

Soluções de Eficiência Energética em Instalações de Combustão

Autoria | E.J.Lázaro Director Departamento Técnico Sedical, S.A.

As instalações de combustão -residencial, comercial ou industrial- são consumidoras de combustível e energia eléctrica com um grande potencial de melhoria de eficiência e poupança. Ainda que haja experiências de modernização com “Gestão Energética”, em geral não se aproveitou todas as possibilidades.

Propõe-se técnicas de melhoria de eficiência energética –a utilizar de forma conjunta ou separada-, com as quais o grupo queimador e gerador cumpre três requisitos básicos: elevado rendimento, emissões reduzidas e segurança de funcionamento. Os equipamentos actuais de Gestão Electrónica da Combustão facilitam a sua aplicação numa grande variedade de instalações, com períodos de amortização notavelmente inferiores a cinco anos conforme os casos.

Introdução

Trata-se de técnicas de melhoria da eficiência energética na combustão com queimadores de ventilação forçada, para aquecimento, climatização ou processos industriais.

O queimador fornece ar e combustível e mistura-os de forma adequada para a sua correcta combustão. O ar fornecido é superior ao teórico, para evitar queimas incompletas, emissões perigosas e redução do rendimento. O excesso de ar implica perdas com os gases da combustão.

As técnicas de melhoria da eficiência e poupança de energia que actuam sobre o fornecimento de ar, são:

- a modulação do queimador, sem escalões -reduz paragens e perdas de disponibilidade;
- o controlo de velocidade -reduz a energia eléctrica consumida pelo motor do queimador;
- o controlo contínuo do excesso de oxigénio -melhora o rendimento da combustão.

Os queimadores modernos com controlo electrónico utilizam servomotores com microprocessador, de alta pre-

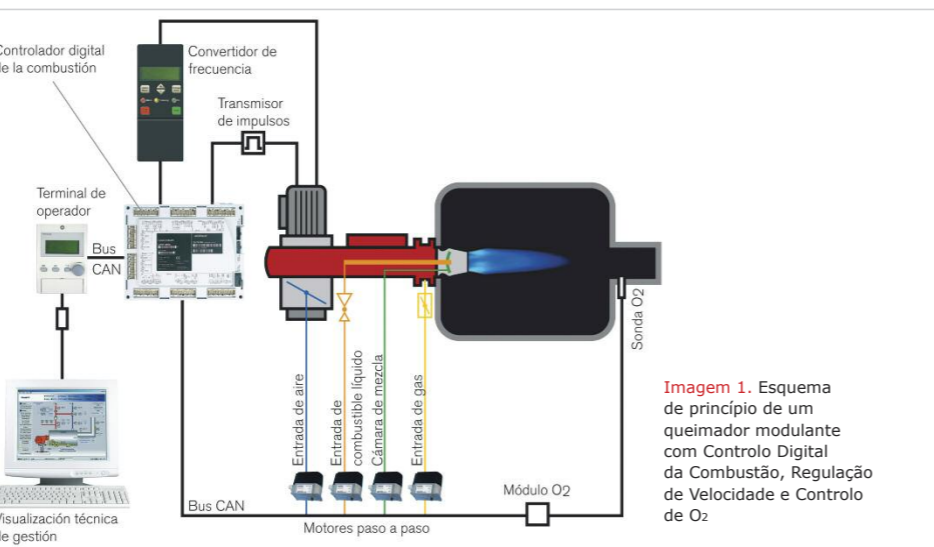


Imagem 1. Esquema de princípio de um queimador modulante com Controlo Digital da Combustão, Regulação de Velocidade e Controlo de O₂

cisão no posicionamento, para maior eficiência, pois eliminam desajustes mecânicos.

POTENCIAL DE MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

CONTROLO DE VELOCIDADE DO VENTILADOR DE AR COMBURENTE

Ao reduzir a velocidade de um motor eléctrico, diminui o consumo de energia eléctrica e o nível sonoro (imagem 2).

