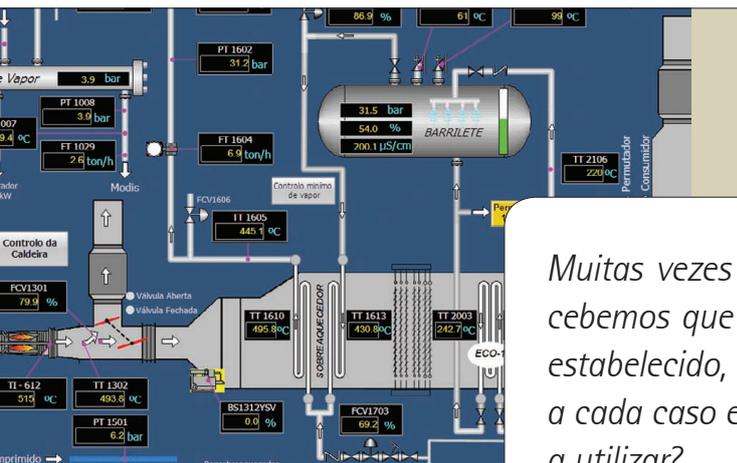


cogeração - a escolha da tecnologia



Muitas vezes se ouve falar em cogeração, mas não nos apercebemos que apesar dessa palavra designar um conceito bem estabelecido, existem inúmeras formas e tecnologias aplicadas a cada caso específico. Como decidir qual a tecnologia correcta a utilizar?

Cogeração significa simplesmente a produção combinada de duas ou mais formas de energia útil. Tipicamente electricidade e energia térmica, e como tal vamos seguir com o foco na escolha tecnológica para este tipo de cogeração.

A electricidade é considerada uma forma nobre de energia, e tem associada uma rede de transporte e distribuição que permite o seu trânsito entre um qualquer ponto de produção e ponto de consumo. No entanto a produção de electricidade é normalmente gerada a partir de um accionamento mecânico, através de turbinas eólicas, hidráulicas, a vapor, motores de combustão interna, turbinas a combustão, entre outros.

No caso dos accionamentos que utilizam combustíveis, a sua eficiência é bastante reduzida, podendo andar entre os 20 e os 50% (Nota: no caso de ciclos combinados de grande potência e a plena carga poderá chegar aos 60%) traduzindo para energia mecânica apenas essa parte da totalidade da energia libertada pela combustão, obrigando a restante a sair pelos gases de escape e/ou pelo arrefecimento de órgãos das máquinas.

Por outro lado há no quotidiano inúmeras necessidades de energia térmica, como o aquecimento e/ou arrefecimento do ambiente, o aquecimento de águas sanitárias até inúmeras aplicações industriais com inúmeras variantes na forma e temperatura necessária. A cogeração será então a arte de cessar o suprir dessas necessidades térmicas, aproveitando para produzir toda a electricidade possível, sendo irrelevante onde será esta consumida pois será facilmente transportada até aos consumidores.

A escolha da tecnologia começa com o levantamento rigoroso das necessidades térmicas, nomeadamente:

- › Forma (ar quente, água quente, água gelada, vapor, termofluido, entre outros);
- › Temperaturas máximas e mínimas para cada forma necessária;
- › Potência máxima e mínima para cada forma;
- › Horário de consumo ou caso seja possível, curvas de consumo;
- › Necessidades de segurança de abastecimento.

E em segundo lugar deve analisar as formas de combustível disponíveis no local:

- › Biomassa;
- › Fuelóleo;
- › Gás natural;
- › Gasóleo;
- › Resíduos energeticamente capazes;
- › Outros.

A partir daqui o trabalho será sobretudo da imaginação na escolha da solução mais simples e robusta para usar um dos combustíveis disponíveis para alimentar uma máquina que, por sua vez, seja capaz de alimentar as necessidades térmicas.

