

SOBRE EL RENDIMIENTO ESTACIONAL DE LAS CALDERAS DE ALTA MODULACIÓN

El Instalador 531, julio/agosto 2015, pp.49-54. ISSN 0210-4091.

César Martín-Gómez, María Madrigal.

El rendimiento estacional de una caldera relaciona la energía aprovechada en una máquina durante un periodo determinado de funcionamiento, y la energía total consumida por la máquina durante el mismo periodo. Este concepto, frente al de considerar solo el rendimiento puntual de la caldera, está llamado a ocupar un lugar principal en el futuro de la clasificación energética de estos equipos.

Desde este planteamiento, la mejora del rendimiento global del uso de las calderas puede lograrse con un avance tan 'sencillo' como el de tener una lógica y mayor modulación de la potencia entregada por la caldera, de forma que se pueda ajustar la generación de energía a la demanda de cada momento y que, de esta manera, se reduzcan al máximo los ciclos de encendidos y apagados tan frecuentes en calderas con poca modulación, logrando así un menor desperdicio de energía.

Contribuir a extender el empleo de esta tecnología aportando una serie de consideraciones teóricas y normativas es el objeto de este artículo.

1. Introducción

El rendimiento de las calderas va ligado a unas condiciones variables de demanda y funcionamiento, ya sea el uso del local, el clima, el tipo de caldera que se esté usando u otros parámetros. Atendiendo a estas condiciones variables, el rendimiento de las calderas será mayor o menor, debiéndose perseguir como valor deseable un rendimiento estacional óptimo más allá de las características puntuales de la máquina. Usando un símil automovilístico, no interesa tanto un vehículo con unas buenas características en un circuito cerrado con condiciones uniformes a 90 km/h o que tenga un rendimiento muy alto a 120 km/h, como que el usuario se sienta satisfecho con un vehículo de bajo consumo y escaso mantenimiento a lo largo de todos los desplazamientos que realiza en un año 'tipo'.

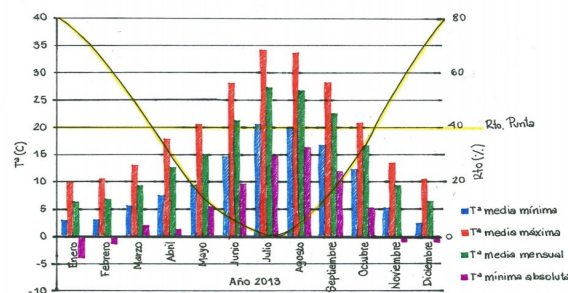


Figura 1. Gráfica elaborada a partir de datos los obtenidos del Ayuntamiento de Madrid (www.madrid.es) que representa los rendimientos para una caldera a lo largo de un año en Madrid.

Debería ser imprescindible, por tanto, que las calderas recién incorporadas al mercado tuvieran unas prestaciones entre las que destacara un amplio rango de modulación, para adaptar aún mejor la potencia a la demanda de calor en un momento determinado. Se evitarían así pérdidas por parada y arranque (donde tanta energía se desperdicia) y se aumentaría su vida útil ofreciendo un funcionamiento más fiable con un servicio más duradero.

Hoy en día existen en el mercado calderas que arrancan incluso al 10% de su régimen de funcionamiento y que son capaces de modular en continuo hasta el 100%. El problema radica en que aún no ha podido justificarse su rendimiento estacional de forma sencilla sin tener que ensayar el equipo en banco de pruebas, y es por esto que el presente artículo busca promover los medios para alcanzar un sistema de equivalencia con respecto a las calderas tradicionales.

2. Antecedentes tecnológicos y normativos

Eficiencia estacional es la eficiencia operativa real que la caldera va a lograr durante la temporada de calefacción en varias cargas. Debido a que la mayoría de las calderas de calefacción funcionan a carga parcial, la parte carga-eficiencia, incluidas las pérdidas de calor cuando la caldera está apagada, tiene un gran efecto en la eficiencia estacional.

Esta definición, obtenida del *Manual ASHRAE – HVAC Systems and Equipment*, permite entender la diferencia entre el concepto de eficiencia tradicionalmente aplicado a las calderas convencionales y las de alto rango de modulación a las que nos referimos.

