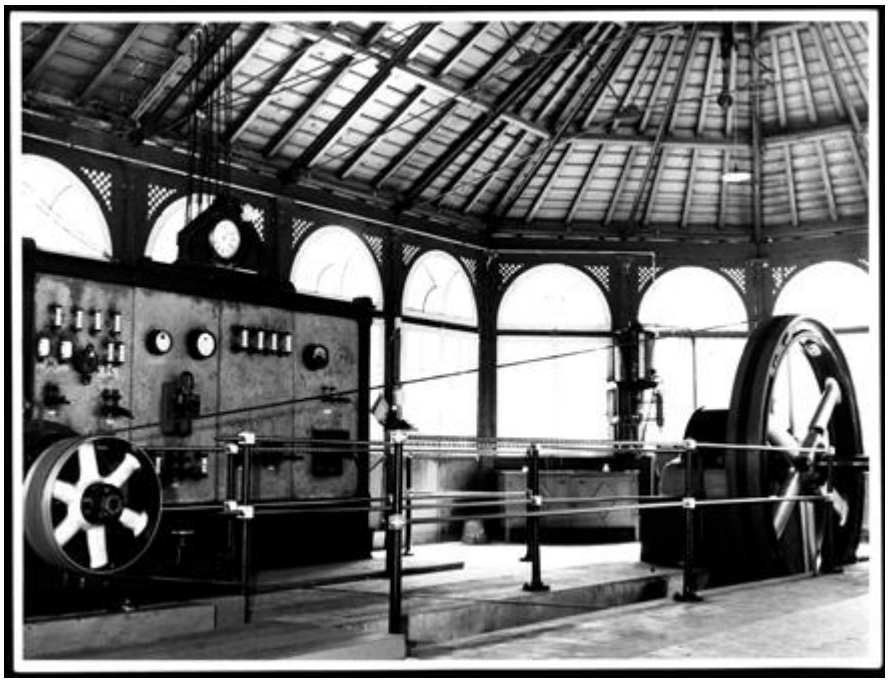
ENG. JOÃO MANUEL PIRES BARBOSA

Julho 2013

Fábrica de Pólvoras Físicas e Artifícios

Barcarena



Introdução

A Fábrica de Baixo, que ainda hoje subsiste, constitui uma valiosa peça de arqueologia industrial, tendo sido inaugurada em 1729 com a denominação de *Real Fábrica da Pólvora* e sob a direcção de António Cremer - com o fim de fomentar a produção nacional - numa época em que se regista um surto manufactureiro considerável em Portugal.

Este estabelecimento fabril caracteriza-se entre outros factores, por usufruir da água da ribeira que lhe está adjacente. Para tal foi edificado um sistema hidráulico principal, composto por uma comporta montada na ribeira e um aqueduto, que conduzia a água à Caldeira de Cima. Desta, um canal de alimentação e respectiva galeria alimentava as azenhas da Fábrica de Cima. Um outro aqueduto fazia o transporte da água para a Caldeira de Baixo, o qual por intermédio de um canal alimentava a galeria das azenhas de Baixo. Por fim, a água era restituída à ribeira de Barcarena através de galerias de restituição.

A aplicação de novas tecnologias nesta Fábrica acompanhou o ritmo do desenvolvimento industrial no nosso país, embora um pouco tardiamente em relação à Europa.

No século XX, em 1925, foi inaugurado o edifício da Central Hidroeléctrica. O apoio a esta Central, em períodos de escassez de água, era feito através de duas Centrais Eléctricas *Diesel*, que produziam corrente contínua: uma datada de 1924 e a outra de 1929.

Central Hidroeléctrica – 1925

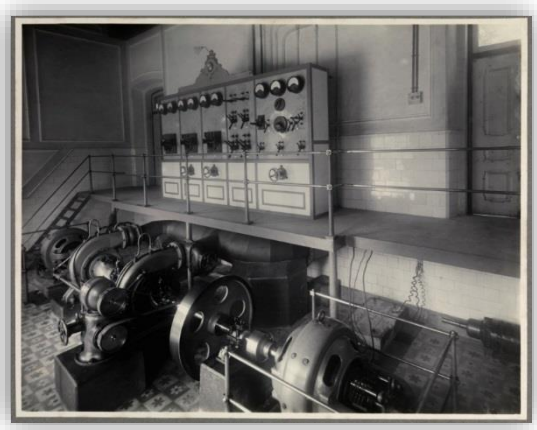


Foto original da sala das máquinas da Central

Projectada em 1918, a Central Hidroeléctrica foi instalada em 1925 na margem direita da ribeira de Barcarena com uma altura de queda de 22 metros. Esta Central produzia energia eléctrica em corrente contínua C.C., própria para alimentar os motores eléctricos de accionamento de quatro Engenhos de galgas em ferro fundido de fabrico Krupp - Alemanha - instalados no Edifício das galgas, bem como dos equipamentos de calibração e lustração em funcionamento nas Oficinas a Vapor.