Tomando como primeiro exemplo um motor alternativo de última geração de potência média, com um rendimento eléctrico de 45% temos que:

De 100% da energia térmica disponibilizada

- › 50% nos gases de escape - temperaturas a rondar os 400° C;

- › 40% em água 90-70° C;
- › 10% em água 45-40° C;

Se os nossos consumidores puderem consumir 5 MW em água a 90° C poderemos aproveitar toda a energia disponibilizada pela água a 90° C acrescida de:

- › $((400 - (90 + 30)) / 400) = 70\%$.

da potência dos gases de escape poderemos aproveitar:

- › $100\% \times 40\% + 70\% \times 50\% = 75\%$ do total de energia térmica disponibilizada.

Ou seja seria capaz de debitar um total $5 \text{ MW}_{\text{th}} / 75\% = 6,67 \text{ MW}_{\text{th}}$

Para facilitar os cálculos vamos desprezar as perdas térmicas e um motor aparentemente indicado para suprir as necessidades térmicas teria uma potência eléctrica de $45\% \times (6,67 / (1 - 45\%)) = 5,46 \text{ MW}_e$.

Este exemplo apenas serve para lembrar que toda a escolha e dimensionamento deve ser feita tendo em conta primariamente a energia térmica.

Um outro exemplo baseado no caso real – **Cogeração Ecociclo II** – é bastante mais complexo. Senão vejamos a especificação dos consumos térmicos:

- › Água sobreaquecida a 200° C e retorno a 180° C, potência média de 1,6 MW mas variando de 0 a 3.2 MW. O fornecimento destina-se a uma indústria de HPL que trabalha de Segunda a Sexta-feira 24h/dia e onde é necessário um bom nível de segurança de abastecimento;

- › Vapor a 6 bar^a até 8 ton/h. Este vapor vai alimentar um grande centro logístico de distribuição com armazéns a temperatura ambiente e armazéns refrigerados e armazéns de congelados. Para fazer face a tudo isto o centro de logística tem um sistema de absorção multistágio a amónia que usando o vapor fornecido obtém temperaturas abaixo dos -25° C;
- › Água quente a 105° C 2 MW, com variações entre 0,8 e 3 MW para uma climatização de todos os edifícios de escritórios e outros serviços que rodeiam a cogeração. Esta água serve para aquecer todos os edifícios e águas sanitárias, e através de um *chiller* de absorção de Brometo de Lítio produz água gelada a 6° C.

Para tudo isto e tendo em conta as temperaturas que impossibilitariam a utilização de um motor como o apresentado no exemplo anterior (não se poderia aproveitar nem 40% do calor disponibilizado) foi escolhida uma turbina a gás natural. Devido a haver consumidores que param aos fins-de-semana foi escolhida uma turbina aeroderivativa, que permite arranques e paragens sem penalização para a durabilidade da máquina.

A turbina disponibiliza toda a energia térmica sob a forma de gases de escape a cerca de 500° C. Havendo necessidade de vapor numa pressão bastante reduzida foi considerado como solução produzir o vapor a uma pressão mais elevada 31 bar^a para depois ser expandido numa turbina. Esta solução tem três vantagens:

- › Melhorar a eficiência eléctrica;