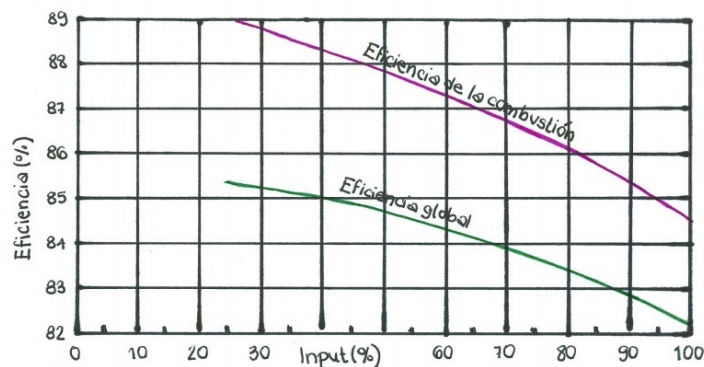


Figura 2. Gráfica obtenida del *Manual ASHRAE-HVAC Systems and Equipment*, mostrando la eficiencia en las calderas convencionales de carga parcial.

En los catálogos comerciales es habitual encontrar información sobre los rendimientos energéticos, no estacionales, referida a datos teóricos obtenidos en laboratorios y en condiciones de máxima capacidad de las máquinas.

Un procedimiento que puede considerarse válido para la determinación de los rendimientos estacionales, durante un periodo de tiempo determinado, tanto para una máquina frigorífica en concreto como para cualquier otro componente de una instalación térmica de un edificio, como el caso de las calderas que nos ocupa, es el que el RITE establece como obligatorio para las instalaciones de nueva construcción realizadas con posterioridad a la entrada en vigor del mismo.

Este procedimiento se basa en la medición directa, el registro y el cómputo total de los consumos habidos durante el periodo correspondiente y en la identificación de la curva de demanda real de potencia durante el mismo periodo, mediante la utilización de instrumentos fijos de medida y registro. Al obtener la demanda puntual en el tiempo correspondiente a un periodo o estación determinada puede calcularse así la energía aprovechada durante ese mismo periodo. Si se divide esa energía por el consumo total de energía necesario para el funcionamiento de la máquina dará como resultado su rendimiento estacional.

La obtención de la curva de demanda se obtiene a partir de modelos matemáticos, o a partir de la medición directa de las potencias suministradas con un contador de energía (Cfr. Guía técnica sobre procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire. 2007. Apartado 7. Extrapolación para la estimación de rendimientos estacionales).

Tipo de caldera	Pot. (kW)	Potencia nominal		Carga parcial (0.3·Pn)	
		Tª Media	Rendimiento	Tª Media	Rendimiento
Estándar	4 a 400	70 °C	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 50^\circ\text{C}$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
Baja temperatura	4 a 400	70 °C	$\geq 87.5 + 1.5 \cdot \log P_n$	40°C	$\geq 87.5 + 2 \cdot \log P_n$
Condensación	4 a 400	70 °C	$\geq 90 + \log P_n$	30°C	$\geq 97 + \log P_n$

Tabla 1. Rendimiento mínimo de las calderas (Directiva 92/42/CEE)

La necesidad por parte de la Unión Europea de acordar una metodología que se ajuste lo máximo posible a la eficiencia energética de las máquinas ha llevado a desarrollar un nuevo Reglamento, que estará vigente a partir del 26 de octubre del 2015 y que exige adaptar la potencia media de las calderas para cumplir con los rendimientos. Este Reglamento responde a requisitos de diseño ecológico aplicados a aparatos de calefacción, entre otros, con el fin de ser etiquetados energéticamente antes de salir al mercado. Concretamente, la Comunicación 813/2013 de la Comisión se refiere en el punto 3 a “Aparatos de calefacción con caldera y calefactores combinados con caldera que utilizan combustible gaseoso”, señalando los requisitos generales y ensayos, eficiencia útil, requisitos y pruebas de condensación, eficiencia útil con carga parcial, pérdidas en modo de espera y al quemador de encendido permanente.