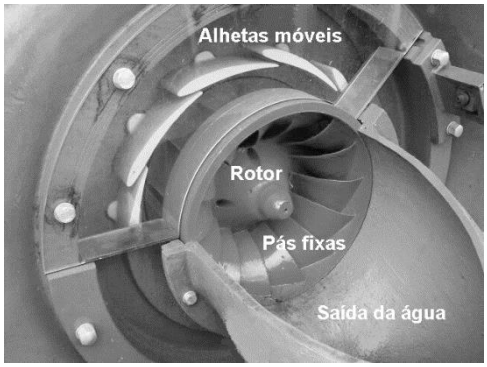
Aparece referenciada na **Estatística das Instalações Eléctricas em Portugal de 1927,** comportando o seguinte equipamento:

- Duas turbinas Francis KUHNERT-TIMBO-WERK com a potência unitária de 50 HP;
- Dois dínamos de corrente contínua C.C. LAHMAYER com a potência de 40 kW à tensão de 500 V;
- Um dínamo de C.C. com a potência de 5,5 kW à tensão de 115 V. Este dínamo já não aparece na Estatística em 1931;
- Um quadro eléctrico de potência e distribuição composto por cinco painéis.

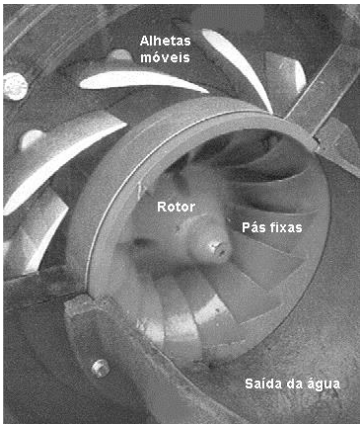
A Turbina FRANCIS

É uma turbina hidráulica de fluxo radial. A água sob pressão e animada de elevada energia potencial ou mecânica entrava numa conduta tipo caracol de secção decrescente, passando através de alhetas orientadoras móveis que a conduziam para a periferia do rotor - formado por um conjunto de pás fixas.

As alhetas orientadoras distribuíam a água de forma simétrica em todas as pás do rotor, transferindo parte da sua energia potencial para aquele. Depois de realizar trabalho no rotor, a água deixava a turbina através da tubagem de saída, já com baixa velocidade, baixa turbulência e fraca energia.

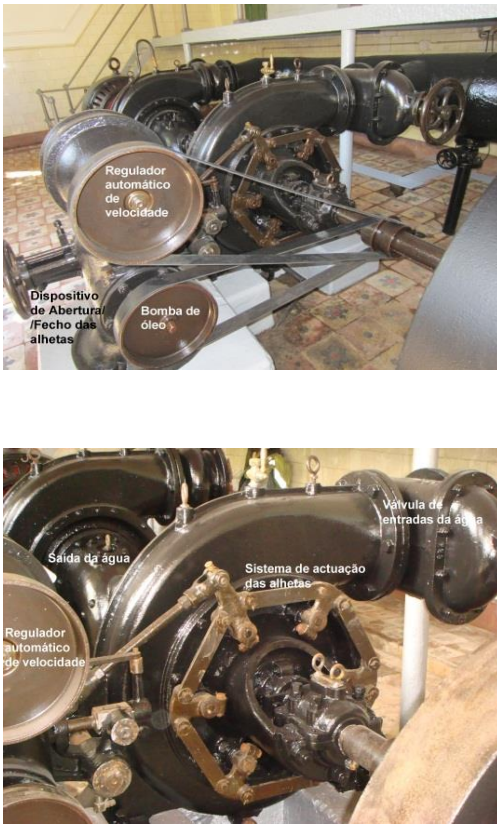


Turbina com as alhetas móveis fechadas (caudal nulo)



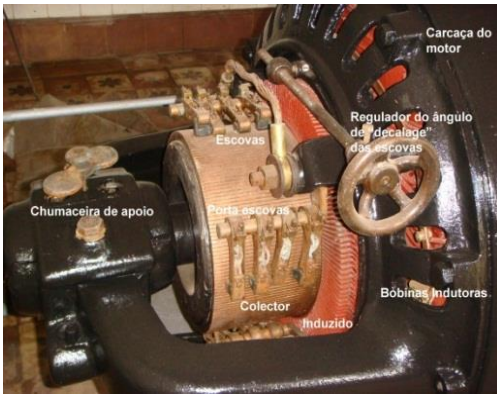
Turbina com as alhetas móveis abertas (caudal máximo)

Logo que a turbina atingia a sua velocidade máxima de serviço, o regulador automático de velocidade entrava em funcionamento, abrindo ou fechando as alhetas, permitindo assim, a passagem de mais ou menos água para o rotor. Desta forma era mantida constante a tensão à saída dos bornes do gerador.