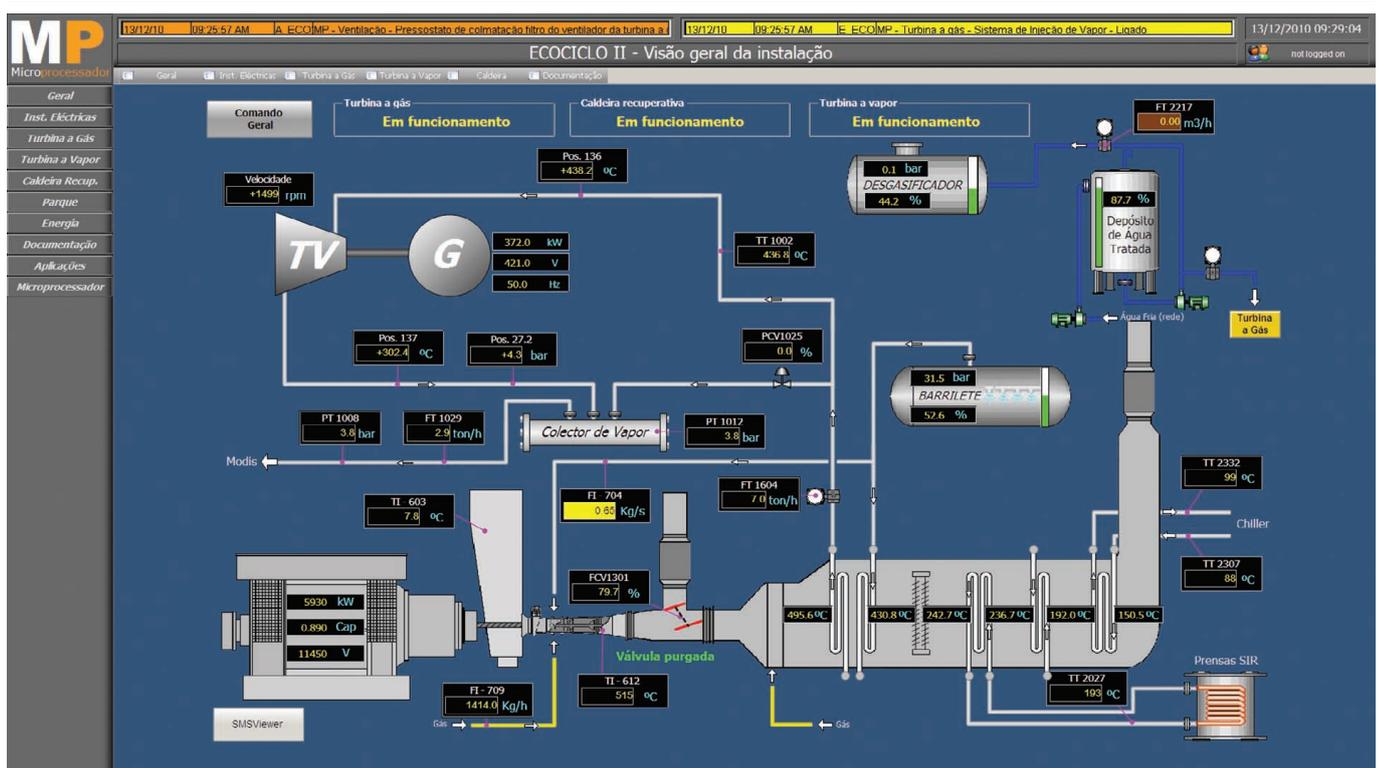


Figura 1 · Visão geral da instalação demonstrada Cogeração Ecociclo II.

- › Estabilizar a pressão do vapor;
- › Retirar do barrilete água suficientemente quente para fornecer via um permutador, a água a 200° C.

Desta solução com barrilete apenas fica de fora a água a 110° C. Para esta foi acrescentado um economizador final nos gases de exaustão acoplado em série a um permutador a vapor. Este permutador permite, em caso de necessidade, retirar alguma potência térmica do barrilete para o circuito de AVAC.

Resta a necessidade de uma boa segurança no abastecimento da fábrica, pelo que foi acrescentada uma caldeira de *back-up* que permite fornecer a água a 200° C, mesmo que ocorra algum problema com a turbina.

No que concerne à potência e rendimento, a turbina é muito sensível à temperatura do ar de admissão, podendo produzir até 6,3 MW, com temperaturas baixas, mas dificilmente chega aos 5 MW com o ar acima dos 25° C. Assim a turbina tem instalado um sistema de arrefecimento do ar de admissão, permitindo trabalhar todo o ano com uma temperatura não inferior a 15° C.

Esta turbina tem ainda outra particularidade bastante rara, permite injectar vapor juntamente com o gás natural, aumentando a eficiência e a potência eléctrica. Na Figura 1 (página anterior) apresenta-se uma versão simplificada do processo da central onde faltam algumas interligações entre circuitos. O P&I completo necessita de ter o tamanho A1 para ser legível.