A regulação de potência integrada no controlador do queimador calcula o consumo, para que o controlo da mistura fixe a posição dos servomotores e o setpoint de velocidade do motor, com o qual o conversor de frequência define tensão e frequência. A velocidade real medida no motor é enviada ao controlador do queimador, formando assim laço de segurança.

CONTROLO DO EXCESSO DE OXIGÉNIO NOS GASES

O ar é fornecido em quantidade supe-

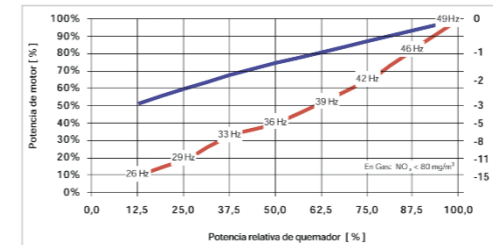


Imagem 2. Poupança em potência eléctrica absorvida pelo motor de um queimador (e redução do nível sonoro). Queimador funcionando a 50% da sua potência: a velocidade variável (a 36Hz) consome quase a metade que à mesma potência, a velocidade constante (50Hz).

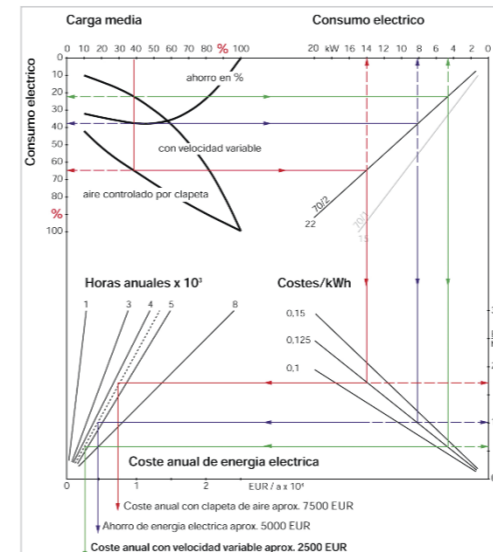


Imagem 3. Gráfico para uma estimativa simplificada da poupança de energia eléctrica por variação de velocidade. Queimador de gás natural de potência nominal = 7,5 MW, trabalha 4.500 horas/ano a 40% de potência em média. O controlo de velocidade reduz o consumo eléctrico em aprox. 2.500 Euros por ano.

Magnitudes	Variación de magnitudes	Variación de O ₂ nos gases
Temperatura do ar de combustão	10 K	0,5%
Pressão de ar	10 mbar	0,2%
Humidade do ar	2%	0,4%
P.C.I. de combustível	7,5%	1,5%
Pressão do gás combustível	10%	7% (da potência do queimador)

Quadro 1. Efeito de algumas magnitudes sobre o excesso de O₂ nos gases

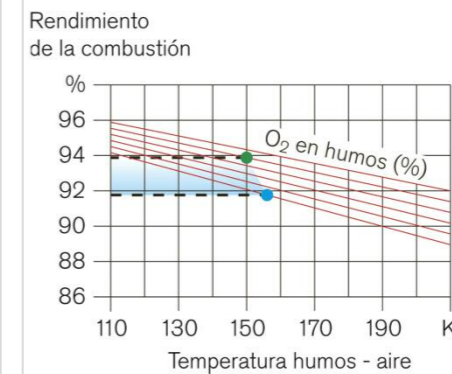
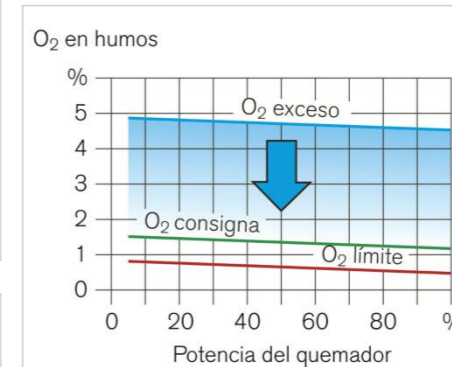


Imagem 4. Curvas de trabalho: a regulação de O₂ diminui o ar fornecido, para manter um setpoint “reduzido” de O₂. Considerando um diferencial de temperatura de gases com o ar ambiente de 150 K, ao reduzir o excesso de O₂ de 5% a 1%, há uma melhoria de rendimento de 2% (de 92% passa para 94%). A redução do caudal de ar implica uma redução adicional na temperatura de gases.