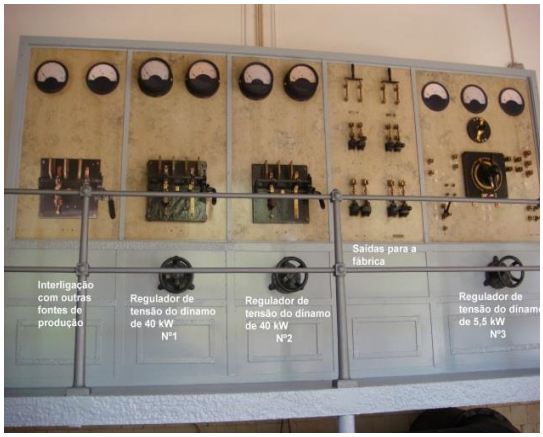
Fotos do regulador automático de velocidade

O Gerador de C.C. ou dínamo



Gerador de C.C. ou dínamo accionado pela turbina

O Quadro Eléctrico



Quadro eléctrico de distribuição e de controlo e comando dos geradores

Central Termoeléctrica – 1927/1931

Instalação composta por:

No exterior

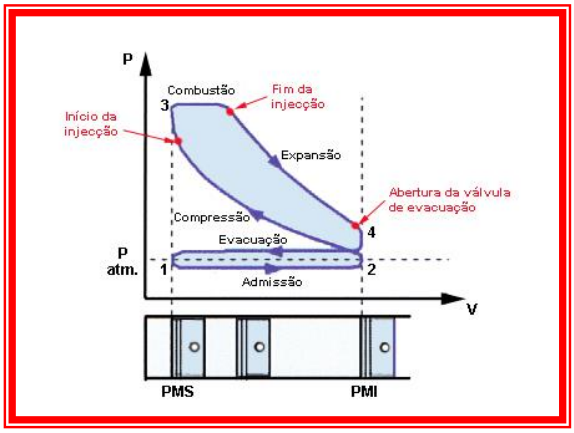
- 1 Motor a óleos pesados de fabrico DEUTZ com a potência de 40 HP;
- 1 Dínamo C.C. SIEMENS, com a potência de 51 kW à tensão de 500 V.

O grupo é composto por um motor Diesel monocilíndrico de baixa compressão, funcionando no ciclo de 4 tempos, acoplado a um dínamo por intermédio de uma correia de transmissão.

O ciclo Diesel

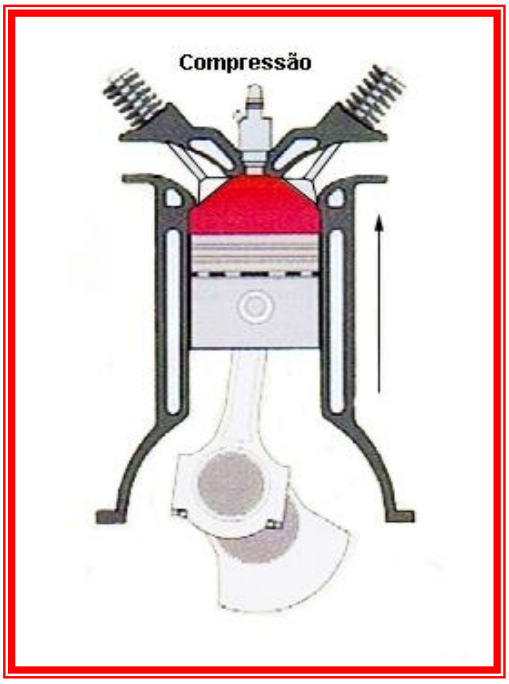
Faremos de seguida uma breve descrição do funcionamento do ciclo Diesel a 4 tempos, o qual é comum a ambos os motores das centrais termoeléctricas da fábrica.

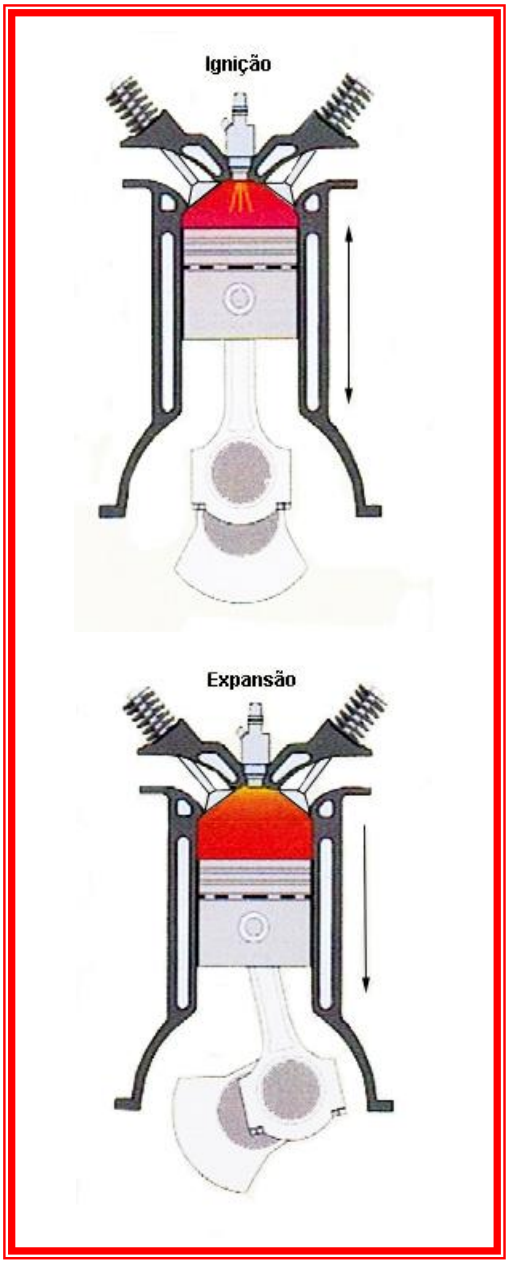
O ciclo Diesel a 4 tempos desenvolve-se da seguinte forma:



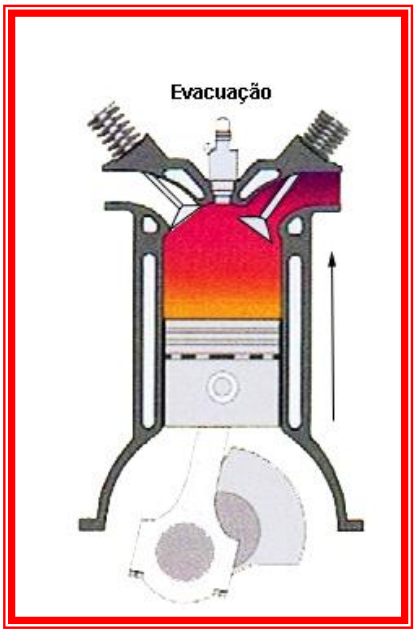
- **Tempo** – ***Admissão do ar***. O êmbolo desloca-se do ponto morto superior PMS (1) para o ponto morto inferior PMI (2) e aspira o ar atmosférico para o interior do cilindro através da válvula de admissão que se encontra aberta.

- **2º Tempo** – ***Compressão do ar***. Com as válvulas de admissão e compressão fechadas o êmbolo executa um passeio ascendente e comprime o ar (2-3), provocando-lhe uma elevação de temperatura superior ao ponto de inflamação do combustível.



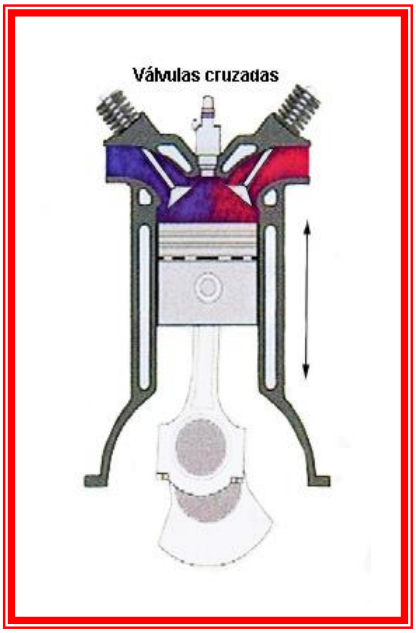


- **3º Tempo** – ***Combustão e expansão***. As válvulas de admissão do ar e de evacuação dos gases continuam fechadas e o êmbolo vai iniciar o seu curso descendente (3-4). Contudo, um pouco antes de o êmbolo ter chegado ao PMS, o combustível tinha começado a ser injectado (é o avanço à injecção) para o interior do cilindro, onde iria entrar em combustão durante um espaço de tempo sensivelmente correspondente a 1/10 do curso (atraso à injecção). Segue-se a expansão dos gases resultantes da combustão. Considera-se deste modo ser este o **tempo de trabalho** ou **motor**.



- **4º Tempo** – ***Evacuação***. Depois da expansão o êmbolo faz um passeio ascendente (4-1) para expulsar os gases queimados. A válvula de evacuação tinha já aberto em antecipação, isto é, antes de o êmbolo chegar ao fim do PMI. A isto chama-se o "avanço à abertura da válvula de evacuação". A válvula de evacuação só voltará a fechar depois de o êmbolo iniciar o seu movimento descendente aspirando ar puro. É o "atraso ao fecho da válvula de evacuação".