En dicho Reglamento también se plantea para equipos de hasta 70 kW un rendimiento estacional igual o superior al 86%, entendiendo este valor como un mínimo de eficiencia energética calculada de forma estacional, y no según el rendimiento instantáneo en un momento determinado.

En este Reglamento no se menciona explícitamente el concepto de rendimiento estacional mediante la modulación, siendo este el valor que mejor justifica el comportamiento de una caldera en el tiempo. No obstante, se exponen algunos puntos de interés en el mismo Reglamento, como el referido al número de horas que trabaja una unidad de calefacción según su uso y el clima (tabla 2).

	HHE	HTO	HSB	HOFF	HCK
--	-----	-----	-----	------	-----

Clima medio (h/a)	2066	178	0	3672	3850
Clima cálido (h/a)	1336	754	0	4416	5170
Clima frío (h/a)	2465	106	0	2208	2314

Tabla 2. Número de horas de uso solo para calefacción. Apartado 5.3 del Reglamento n. 813/2013 de la Comisión. H_{HE}, H_{TO}, H_{SB}, H_{OFF}, H_{CK}= Número de horas que se considera que la unidad funciona, respectivamente, en modo activo, modo de desactivación por termostato, modo de espera, modo desactivado y modo de calefactor del cárter.

Por otra parte, el Anexo III del Reglamento (UE) 811/3013 se refiere a la etiqueta que debe asociarse a los aparatos de calefacción con caldera donde, aquí sí, aparecen referencias a la eficiencia energética estacional (fig. 3):

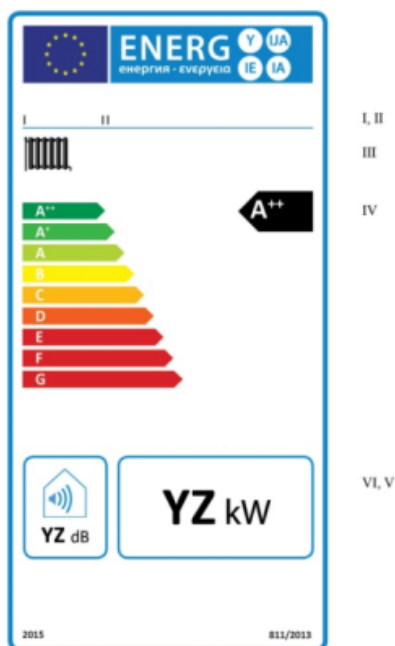


Figura 3. Etiqueta para los aparatos de calefacción con caldera de las clases de eficiencia energética estacional de calefacción A++ a G. Los datos que se recogen son: I. Nombre o marca comercial del proveedor; II. Identificador del modelo del proveedor; III. Función de calefacción; IV. Clase de eficiencia energética estacional determinada de conformidad con el punto 1 del anexo II; V. Potencia calorífica nominal en kW, redondeada al número entero más próximo; VI. Nivel de potencia acústica LWA en el interior, en dB, redondeado al número entero más próximo.

Además, el Anexo VII del mismo documento ofrece un cuadro orientativo con la temporada de calefacción europea de referencia según las condiciones climáticas (fig. 4).