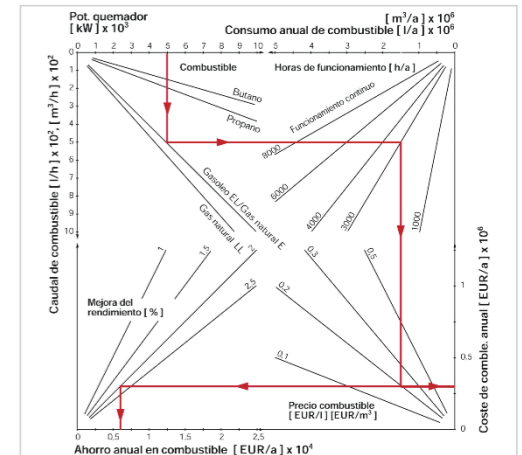


Imagem 5. Gráfico para uma estimativa simplificada da poupança de combustível por controlo de O₂. Queimador a gás natural (a 0,2 Euros/m³), que trabalha 3.000 horas/ano com valor médio de 5.000 kW de potência. Uma melhoria de 2% no rendimento técnico da combustão implica uma poupança de 6.000 Euros/ano em combustível.

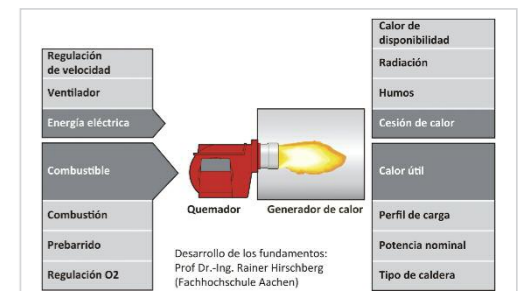


Imagem 6. Fundamentos para o cálculo de melhoria na eficiência energética de uma fábrica de combustão

Melhoria da eficiência numa fábrica de productos lácteos. No balanço energético da geração de calor há que considerar:

- O calor útil, descrito pela potência nominal, pelo perfil de carga e pelo tipo de caldeira
- As perdas de calor nos gases da combustão, nas proximidades e por disponibilidade
- Cálculo detalhado da combustão para qualquer combustível

- Regulação do excesso de ar
- Potência de ventilador e de motor às potências total e parcial
- Regulação do queimador por etapas e modulante
- Consideração das características do produto

Com este balanço e preços correspondentes, pôde-se estimar a poupança anual de combustível e energia eléctrica assim como a redução das emissões de CO₂ para a atmosfera. E a partir das poupanças, calculam-se os tempos de amortização previstos para o investimento a realizar. Para esta fase necessita-se taxas de interesse, aumentos previstos nos preços, etc.

Este procedimento permitiu calcular a poupança a conseguir com a substituição de alguns queimadores acoplados a caldeiras para a produção de vapor em instalações da indústria dos laticínios. Apresentamos seguidamente um desses casos.

O quadro 2 e a imagem 7 são os dados de partida necessários para o cálculo da melhoria da eficiência e poupança de energia. O quadro 3 resume os resultados conseguidos.

Para esta instalação seleccionou-se um novo queimador misto, gás natural e gasóleo, com controlo electrónico e potência máxima de 10.500 kW. O queimador levava um motor eléctrico de 22,4 kW de potência nominal eléctrica.

Isto é, com um queimador modulante com controlo de velocidade, por ano

Tipo de caldeira	Vapor
Potência útil nominal	8.420 [kW]
Rendimento da caldeira	90%
Perdas por disponibilidade de serviço	2,5%
Factor de energia primária	0,67 kg/kWh
Preço do gasóleo	0,3 €/litro
Preço do gás	0,21 €/m ³
Preço da energia eléctrica	0,09 €/kWh
Tempos de funcionamento gasóleo/gás	25% / 75%

Quadro 2. Alguns dos dados necessários para o cálculo da melhoria de eficiência, fábrica de produtos lácteos.