Regulação por válvulas cruzadas

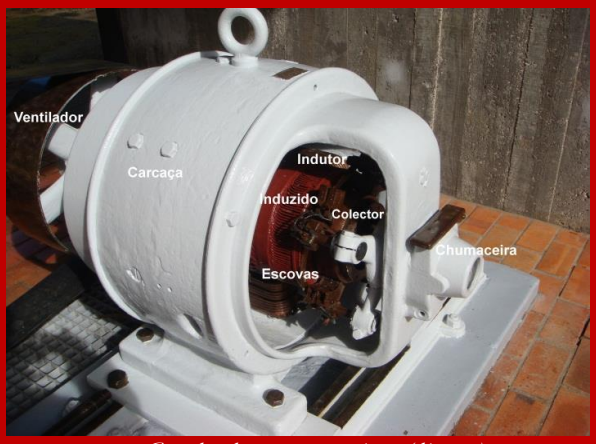


No fim do tempo de evacuação e no início do de admissão, ainda existem no interior do cilindro gases remanescentes. Para que esses gases não se misturem com o ar fresco a ser admitido, é utilizado o processo de abrir em antecipação a válvula de admissão (avanço à abertura da válvula de admissão) e manter a válvula de evacuação um pouco aberta (atraso ao fecho da válvula de evacuação). Este processo vai permitir expulsar para a atmosfera o que resta dos gases acumulados.

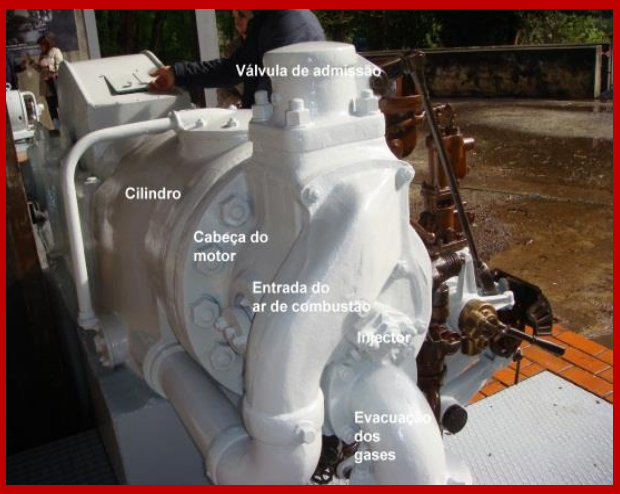
Este processo é conhecido como "regulação por válvulas cruzadas". Tem um grande efeito no rendimento térmico global do motor.

O gerador DEUTZ

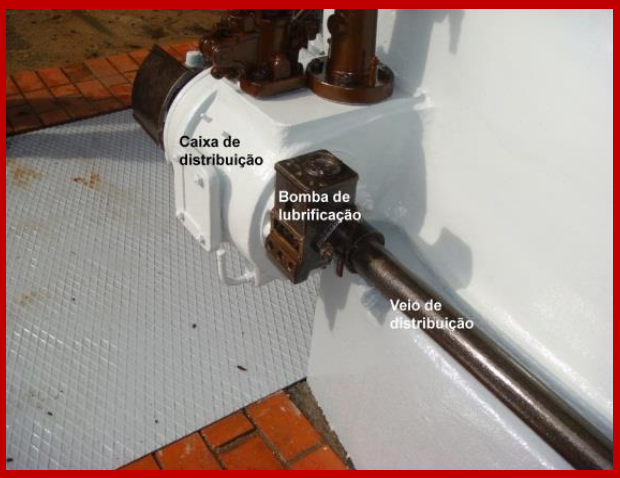
Vista do conjunto após a recuperação



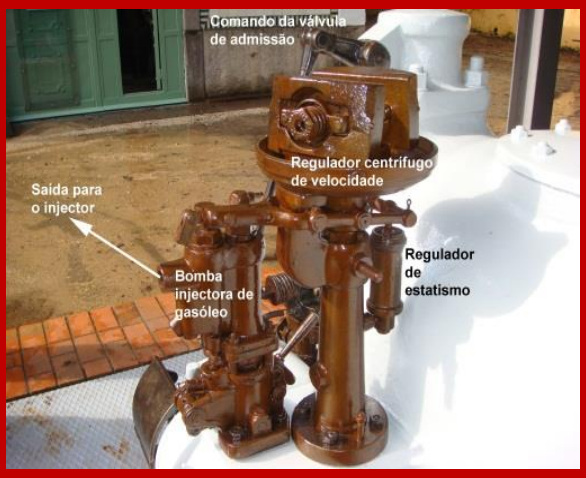
Gerador de corrente contínua (dínamo)