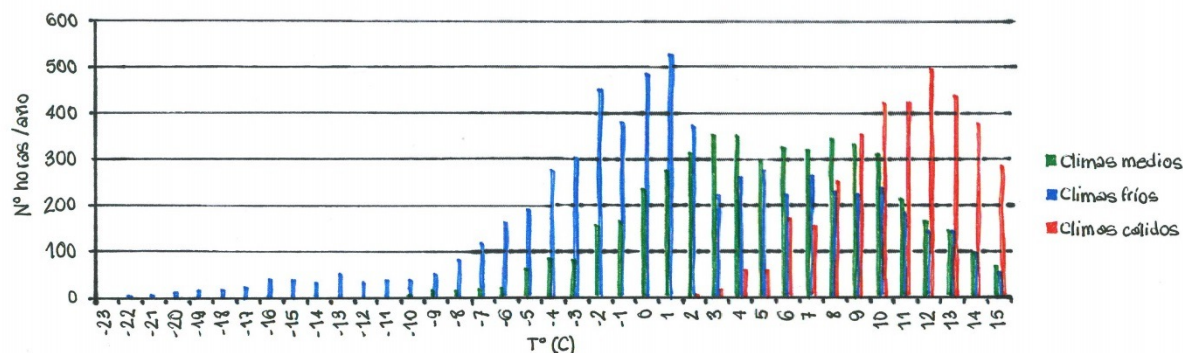


Figura 4. Gráfica elaborada a partir de datos obtenidos del Anexo VII del Reglamento 811/3013 de la Comisión que representa la temporada de calefacción europea de referencia en condiciones climáticas medias, frías y cálidas para aparatos de calefacción con bomba de calor y calefactores combinados con bomba de calor.

Como se puede comprobar, se habla de unas condiciones que deben cumplirse sin especificar las características técnicas de los equipos. Tan solo se marcan umbrales que los fabricantes deben justificar con ensayos sobre sus productos, aunque no se considera la alta modulación una garantía técnica de mayor eficiencia estacional.

3. Descripción de las calderas de alta modulación

Hoy en día el rendimiento de una caldera al 100% de carga corresponde aproximadamente a un 6% de las horas previstas de calefacción, por tanto no es un valor representativo del valor de rendimiento medio real a lo largo de todo un año de funcionamiento.

Planteando un ejemplo de una zona con clima medio, una vivienda de unos 80 m² puede requerir del orden de unos 7 kW en condiciones de baja temperatura exterior. Ahora bien, los días más desfavorables suponen un bajo porcentaje respecto de toda una campaña de calefacción, necesitando en el resto de días una potencia mucho menor. En una caldera con poca modulación, la forma de entregar esta baja potencia demandada por la vivienda es apagando y encendiendo el quemador tantas veces como sea necesario para que el valor medio sea el necesario para ajustarse a la demanda interior, pero los gastos energéticos en este caso son muy elevados, ya que el ciclo de encendido-apagado en una caldera es que más energía desperdicia. De ahí la importancia que tiene el rango de modulación en las calderas,

permitiendo con su mayor regulación adaptar su potencia a las condiciones de demanda óptimas con las menores pérdidas posibles.

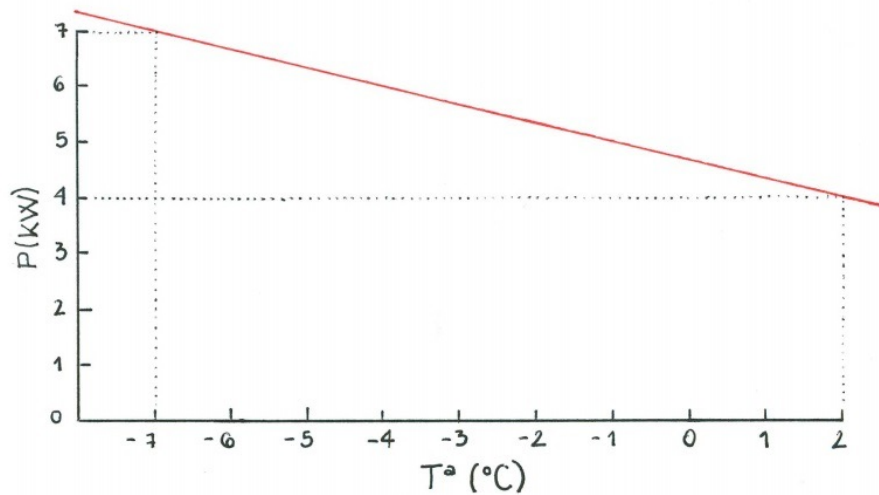


Figura 5. Gráfica elaborada a partir de datos estimados por los autores entre potencia y temperatura externa.