Uma central deste tipo é bastante complexa e exige um excelente sistema de suporte de controlo e gestão de dados que ajude o operador a controlar todas as variáveis e alimentar todos os clientes balanceando o que uns consomem a menos com o que outros consomem a mais.

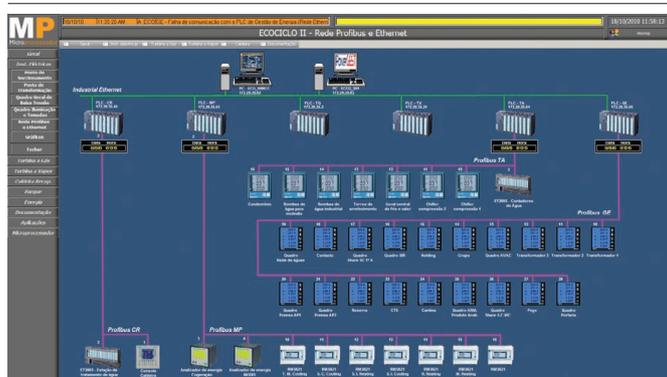


Figura 2 · Rede Profibus e Ethernet do Cogeração Ecociclo II.

Este sistema, baseado em autómatos, montados em rede Ethernet, permite o controlo distribuído de todos os equipamentos que integram a unidade de cogeração. Desta forma é garantida a recolha de toda a informação, permitindo a monitorização de todos os

subsistemas:

- › Rede de energia eléctrica – Gestão de Energia;
- › Sistema de Tratamento de água;
- › Torres de Arrefecimento;
- › Caldeira Recuperativa;
- › Turbina a Gás;
- › Turbina de Vapor.

Através de uma rede de campo, PROFIBUS, torna-se possível a recolha de dados de campo para os autómatos instalados.

A implementação desta arquitectura permitiu:

- › maior flexibilidade na instalação dos diversos equipamentos;
- › colocação em serviço mais facilitada;
- › melhor identificação de erros após o arranque da instalação;
- › minimização de cablagens na instalação.

A rede Ethernet TCP/IP serve de suporte à supervisão da instalação e sistema de gestão de energia. A supervisão instalada implementa as funções de gestão de rede, supervisão, arquivo e ainda a supervisão/comando local ou remoto através do *interface* HMI. Foram desenvolvidos sinópticos que permitem a total operação da instalação.

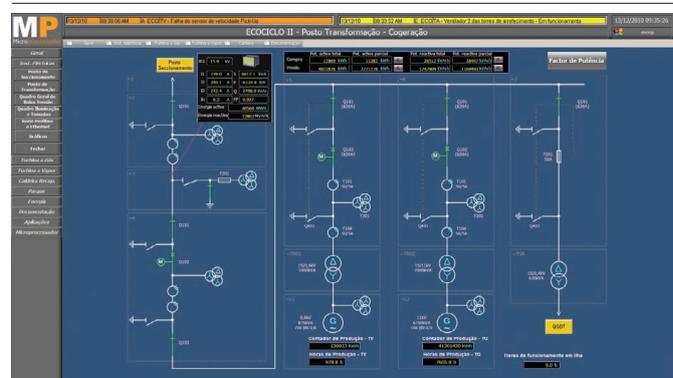


Figura 3 · Posto de Transformação.

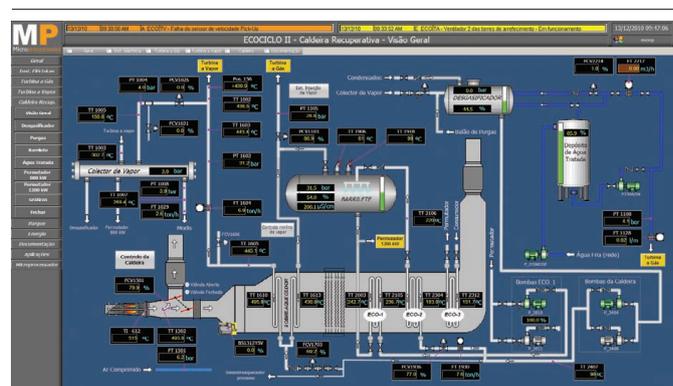


Figura 4 · Caldeira de Recuperação.