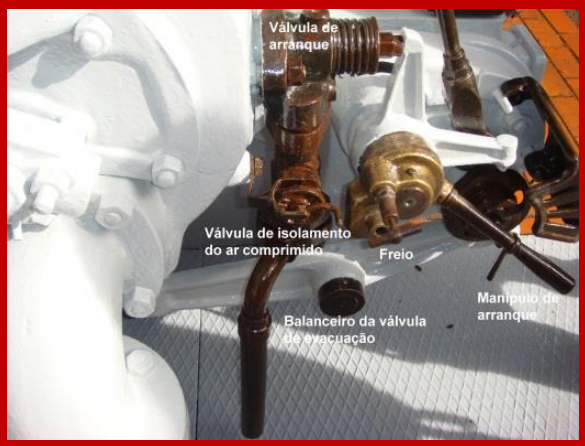
A cabeça do motor



Veio de distribuição



Bomba injectora e regulador automático de velocidade



Dispositivo de arranque a ar comprimido

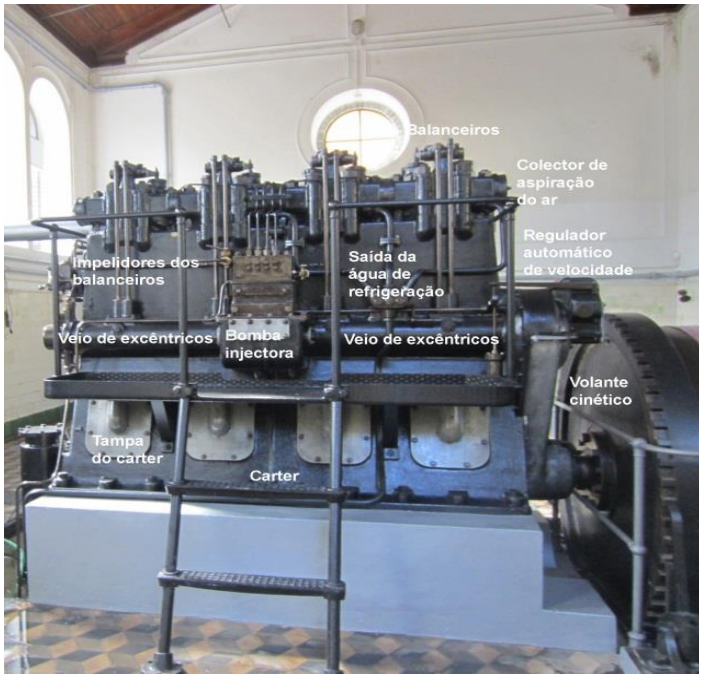
Injector de gasóleo

No interior

- 1 Motor a óleos pesados de fabrico WINTERTHUR com a potência de 200 HP;
- 1 Dínamo C.C. ALBERT-EBERT, com a potência de 86 kW à tensão de 500 V.

Motor de corrente alterna

Embora com algumas reservas quanto à data, poder-se-á considerar que na década de 1940 foi fornecida à Central pelas Companhias Reunidas Gás e Electricidade - C.R.G.E. - energia eléctrica alterna trifásica à tensão de 380 V.

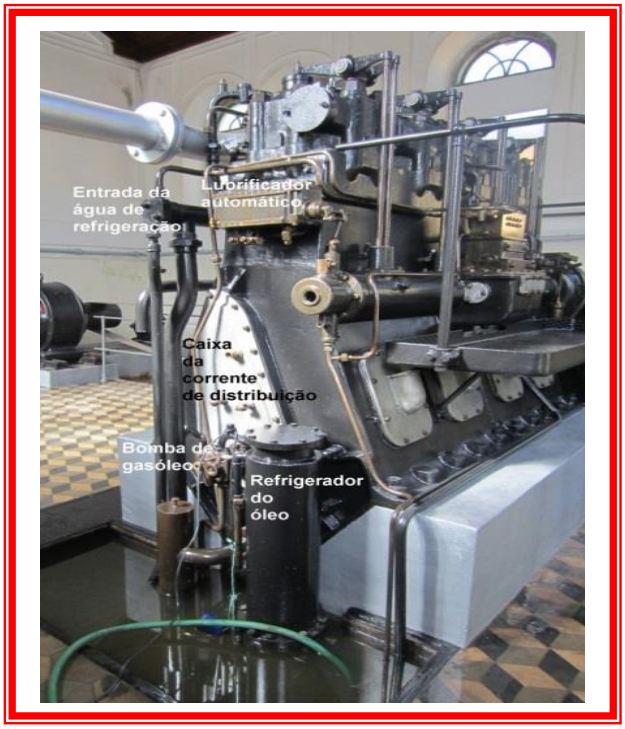


Esta energia tinha por função alimentar um motor eléctrico que iria accionar através duma transmissão por correia, o gerador de corrente contínua que era accionado normalmente pelo motor Diesel Sulzer. Pensa-se que a utilização do motor eléctrico tinha a ver com questões económicas, pois poupava os custos de combustível e de manutenção do motor Diesel. Além disso era uma máquina de utilização imediata e de condução mais fácil.