	Caso 1: Queimador modulante + Velocidade				Caso 2: Queimador modulante + Velocidade + O ₂			
	Redução do consumo de combustível		Redução emissões de CO ₂		Redução do consumo de combustível		Redução emissões de CO ₂	
Efeito sobre o combustível	Gás	17.000 [m ³ /a]	35 [t/a]	Gasóleo	5.000 [l/a]	15 [t/a]	56.000 [m ³ /a]	120 [t/a]
Efeito sobre a energia eléctrica		58.000 [kWh/a]	38 [t/a]		19.000 [l/a]	50 [t/a]	60.000 [kWh/a]	40 [t/a]

Quadro 3. Poupanças conseguidas num queimador modulante com variação de velocidade e controlo de O₂

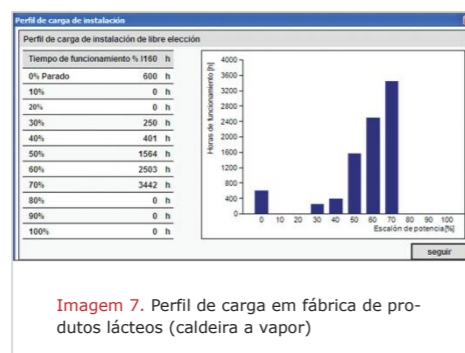


Imagem 7. Perfil de carga em fábrica de produtos lácteos (caldeira a vapor)

consome-se menos 17.000 m³ de gás, menos 5.000 litros de gasóleo e menos 58.000 kWh de energia eléctrica, para além das 88 toneladas de CO₂ cuja emissão se evitou.

Ao juntar a regulação de O₂ a este mesmo queimador, evita-se a emissão de 210 toneladas de CO₂ e consome-se menos 56.000 m³ de gás assim como menos 19.000 litros de gasóleo, por ano.

Efeitos na poupança de energia

A redução de combustível no caso 1 deve-se à utilização de um queimador cujo campo de trabalho se adapta bem à potência útil da caldeira e ao amplo campo de modulação.

A regulação de velocidade tem, em geral, um efeito tanto mais notável quanto mais tempo trabalha o queimador a potências intermédias (50% a 80% da carga do queimador), como é o caso.

No Caso 2 do quadro 3, é fundamentalmente o controlo de oxigénio que reduz o consumo de combustível: ao reduzir o excesso de oxigénio, melhora o rendimento técnico da combustão.

Por ter controlo de O₂, além de variação de velocidade, há uma redução adicional no consumo eléctrico: para reduzir o ar em excesso, o controlo diminui a velocidade do motor.

Conclusões

As instalações de combustão têm um elevado potencial de melhoria da eficiência energética, de redução do combustível consumido, de redução do consumo de energia eléctrica e de redução das emissões de CO₂ para a atmosfera.

Na instalação utilizada como exemplo, com os dados de preços e aumentos anuais estimados, para combustível e electricidade, taxas de interesse, etc., que foram considerados no cálculo, fez-se uma estimativa de poupanças de mais de 22.000 euros/ano em combustível e energia eléctrica e um período de amortização de 4,4 anos.

Bibliografia

- Hirschberg, Prof. Ing. R. (2008).: “Energieeffiziente Gebäude - Bau- und anlagentechnische Lösungen”, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller
- IDAE: Guía Técnica “Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas”
- ASHRAE: Guideline 14. Measurement of Energy and Demand Savings.
- UNE-EN 12953-11: Calderas piro-tubulares. Parte 11: Ensayos de recepción.
- EVO Efficiency Valuation Organization. IMVP Protocolo Internacional de Medida y Verificación. Conceptos y Opciones para determinar el Ahorro de Energía y Agua. Volumen 1. Edición de Septiembre 2010 / EVO 10000 – 1:2010 (Es)