Os dados dos equipamentos (Estados/Alarmes) são disponibilizados graficamente no sistema de supervisão HMI. Algumas destas infor-

Ecociclo II – Sonae Capital

Um exemplo de eficiência e recurso às mais recentes tecnologias para redução da pegada ambiental

É uma central de cogeração em ciclo combinado, com base numa turbina a gás natural de fabrico Rolls-Royce, uma turbina a vapor fabrico Siemens, uma caldeira recuperativa fabrico Ambitermo e um sistema de comando e controlo fabrico Microprocessador.

Concebida, detida e explorada pela Sonae Capital, é, pela sua eficiência global superior a 80%, elemento fulcral na estratégia de desenvolvimento sustentável do PNES (Pólo de Negócios de Empresas Sonae na Maia).

A central alimenta todos os consumos térmicos do Pólo de Negócios, desde os industriais (vapor a 5 bar^a, água quente a 200° C e amónia gelada a -30° C) aos de climatização dos edifícios de serviços (água quente a 105° C e água gelada a 6° C). Muitas vezes as centrais de cogeração que geram água quente e água gelada simultaneamente são conhecidas como "trigeração". Neste caso seria mais apropriado "pentageração".

O investimento que rondou os 8 M€ ficou concluído em 2009 e permite uma produção eléctrica até 7,0 MVA.



PUB

A energia do país passa por nós.

Fazer chegar a energia onde ela é necessária é uma das nossas missões. Sempre com consciência e preocupação a nível social e ambiental e com altos critérios de qualidade e segurança. Por isso, a REN – Redes Energéticas Nacionais – assegura um canal de transporte eficaz de toda a energia do país, seja ela de muito alta tensão ou de alta pressão tendo em conta os elevados padrões de exigência do mercado. Porque é no futuro de todos nós que dedicamos toda a nossa energia – Electricidade ou Gás - onde é preciso. Em todo o país.



Redes de confiança



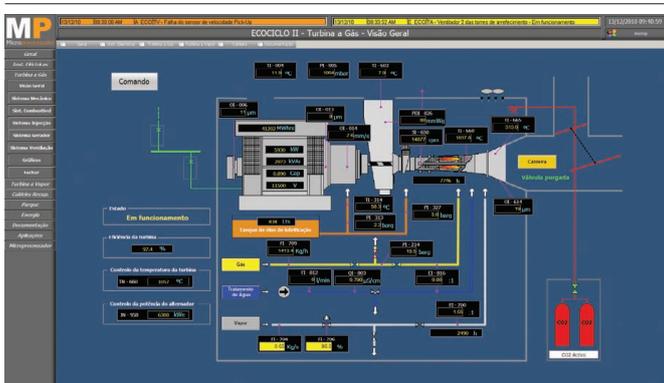


Figura 5 · Turbinas a Gás.

Desta forma torna-se possível analisar o comportamento de variáveis ao longo do tempo e comparar esse mesmo comportamento utilizando as várias variáveis que influenciam o processo.

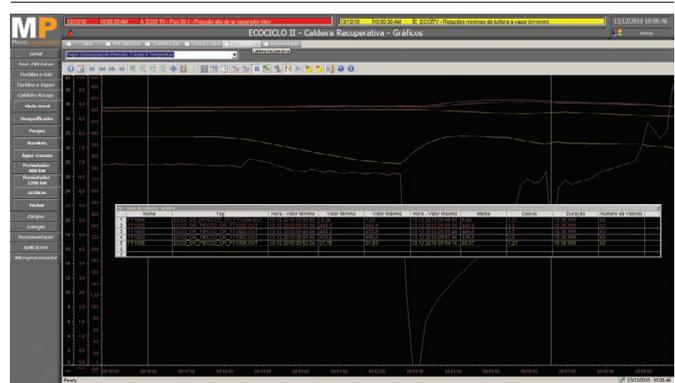


Figura 7 · Gráficos da caldeira recuperativa.