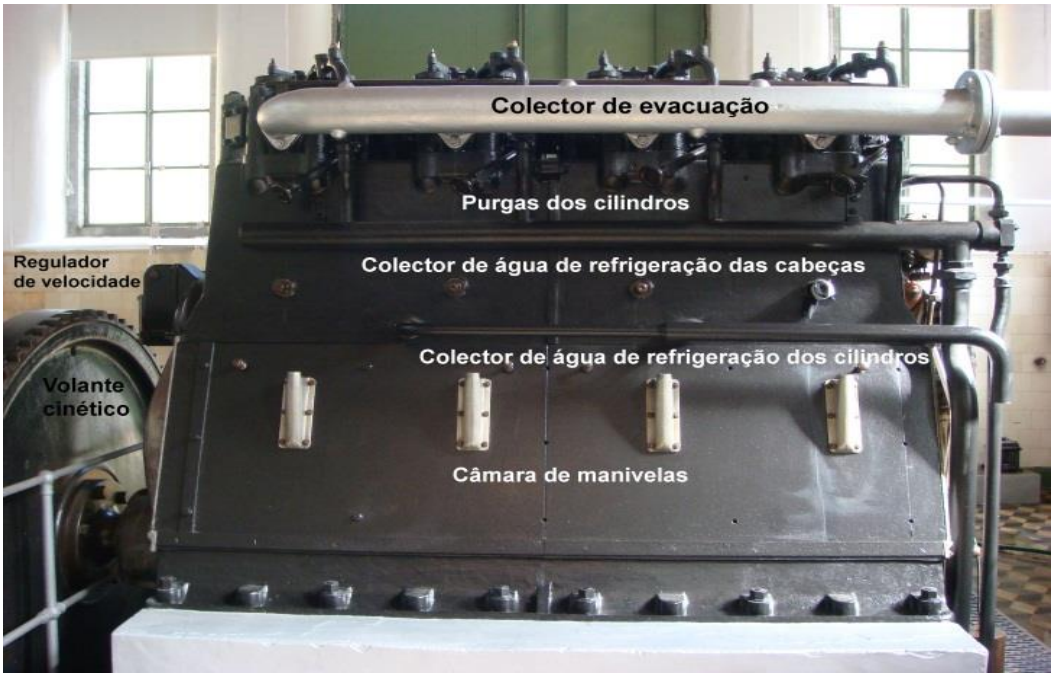
O motor eléctrico, ainda existente, tem as seguintes características:

- Fabrico inglês da CROMPTON PARKINSON, tensão 380 V, intensidade 140 Amp, frequência de 50 cps, rodando a 970 rpm.. A potência mecânica é de 100 CV.

O grupo gerador SULZER é composto por um motor Diesel de 4 cilindros, funcionando no ciclo de 4 tempos, acoplado a um dínamo através de uma correia de transmissão.



O motor visto de frente

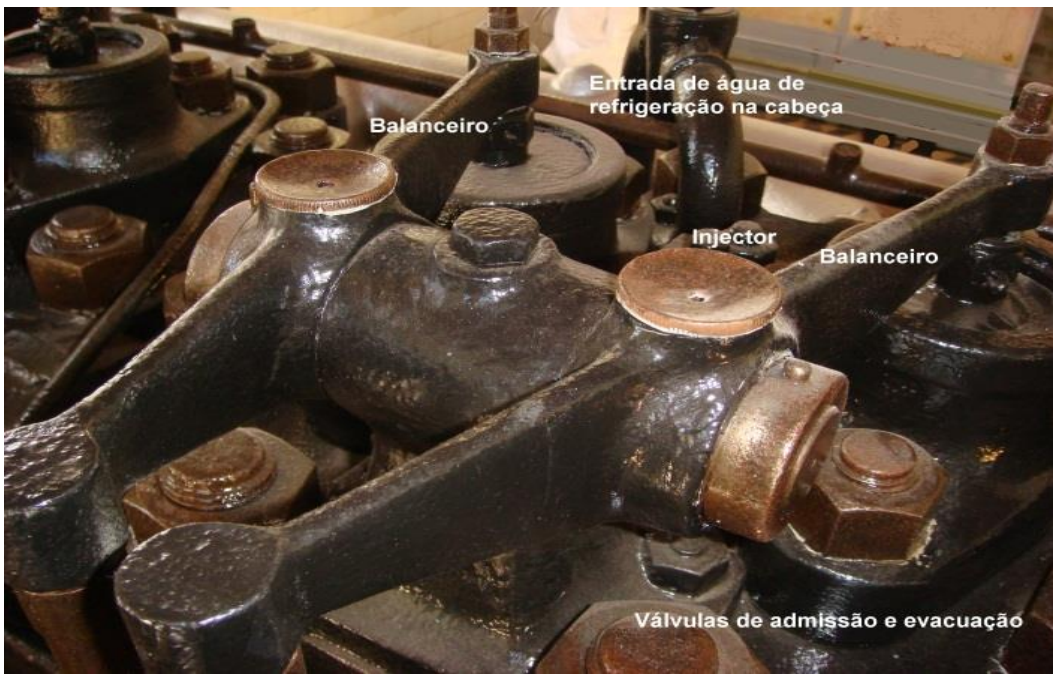


Parte posterior do motor

O circuito de combustível do motor

O motor funcionava a gasóleo que era armazenado num tanque colocado junto da casa das máquinas e comum a ambos os geradores: o interior e o exterior.