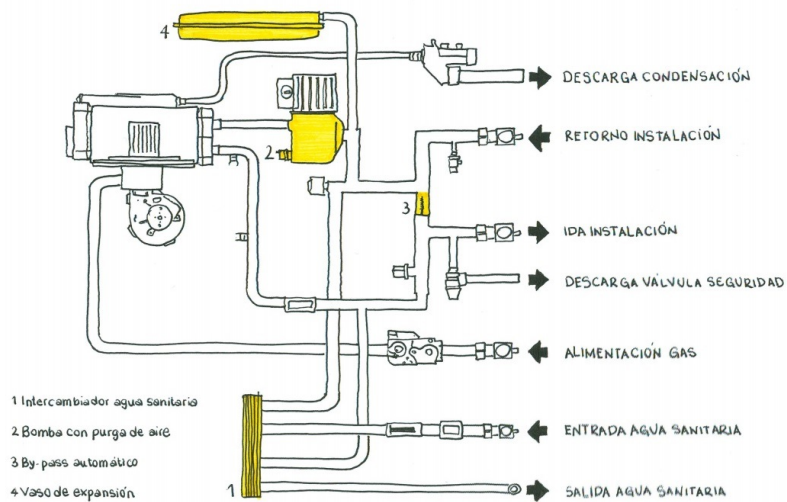


Figura 6. Dibujo realizado a partir de los esquemas del catálogo de SIME. Esquema de funcionamiento de una caldera de alta modulación.

Este concepto de amplio rango de modulación, tiene aún más beneficios en las calderas de condensación, ya que en estos equipos el rendimiento instantáneo a bajas cargas es mayor incluso, y por tanto el poder trabajar de forma continua modulando a bajas cargas permite obtener los mejores rendimientos del equipo durante más horas, y por tanto mejorar el rendimiento estacional final.

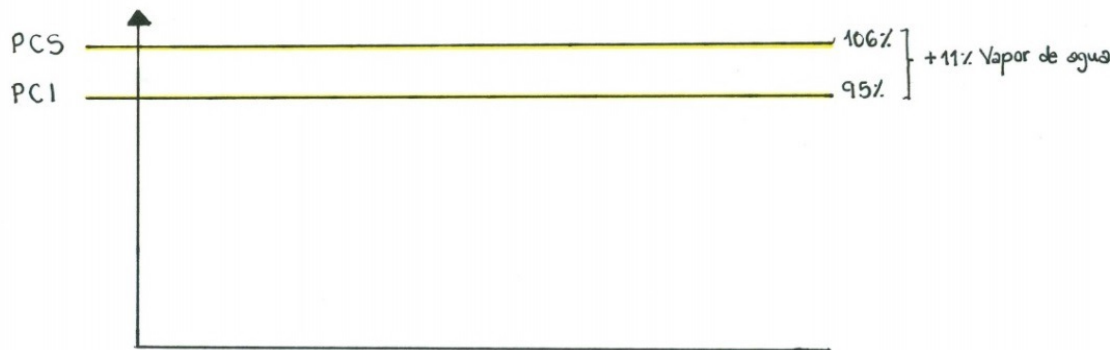


Figura 6. Gráfica elaborada a partir del rendimiento aproximado de una caldera sin y con recuperador de calor.

4. Conclusiones

La optimización del rendimiento estacional de una caldera implica el uso de sistemas adaptables a cualquier condición de demanda y funcionamiento, minimizando el número de arranques y paradas del equipo de forma que un vez encendido permanezca activo el mayor tiempo posible para proporcionar un rendimiento óptimo y aprovechar su máxima capacidad de modulación para conseguir resolver satisfactoriamente los puntos anteriores.

Con independencia de todo lo expuesto en cuanto al cumplimiento de la reglamentación, cabe aconsejar siempre que se lleve a cabo un seguimiento continuo para cada caso concreto, lo más exhaustivo posible, en cuanto a la evolución de los consumos energéticos de los equipos de la instalación, debiendo controlar su rendimiento, al menos una vez al año.

Se deduce también que sería de gran utilidad para el mercado de la calefacción, el disponer de un método teórico, sin necesidad de tener que ensayar las calderas en banco de pruebas durante largos periodos de tiempo, que tuviera en cuenta diferentes variables de las calderas (cualitativas y cuantitativas) para determinar el rendimiento estacional partiendo de los rendimientos puntuales.

Agradecimientos

Departamento Técnico de Saltoki por su colaboración para la redacción de este artículo.