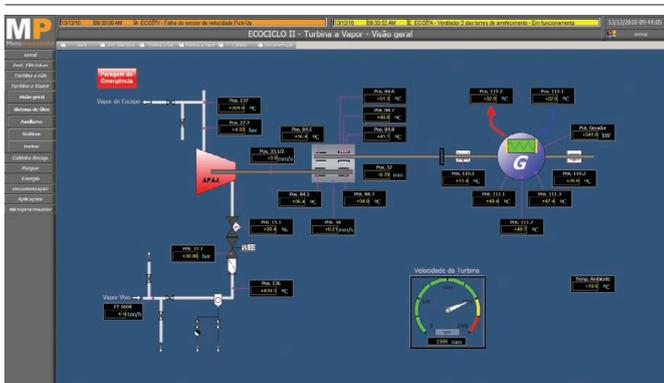


Figura 6 · Turbinas a Vapor.

O sistema contempla mensagens automáticas de alarme, via SMS e email, através do sistema de supervisão HMI.

De forma esquemática, apresentamos na Figura 8 o diagrama resumido da instalação.

Complementando este sistema de automação e supervisão, existe um sistema de gestão de energia, PowerGest, que acede a dados da cogeração e os regista numa base de dados para a obtenção de relatórios. Desta forma torna-se possível a obtenção dos diversos consumidores distribuindo os dados pelos diferentes centros de custo.

mações são transferidas para a base de dados de análise de forma a serem manipulados pelo Sistema de Gestão de Energia.

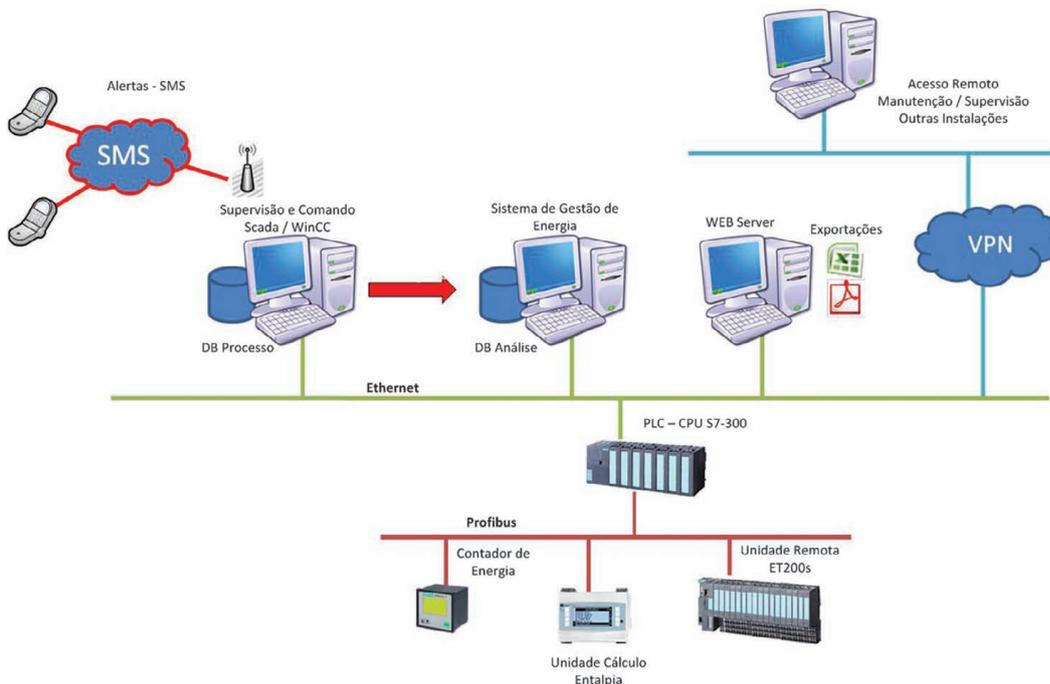


Figura 8 · Diagrama resumido da instalação Cogeração Ecociclo II.