O combustível era aspirado do tanque por intermédio de uma bomba de carretos e enviado à bomba injectora comum após passar por filtros adequados. Na bomba ele era comprimido individualmente e dirigia-se ao injector de cada um dos cilindros, dando início ao processo de combustão.



Os gases resultantes da combustão eram expelidos para a atmosfera, passando primeiramente pelo "silencioso".

O circuito de ar de arranque

Compressor de ar de arranque

Garrafas de ar comprimido e tanques de compensação

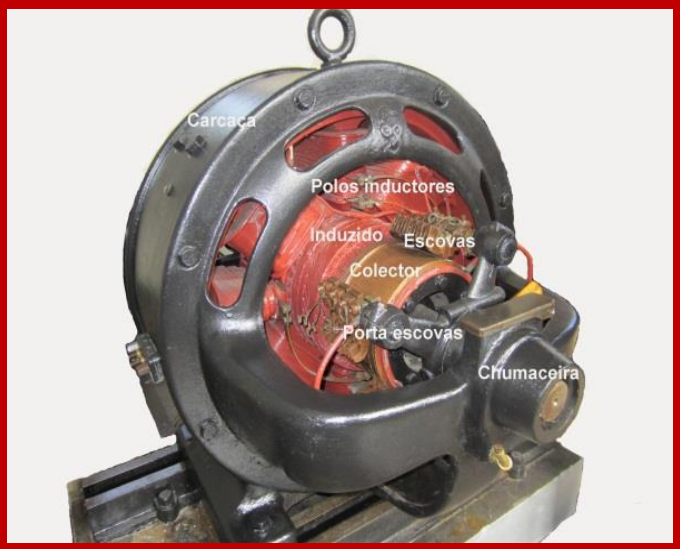
Para pôr o motor em funcionamento era utilizado o ar comprimido. Um compressor alternativo accionado por correia através do volante do motor Sulzer comprimia o ar para as garrafas respectivas, donde era enviado para o sistema de arranque do motor. O compressor tinha ainda a possibilidade de ser actuado manualmente em situações de emergência, não sendo necessário ter o motor em funcionamento.

O circuito de refrigeração do motor

O motor era refrigerado com água em circuito aberto. Um tanque de armazenamento e refrigeração colocado no exterior comunicava com um dos dois tanques de compensação colocados no interior. Pensa-se que o outro tanque seria do motor colocado no exterior. Do tanque a água era aspirada por bomba e após refrigeração do motor voltava ao tanque de armazenamento e refrigeração.

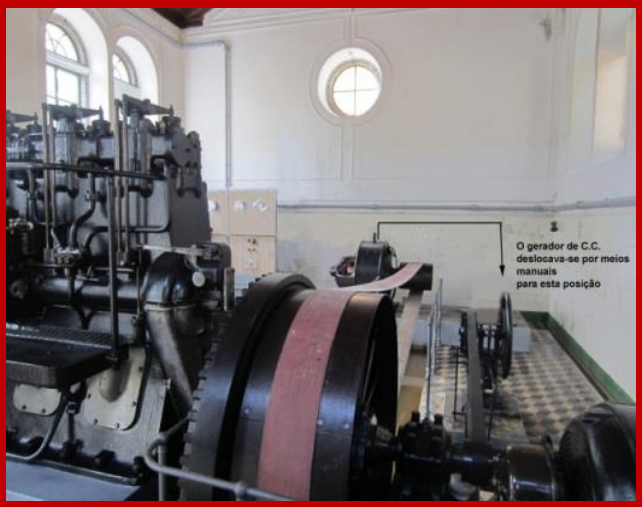
O gerador eléctrico ou dínamo

É um gerador de corrente contínua, com as características já indicadas anteriormente, composto por indutor, induzido, colector e escovas. Recebia movimento através duma correia de couro accionada pelo motor Diesel Sulzer e mais tarde também por um motor de corrente alterna.



Para o accionamento através do motor de C.A. era necessário deslocar manualmente o dínamo – conforme se pode observar nas fotos abaixo – para a direita e montar nova correia de accionamento. Poder-se-ia assim continuar a fornecer C.C. à fábrica, mantendo o Diesel parado.

Perto do motor encontra-se o seccionador e o respectivo arrancador.



O quadro eléctrico

O quadro eléctrico é duplo. Do lado esquerdo tem o painel correspondente ao motor de C.A., com Amperímetro, Voltímetro e lâmpadas de fase e fusíveis de protecção.

Do lado direito são também visíveis os Amperímetro e o Voltímetro, o regulador de tensão e os fusíveis de protecção.

Quadro eléctrico

Bibliografia:

- Introdução: Texto elaborado pela Câmara Municipal de Oeiras
- Fotos: C.M.O., P. Barbosa, R. Goy
- Esquemas: http://www.kruse-ltc.com/Diesel/diesel_cycle.php
- Motores de explosão-Aillaud & Bertand-3ª Edição